

Veterinární univerzita Brno

FAKULTA VETERINÁRNÍ HYGIENY A EKOLOGIE

**Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu
Státní veterinární správa ČR**

**pořádají k 105. výročí založení
Veterinární univerzity konferenci**

Hygiena a technologie potravin LII. Lenfeldovy a Höklovy dny



Sborník přednášek a posterů

25. a 26. října 2023

Hygiena a technologie potravin – LII. Lenfeldovy a Höklovy dny
Food Hygiene and Technology – 52nd Lenfeld's and Hökl's Days

Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu
Fakulta veterinární hygieny a ekologie
Veterinární univerzita Brno

Příspěvky ve sborníku byly podrobeny recenznímu řízení.

Editace: prof. MVDr. Bohuslava Tremlová, Ph.D.
 Mgr. Zdeňka Javůrková, Ph.D.

Za věcnou a jazykovou správnost příspěvků odpovídají autoři.

Konference je organizována za podpory Koordinačního místa pro vědeckou a technickou spolupráci s EFSA při Odboru bezpečnosti potravin Ministerstva zemědělství. Děkujeme!



Vydání první

Copyright © 2023 Veterinární univerzita Brno

SPONZOŘI



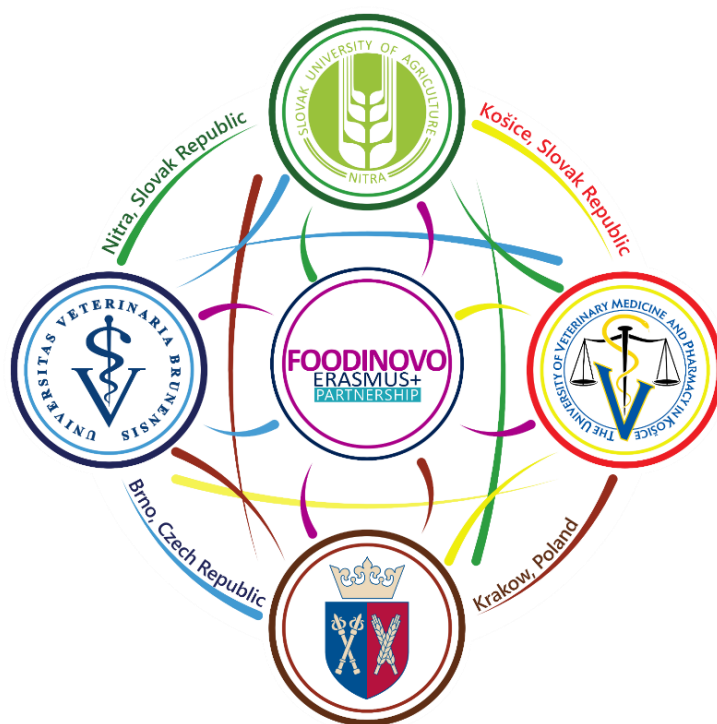
Mediální partner konference



Konference byla podpořena projekty

Visegrad Fund

Sustainable Beekeeping in the Visegrad Group
project no. 22220064



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



FOODINOVO | 2020-1-SK01-KA203-078333

SLOVO ÚVODEM

Lenfeldovy a Höklovy dny jsou konferencí zaměřenou na problematiku kvality a zdravotní nezávadnosti potravin rostlinného a živočišného původu, na aplikaci potravinového práva v dozorové činnosti státních orgánů a aktuálních poznatků výzkumu v oblasti hygieny veřejného stravování a gastronomie. Konference přináší příležitosti k setkání odborníků jak vědeckých a vzdělávacích institucí, tak dozorových orgánů a praxe. Odbornou část doplňují tradičně přednášky z historie a vývoje veterinárního vzdělávání.

Konference o potravinách pod názvem Lenfeldovy a Höklovy dny se pořádá na univerzitě již od r. 1968. Její název připomíná významné osobnosti historie hygieny potravin v rámci veterinární medicíny. Prof. Lenfeld i doc. Hökl prosazovali uplatňování takových principů v hygieně potravin, o které se opírá i současná evropská legislativa. Tento historický odkaz byl tradován dalšími významnými osobnostmi československé hygieny potravin a je rozvíjen v současnosti Fakultou veterinární hygieny a ekologie v oblasti pedagogické, vědecko-výzkumné a také v dalších oblastech působení fakulty.

V letošním roce si můžeme připomenout zvlášť významná výročí – před 100 lety se narodil prof. Zdeněk Matyáš a před 105 lety prof. Miroslav Dobeš. Stejně „narozeniny“ má i naše univerzita, která za 105 roků své existence vychovala početnou řadu odborníků působících v oblasti hygieny potravin. Jsme rádi, že můžeme i v rámci letošní konference některé z nich ocenit.

Konference je stejně jako v minulých letech spolupořádána Státní veterinární správou ČR a podporována hojnou účastí pracovníků SVS ČR i krajských veterinárních správ.

Vysokou úroveň a také význam konference dosvědčuje každoročně vysoký počet přihlášených účastníků. K úspěšnému průběhu konference můžeme přispět všichni svojí aktivní účastí v odborné diskusi k předneseným příspěvkům nebo i příspěvkům prezentovaným formou posterů.

Věřím, že chvíle strávené na naší alma mater budou přínosné a příjemné, a že se proto budete na naši fakultu rádi vracet i v příštích letech.

V Brně dne 25.10.2023

prof. MVDr. Bohuslava Tremlová, Ph.D.

OBSAH

PŘEDNÁŠKY

Aktuální výsledky úřední kontroly potravin zjištěné Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí

Pokora, J. 15

Aktuality z Evropského úřadu pro bezpečnost potravin

Beneš, P. 17

Aktuální změny v potravinářské legislativě

Mačáková, P. 20

Přístup SZPI k označování rostlinných potravin názvy živočišného původu

Singrová, E. 26

Reformulace výrobků z ovoce a zeleniny

Rajchl, A. 28

Reformulace pekařských výrobků

Sluková M., Skřivan P. 32

Reformulace masných výrobků: módní vlna, nebo reakce na požadavky zákazníka?

Kameník, J., Dorotíková, K., Macharáčková, B., Dušková, M., Ježek, F. 37

Patulin – 80 let výzkumu mykotoxinu významného pro veřejné zdraví

Ostrý, V., Malíř, F., Kýrová, V., Ruprich, J. 41

Plantaricin-produkující kmeň *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1, sľubné aditívum pre mliekarenské produkty

Lauková, A., Tomáška, M., Drončovský, M., Bino, E., Dvorožňáková, E.,
Chrastinová, L., Pogány Simonová, M., Kološta, M. 45

Mikrobiální kvalita imitací masa na bázi rostlinných bílkovin a z ní plynoucí rizika	
Kameník, J., Dorotíková, K., Dušková, M. Hušáková, M.	49
Porovnání složení masných výrobků s jejich rostlinnými analogy	
Bartáková, K., Macharáčková, B., Pospíšil, J., Kameník, J., Bursová, Š.	54
Vztah pokryvu krajiny k pylovému profilu medu	
Pospiech, M., Bartlová, M., Javůrková, Z., Tremlová, B., Čížková, H., Prus, B., Marcinčák, S., Bodor, Z.	59
Prof. MVDr. Zdeněk Matyáš, CSc. - 100. výročí narození	
Ostrý, V., Ruprich, J.	67
Prof. MVDr. et RNDr. Miroslav Dobeš, CSc. - 105. výročí narození	
Pažout, V., Kovařík, K.	71
Repetitio mater studiorum	
Hejlová, Š.	73
Historie Státních veterinárních ústavů	
Semerád, Z.	77
Veterinární historický a depozitní knižní fond v Ústřední knihovně Státní veterinární správy v Brně	
Semerád, Z.	81

POSTERY

Hodnotenie základného chemického zloženia čerstvých syrov zo Slovenskej produkcie

Benešová, L., Golian, J., Jakobová, S., Zajác, P., Čapla, J., Čurlej, J. 84

Vliv přísadku selenu na funkční, nutriční a technologické vlastnosti vajec

Čaloudová, J., Pospiech, M. 89

Dynamika vybraných lipofilních látek v mléce v průběhu skladování

Dluhošová, S., Veselá, Š., Kotianová, D., Zouharová, A., Bartáková, K., Pospíšil, J., Vorlová, L. 93

Oxidačné a hydrolytické zmeny repkového oleja počas fritovania zemiakových hranolčekov

Gabašova, M., Zelenáková, L. 102

Počet somatických buniek v kozom mlieku: možný vzťah k výskytu patogénov

Gancárová, B., Tvarožková, K., Tančin, V., Uhrinčať, M., Vršková, M. 109

Vybrané chemické a procesné kontaminanty potravín

Golian, J., Jakobová, S., Benešová, L. 113

Stanovení vybraných fenolických látek ve vínech Ryzlinku rýnského

Gross, M., Diviš, P., Šumberová, M. 121

Metóda STAR v detekcii salinomycínu v tkanivách hydiny po podávaní humínových látok

Hriciková, S., Kožárová, I. 126

Hodnotenie obsahu soli a senzoričných vlastností čerstvých syrov zo Slovenskej produkcie

Jakobová, S., Golian, J., Benešová, L., Zajác, P., Čapla, J., Čurlej, J.,
Árvay, J., Zelenáková, L. 130

Antimikrobiální účinek esenciálních olejů *in vitro* za různých inkubačních podmínek

Jirsová, E., Hulánková, R. 136

Zmena texturálnych a organoleptických vlastností vplyvom teploty a času pri príprave sous-vide maslovej tekvice	
Joanidis, P., Benešová, L., Mezeyová, I., Kačániová, M., Štefániková, J.	140
Driň obyčajný ako potenciálny antioxidant pre mäsové výrobky	
Jurčaga, L., Bobko, M., Dzurjovčin, S., Mesárošová, A., Bobková, A., Demianová, A., Poláková, K.	145
Reofermentometrická analýza cesta s prídavkom lyofilizovaného ovocia	
Kolesárová, A., Mendelová, A., Solgajová, M., Zelenáková, L., Mrázová, J.	149
Čučoriedky a muchovník – zdroje bioaktívnych látok	
Kopčeková, J., Mrázová, J., Fatrcová-Šramková, K., Habánová, M., Gažarová, M., Lenártová, P., Kolesárová, A., Zelenáková, L.	155
Súčasný metódy stanovenia mykotoxínov v potravinách	
Koréneková B., Jevinová, P.	162
Vzájomný vzťah medzi biogénnymi amínmi a prítomnosťou <i>Metschnikowia pulcherrima</i> počas procesu fermentácie vína	
Kováčová, M., Regecová, I., Výrostková, J., Semjon, B., Marcinčák, S., Očenáš, P.	166
Organizácia a vykonávanie úradných kontrol zvierat a tovaru vstupujúcich do Európskej únie z tretích krajín	
Kožárová, I., Jevinová, P., Marcinčák, S., Hriciková, S.	172
Analýza salámů Paprikáš pomocí FT-NIR spektrometrie	
Králová, M., Bartáková, K., Ježek, F., Kameník, J.	177
Drůbeží maso v systému RASFF	
Křištofová, K., Javůrková, Z., Pospiech, M.	181
Zavedení a validace PCR metody ke stanovení vybraných producentů aflatoxinů a ochratoxinu A izolovaných z potravin	
Kýřová, V., Ostrý, V., Ruprich, J.	185

Surové kozie mlieko, zdroj prospešného kmeňa <i>Lacticaseibacillus paracasei</i> LP12/1	
Lauková, A., Ščerbová, J., Focková, V., Tomáška, M., Pogány Simonová, M.	189
Vplyv sezóny narodenia prvôtok na ich produkciu a kvalitu mlieka	
Mačuhová, L., Tančin, V., Mačuhová, J., Oravcová, M.	192
Vzťah medzi vybranými morfológickými vlastnosťami vemena, kvalitou a kvantitou mlieka pri bahniciach plemena slovenská dojná ovca	
Mačuhová, L., Tančin, V., Mačuhová, J., Uhrinčať, M., Gancárová, B.	196
Senzorické vlastnosti hydínového mäsa po skrmovaní humínových látok a fermentovaného produktu obohateného o významné mastné kyseliny	
Makiš, A., Semjon, B., Bartkovský, M., Reitznerová, A., Mesarčová, L., Benešová, L., Marcínčák, S.	200
Dynamika karotenoidov počas spracovania rajčiaka na rajčiakový pretlak	
Mendelová, A., Mendel, E., Golian, J., Kolesárová, A., Solgajová, M.	208
Srovnání vybraných výživových parametrů rostlinných nápojů a kravského mléka	
Měřínská, Z., Horáková, K., Řehůrková, I., Ruprich, J.	216
Citlivost původců mikrobiálního kažení masa vůči vybraným esenciálním olejům	
Mojžyšková, M., Hulánková, R.	224
Účinok pravidelnej konzumácie aróniovej šťavy na rizikové faktory kardiovaskulárnych ochorení u žien v postmenopauzálnom období	
Mrázová, J., Kolesárová, A., Kopčeková, J., Zelenáková, L.	228
Sledování celkového počtu mikroorganismů u vzorků chlazených drůbežích stehen s ohledem na porušení teploty při transportu	
Necidová, L., Bursová, Š., Haruštíková, D., Zouharová, A., Bartáková, K., Klimešová, M.	235
Označování welfare zvířat při uvádění potravin na trh v Evropské unii	
Novotná Kružiková, K., Mačáková, P.	241

Počet somatických buniek v ovčom mlieku a jeho rozdelenie podľa rôznych faktorov	
Oravcová, M., Tančin, V., Rajčok, D., Tvarožková, K.	247
Perspektivy výroby a využiti „umělého masa“ ve výživě člověka	
Pečová, M., Steinhauerová, I., Javůrková, Z.	251
Stabilita a prežívanie autochtónneho, mundticiín-like produkujúceho kmeňa <i>Enterococcus mundtii</i> EM ML2/2 v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka	
Pogány Simonová, M., Focková, V., Lauková, A.	257
Analýza chemických parametrov Cascara <i>Coffea arabica</i> s ohľadom na různé druhy posklizňového zpracování	
Poláková, K., Bobková, A., Demianová, A., Bobko, M., Jurčaga, L.	261
Inovácia študijných programov potravinových oborů v rámci mezinárodní spolupráce	
Pospiech, M., Golian, J.	267
Prítomnosť <i>Torulaspora delbrueckii</i> v procese fermentácie vína v spojitosti s histamínom	
Regecová, I., Výrostková, J., Semjon, B., Marcinčák, S., Očenáš, P.	271
Srovnání výskytu vybraných analytů v rostlinných nápojích a kravském mléce – prvková analýza	
Řeháková, J., Hornová, J., Řehůrková, I., Ruprich, J.	275
Vplyv procesu sladovania jačmeňa na zmeny v obsahu beta-glukánov	
Solgajová, M., Zelenáková, L., Mendelová, A., Kolesárová, A.	283
Mastitidy v chove kôz a počet somatických buniek	
Tančin, V., Gancárová, B., Mačuhová, M., Uhrinčat', M., Vršková, M., Tvarožková, K.	290
Vzťah počtu somatických buniek v mlieku dojníc k produkcii mlieka na vybranej farme	
Tančin, V., Mačuhová, M., Uhrinčat', M., Vršková, M., Tvarožková, K., Oravcová, M.	294

Mikroskopické huby spôsobujúce znehodnotenie rajčiakov v obchodoch	
Tančinová, D., Barboráková, Z., Mašková, Z., Mrvová, M.	298
Vliv prášku z potemníka moučného (<i>Tenebrio molitor</i>) na senzoričnou jakost bezlepkového chleba	
Tauferová, A., Czerníková, A., Tremlová, B.	302
Vplyv svetelných podmienok skladovania na farbu, celkový obsah fenolových zlúčenín a obsah hydroxymethylfurfuralu v mede	
Tkáč, M., Vorlová, L., Bartáková, K.	309
Kyslomliečne baktérie izolované z nebovinných mliek a ich vlastnosti	
Tomáška, M., Drončovský, M., Kološta, M.	314
Vliv lyofilizace na aromatický profil látek vybraných druhů ovoce a její potenciální aplikace do balených potravinových dávek	
Trenzová, K., Malíšek, J., Prystupa, A., Vykydalová, M.	318
Vysoký počet somatických buniek v mlieku bahníc - indikátor zdravia vemena	
Tvarožková, K., Tančin, V., Uhrinčať, M., Mačuhová, L., Gancárová, B.	324
Vliv dvoustupňového přidávání vody na viskoelastické vlastnosti taveného sýra	
Vincová, A., Šantová, K., Salek, R.N., Kůrová, V., Polášková, M., Gál, R.	328
Vzťah počtu somatických buniek v mlieku bahníc k produkcii mlieka na vybranej farme	
Vršková, M., Tančin, V., Mačuhová, L., Uhrinčať, M., Oravcová, M.	334
Zmeny v mikrobiote počas procesu kvasenia vína vo vzťahu k tyramínu	
Výrostková, J., Regecová, I., Semjon, B., Bartkovský, M., Očenáš, P., Šuláková, L., Marcinčák, S.	339
Profil aminokyselín králičieho masa v závislosti na pohlaví	
Zapletal, D., Straková, E., Kutlvašr, M.	346

Hygienicko-legislatívne aspekty prevádzkovania nápojových automatov	
Zeleňáková, L.	352
Vplyv podmienok fritovania na tepelno-oxidačné zmeny repkového oleja a obsah mastných kyselín v zemiakových hranolčekoch	
Zeleňáková, L., Gabašová, M., Gálik, B., Kolesárová, A., Mrázová, J., Kopčeková, J.	359
Porovnanie obsahu dusičnanov v reďkovke siatej (<i>Raphanus sativus</i>) od rôznych producentov	
Zeleňáková, L., Jakobová, S., Benešová, L., Kolesárová, A.	368
Faktory ovlivňující udržení teploty transportovaných vzorků baleného čerstvého masa	
Zouharová, A., Bartáková, K., Bursová, Š., Necidová, L.	376

PŘEDNÁŠKY

**Aktuální výsledky úřední kontroly potravin zjištěné Státní
zemědělskou a potravinářskou inspekcí**
*Current results of official controls performed by the State Agriculture
and Food Inspection Authority*

Pokora, J.

Státní zemědělská a potravinářská inspekce

Jakostní a bezpečné potraviny jsou jedním ze základních faktorů, které mají přímý vliv na lidské zdraví, respektive na délku a kvalitu života, pokud jsou konzumovány v optimálním spektru a v rozumném množství. Jsou faktorem natolik důležitým, že si nepochybně zaslouží zvláštní pozornost ze strany státu a jeho správních orgánů. To platilo již ve starověku, přes středověk až do novověku.

SZPI je v České republice jediným dozorovým orgánem, který má úřední kontrolu potravin a tabákových výrobků jako svoji hlavní a jedinou kompetenci. Specializované zaměření SZPI umožňuje soustředit veškeré síly a prostředky do úřední kontroly potravin. Současně je také možné aby se intenzivně věnovala vývoji nových kontrolních postupů a metod týkajících se potravin, zejména co se týče jejich bezpečnosti nebo odhalování falšování. Vyloučený je u SZPI střet zájmů, který nelze při kombinaci různých, ale přitom věcně blízkých kontrolních kompetencí, nikdy zcela eliminovat. Komplexní úřední kontrola potravin je SZPI vykonávána jak ve výrobě, tak v průběhu celého obchodního řetězce a také v oblasti společného stravování a v některých dalších souvisejících činnostech, jako je například reklama. S postupem času se také rozšiřuje kontrola relativně nového dálkového způsobu prodeje, který má svá přirozená specifika.

Rok 2023 měl svá specifika, daná konfliktem mezi Ukrajinou a Ruskem. Zablokování obvyklých tras exportu potravin z těchto regionů měl ve svém důsledku negativní vliv na obchod s některými zemědělskými komoditami a to zejména ve východní Evropě. Roli zde hraje i skutečnost, že pěstování plodin v těchto regionech se děje podle rozdílných pravidel oproti pravidlům platných v Evropské unii, např. s ohledem na možnosti používání některých pesticidů. Bezpečnostní aspekt byl pak důvodem, že těmto dovozům byla ze strany SZPI věnována odpovídající pozornost.

V polovině roku 2022, po dlouhé a zevrubné přípravě, byla naplno zahájena kontrola tzv. dvojí kvality potravin. Je vhodné připomenout, že sama metodiky kontroly dvojí kvality procházela postupným vývojem a byla důsledně komunikována s výrobcí, prostřednictvím Potravinářské komory ČR, tak i s obchodníky prostřednictvím Svazu obchodu a cestovního ruchu ČR a Asociací českého tradičního obchodu. SZPI si provedla svoji vlastní analýzu rizika a vytipovala si některé konkrétní potraviny, u kterých by se o dvojí kvalitě dalo uvažovat. Na druhou stranu je třeba konstatovat, že samotní provozovatelé potravinářských podniků provedli řadu opatření a tak se počet možných potencionálně problematických potravin značně snížil. O tom, že dvojí kvalita není nyní až takový problém, svědčí mimo jiné i v podstatě zanedbatelný počet podaných podnětů z řad spotřebitelů. Potravinářský průmysl a obchod odvedly na tomto poli kus efektivní práce.

Novou kompetenci získala SZPI prostřednictvím Novely zákona o potravinách (č. 146/2002 Sb.), která je účinná od 1. 10. 2022 a která vybavila SZPI pravomocí nařít blokaci webových stránek s nabídkou nebezpečných potravin nebo s obsahem závažně porušujícím právní předpisy. Blokaci musí provést všichni poskytovatelé služby přístupu k internetu v České republice do 15 dnů od uvedení na „seznamu blokových

internetových stránek“. Tyto stránky budou mj. uvedeny na webu Potraviný na pranýři v sekci Rizikové weby se zdůrazněním, že jde o stránky v ČR blokováné.

Pravomoc nařídít blokaci uvedených webů přispěje k řešení dlouhodobého problému, kdy provozovatelé webů, registrovaných mimo EU, mohli cílit na tuzemského spotřebitele nabídkou zboží v českém jazyce, za české koruny a možností zasílat zboží do ČR, přičemž nebylo možné je donutit dodržovat právní předpisy ČR a EU. Prostřednictvím podnětů ke kontrole si na porušování svých práv stěžovalo významné množství tuzemských spotřebitelů.

Další významnou kompetenci přinesla novela zákona č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství, která nabyla účinnosti 1. 10. 2022. Od tohoto dne přechází kompetence k potvrzování certifikátů COI (potvrzení o kontrole) z orgánů Celní správy na příslušné dozorové orgány – Státní zemědělskou a potravinářskou inspekci, Státní veterinární správu a Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, které budou v souladu s věcnou příslušností podle zvláštních právních předpisů provádět kontrolu dovozu produktů ekologického zemědělství ze třetích zemí podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/848. Celní správa tak bude nadále odpovědná jen za průběh celního řízení.

To pro dovozce představuje změnu v komunikaci s vyřizujícím orgánem. Zásilky biopotravin neživočišného původu v místech propouštění do volného oběhu kontroluje a certifikáty potvrzuje SZPI. Celní prohlášení k propuštění zásilky do celního režimu volný oběh je tak možné podat až po výše zmíněném potvrzení certifikátu.

Výsledky úředních kontrol provedených v roce 2022 ukázaly dlouhodobou a stabilně vysokou úroveň českých výrobců potravin. České potraviny měly v roce 2022 relativně nejméně problémů s naplňováním požadavků potravinového práva. Na trhu samotném pak je zřetelné, že se čeští výrobci snaží stále více a lépe vyhovět i velmi náročným zákazníkům, byť se množina solventních zákazníků začíná, doufejme, že jen dočasně, zmenšovat.

Lze konstatovat, že kontroly zaměřené na výrobky označené známkou Klasa nebo nesoucí označení Regionální potravina ukázaly na to, že jejich producenti jsou si v drtivé většině vědomi významu těchto značek a zodpovědnosti za jejich užívání. Svůj příznivý dopad má také zavedený systém Českých cechovních norem. Nedostatky jsou u takových potravin zjišťovány jen výjimečně, nicméně pokud jsou zjištěny hrubé nedostatky, je takovým potravinám příslušné označení kvality následně odebráno.

Nejvyšší počet kontrol, přibližně dvě třetiny, byl i v roce 2022 opět proveden v oblasti maloobchodu. To je dáno nejen samým počtem maloobchodních provozoven v České republice, ale také skutečností, že podíl nevyhovujících potravin zjišťovaných při kontrolách je dlouhodobě vyšší v maloobchodě, než je tomu u výrobců. Na druhou straně je vhodné zde zmínit, že maloobchod udělal v roce 2022 významný pokrok v úrovni podmínek prodeje nebalených potravin, zejména pak pečiva. Rada obchodníků investovala do redesignu svých provozoven aby jednak tyto provozovny byly přívětivější nakupujícím, ale aby také lépe naplnili požadavky právních předpisů.

Kontaktní údaje

Ing. Jindřich Pokora, ředitel Odboru kontroly, laboratoří a certifikace, Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Ústřední inspektorát, Květná 15, 603 00 Brno, email: Jindrich.Pokora@szpi.gov.cz

Aktuality z Evropského úřadu pro bezpečnost potravin *EFSA News*

Beneš, P.

Ministerstvo zemědělství

Shrnutí

Úkolem Evropského úřadu pro bezpečnost potravin je poskytovat orgánům EU nezávislá vědecká stanoviska, vědeckou a technickou podporu pro legislativní a politickou činnost v oblastech, které mají přímý nebo nepřímý vliv na bezpečnost potravin a krmiv. Tato činnost má přispívat ke zvyšování důvěry spotřebitelů, hladkému fungování vnitřního trhu a vysoké úrovni ochrany zdraví lidí, zdraví a pohody zvířat, zdraví rostlin a ochrany životního prostředí.

Klíčová slova: *EFSA, vědecká spolupráce, partnerství, Focal Point*

Abstract

The role of the European Food Safety Authority is to provide the EU institutions with independent scientific advice and scientific and technical support for legislative and policy work in areas that have a direct or indirect impact on food and feed safety. This activity should contribute to increasing consumer confidence, the smooth functioning of the internal market and a high level of protection of human health, animal health and welfare, plant health and environmental protection.

Key words: *EFSA, scientific cooperation, partnership, Focal Point*

Úvod

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority - EFSA) je úřadem EU, který provádí hodnocení rizik v oblasti potravinového řetězce, podporuje a koordinuje vývoj jednotných metodik hodnocení rizika, vyhledává, sbírá a analyzuje vědecká data a provádí činnosti vedoucí k identifikaci a charakterizaci nově vzniklých rizik. Je také zodpovědný za komunikaci o riziku. V těchto oblastech je úkolem EFSA, v úzké spolupráci s národními autoritami a dalšími zúčastněnými organizacemi a tělesy, poskytovat objektivní a nezávislé vědecky podložené poradenství a jasná sdělení založená na nejaktuálnějších vědeckých poznatcích a informacích o existujících a nově se objevujících rizicích.

Evropský úřad pro bezpečnost potravin byl nařízením Evropského parlamentu a Rady č. 178/2002 založen v roce 2002. Od roku 2005 je jeho stálým sídlem italská Parma. Úřad přispívá ke zvyšování důvěry spotřebitelů, hladkému fungování vnitřního trhu a k vysoké úrovni ochrany lidského zdraví, zdraví a pohody zvířat, zdraví rostlin a ochrany životního prostředí. EFSA provádí hodnocení již existujících i nových rizik v celém potravinovém řetězci. Výstupy EFSA jsou podkladem pro tvůrce evropských předpisů, pravidel a strategií, a tak pomáhají chránit spotřebitele před riziky v potravinovém řetězci.

Koordinační místo pro vědeckou spolupráci (EFSA Focal Point)

Z formálního hlediska je spolupráce s EFSA zajišťována na úrovni ministerstev, příp. dalších centrálních orgánů státní správy. Vzhledem k tomu, že EFSA je nezávislou organizací, je oficiální vazba na členský stát minimální. Zajištěním spolupráce bylo po vstupu ČR do EU pověřeno Ministerstvo zemědělství.

Během existence EFSA se spolupráce mezi úřadem a členskými státy výrazně prohloubila, což způsobilo ohromný nárůst objemu přenášených informací. Díky tomu členské země neměly přehled o tom, kdo poskytuje jaká data, kdo s EFSA spolupracuje a také docházelo k dublování některých aktivit. Proto byl v každé členské zemi vytvořen tzv. „Focal Point“ - v češtině používáme označení Koordinační místo pro vědeckou a technickou spolupráci s EFSA (dále jen „Koordinační místo“). Jejich úkolem je zajistit a zjednodušit komunikaci mezi EFSA a úřady, organizacemi a jednotlivci na národní úrovni. Činnost Koordinačního místa zajišťuje Odbor bezpečnosti potravin MZe, a to na základě dohody uzavřené mezi MZe a EFSA.

Základním úkolem Koordinačního místa je podporovat zástupce v Poradním sboru EFSA, zajišťovat výměnu vědeckých informací mezi EFSA a ČR, podporovat zapojení zainteresovaných organizací do spolupráce s EFSA. Dalším úkolem je zviditelnování poslání a práce EFSA v ČR a podpora zapojování našich expertů a organizací do aktivit EFSA i jiných mezinárodních aktivit v oblasti bezpečnosti potravin.

Od roku 2023 je nastavený nový rámec spolupráce, který členskými státy ukládá vyvíjet aktivity v šesti oblastech:

- 1) správa znalostí a informací a podpora vědecké produkce;
- 2) zapojení, spolupráce a partnerství;
- 3) budování kapacit;
- 4) data;
- 5) komunikace o riziku.

Od tohoto roku také mohou členské státy navrhovat vlastní projekty a aktivity k řešení tzv. na míru (tailor made activities). Česká republika je v roce 2023 zapojená do tří aktivit. Jednu navrhlo a vede Německo a týká se propagace Almanachu bezpečnosti potravin a další dvě z oblasti komunikace navrhla EFSA. Jejich cílem je připravit infografiky na téma kontaminantů v potravinách a pesticidů. Kontaminantová infografika již byla dokončena, pesticidní je ve stavu přípravy grafických návrhů.

Komunikační kampaně realizované s EFSA

V roce 2023 se Česká republika zapojila do tří mezinárodních kampaní pod taktovkou EFSA.

Již potřetí byla v ČR realizována celoevropská kampaň na podporu boje proti africkému moru prasat. Kampaň #StopASF v EU probíhala celkově již čtvrtým rokem a jejím cílem bylo zvýšit povědomí zemědělců, myslivců a veterinářů v 18 evropských zemích včetně ČR o této nebezpečné nákaze a vyzývá k přijetí opatření k zastavení jejího šíření.

Poprvé se ČR zapojila do kampaně #EUChooseSafeFood. Ta se v EU letos konala již potřetí a tentokrát se do ní zapojilo 16 zemí. Cílem kampaně bylo připomínat, že při výběru potravin je důležité myslet i na to, zda suroviny, ze kterých jídlo připravujeme, jsou čerstvé a neobsahují nežádoucí látky. Kampaň byla zaměřena především na občany evropských zemí ve věku od 25 do 45 let, přičemž důraz byl kladen především na mladé rodiče a na osoby se zájmem o bezpečnost potravin a vědu. Dále zdůraznila úlohu evropských vědců, kteří společně usilují o ochranu spotřebitelů před riziky spojenými s potravinami.

A konečně třetí kampaní, do které se ČR v letošním roce zapojila, byla kampaň na podporu zdraví rostlin #PlantHealth4Life. V České republice EFSA realizuje kampaň ve spolupráci s Ministerstvem zemědělství a Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem

zemědělským (ÚKZÚZ). Poselstvím kampaně je slogan „Zachovejte zdraví rostlin a chraňte život“ a kampaň připomíná veřejnosti, že každý z nás hraje při ochraně rostlin klíčovou roli. Kromě ČR se do kampaně zapojilo dalších 11 zemí.

Aktuální možnosti individuální spolupráce s EFSA

- **Výzva pro odborníky různých profilů**

EFSA publikoval výzvu k vyjádření zájmu, jejímž cílem je sestavit seznam osob (fyzických osob) s vědeckými odbornými znalostmi, které by EFSA pomáhaly při provádění přípravných prací (včetně činností souvisejících s údaji) na podporu vědeckých činností úřadu EFSA a činností v oblasti sdělování rizik s hlavním zaměřením na oblasti obecných hodnocení rizik a posuzování žádostí o povolení regulovaných výrobků, zejména v oblastech zdraví a dobrých životních podmínek zvířat, biologických nebezpečí a chemických kontaminantů, pesticidů, zdraví rostlin, geneticky modifikovaných organismů pro použití v potravinách a krmivech, potravinářských přídatných látek, materiálů určených pro styk s potravinami, potravinářských enzymů, potravinářských aromat, doplňkových látek v krmivech, nových potravin, výživy a činností v oblasti společenských věd. Dodané přípravné práce budou přezkoumány pracovníky EFSA a/nebo ad hoc odborníky pro jejich využití ve vědeckých výstupech a sděleních EFSA. Výzvu najdete zde: <https://careers.efsa.europa.eu/jobs/notice-of-call-for-expressions-of-interest-scientific-and-technical-support-various-scientific-and-communication-profiles-325>

- **Stáž pro hostující vědce v EFSA**

Až do 30. 11. 2023 je otevřena výzva do programu pro hostující vědce a odborníky (Guest Scientists & Professionals). Program je určen doktorandům a zaměstnancům veřejné správy, veřejných institucí nebo mezinárodních organizací. Jedná se o bezplatný program, v jehož rámci EFSA vybraným kandidátům nevyplácí žádný finanční příspěvek. Vyslání se uskuteční buď v EFSA, nebo na dálku.

Výzvu najdete zde: <https://careers.efsa.europa.eu/jobs/efsa-guest-programme-call-2022-2023-308>

Kontaktní adresa

Ing. Petr Beneš, Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1, e-mail: petr.benes@mze.cz

Aktuální změny v potravinářské legislativě

Current changes in food legislation

Mačáková, P.

Ústav ochrany zvířat a welfare a veřejného veterinárního lékařství,
Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Změny v potravinářských technologiích, nabídka na trhu s potravinami a praktický dopad stanovených legislativních pravidel vedou k tomu, že dochází ke změnám a úpravě potravinářské legislativy. Všichni, kdo uvádí potraviny na trh, se musí řídit aktuálními právními předpisy. V rámci České republiky jsou závazné jak národní předpisy, tak předpisy evropské. Příspěvek shrnuje nejdůležitější změny v legislativě potravin uskutečněné v roce 2023.

Klíčová slova: *potravina, právní předpis, úprava, trh*

Abstract

Changes in food technology, food market supply and the practical impact of the established legislative rules lead to changes and amendments to food legislation. All those who place food on the market must comply with the current legislation. Within the Czech Republic, both national and European regulations are binding. The paper summarizes the most important changes in food legislation in 2023.

Key words: *food, legislation, regulation, market*

Úvod

Současný stav ve společnosti, nové trendy i technologie, široká nabídka na trhu s potravinami i nové vědecké poznatky v oblasti potravin vedou ke změnám v legislativě. Novelizace předpisů nebo vydání nového předpisu a zrušení stávajícího není nic neobvyklého, naopak není rok, kdy by nedošlo v potravinářském odvětví ke změně celé řady právních aktů ať už národních nebo těch mezinárodních.

Legislativu týkající se oblasti potravin České republiky můžeme rozvrhnout do dvou hlavních částí, a to na předpisy na národní úrovni a předpisy Evropské Unie.

Protože oblast potravinového práva je značně obsáhlá, následující text shrnuje pouze některé novelizované právní předpisy týkající se oblasti potravin v nedávné době, v období od ledna 2023 do září 2023.

ZMĚNY V NÁRODNÍ LEGISLATIVĚ V OBLASTI POTRAVIN

1. Zákon č. 167/2023 Sb., kterým se mění zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony

Novela zákona o ochraně veřejného zdraví č. 167/2023 Sb. nabyla účinnosti dnem 1. července 2023 a zrušila povinnost zdravotního průkazu pro fyzické osoby přicházející při pracovních činnostech do přímého styku s potravinami ve stravovacích službách při výrobě potravin, zpracování potravin nebo při uvádění potravin na trh.

2. Vyhláška č. 121/2023 Sb. o požadavcích na pokrmy

Nová vyhláška je prováděcím právním předpisem k zákonu č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplněních některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Novelou č. 180/2016 Sb., byl do zákona přidán paragraf 9a, který stanovuje požadavky na výrobu pokrmů a uvádění pokrmů na trh s tím, že k provedení tohoto ustanovení bude vydán prováděcí právní předpis.

Tato vyhláška se vztahuje na všechny provozovatele potravinářských podniků, kteří provozují stravovací službu, tj. uvádí pokrmy na trh a upravuje technologické požadavky na výrobu pokrmů, způsob uvádění pokrmů na trh a smyslové, fyzikální, chemické a mikrobiologické požadavky na bezpečnost pokrmů. Vyhláška nabyla účinnosti dnem 1. července 2023. Ustanovení týkající se technických požadavků na výrobu potravin, smyslové, fyzikální a chemické a mikrobiologické požadavky na bezpečnost potravin nabydou účinnosti 1. ledna 2024.

Nová vyhláška o požadavcích na pokrmy je důležitým krokem k zajištění kvality a bezpečnosti potravin v České republice. Vyhláška by měla pomoci snížit výskyt potravinových onemocnění a zlepšit zdravý spotřebitelů.

3. Vyhláška č. 187/2023 Sb. o požadavcích na čaj, kávu a kávoviny

Tato vyhláška zrušila a nahradila vyhlášku č. 330/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro čaj, kávu a kávoviny. Vyhláška nabyla účinnosti dnem 1. července 2023. Současně však je vymezené přechodné období, v jehož rámci lze čaj, kávu a kávoviny vyrábět, označovat a uvádět na trh podle původní vyhlášky č. 330/1997 Sb., ve znění účinném přede dnem nabytí účinnosti nové vyhlášky, a to do 1. července 2024. Čaj, kávu a kávoviny označené nebo uvedené na trh přede dnem nabytí účinnosti této vyhlášky, které jsou v souladu s vyhláškou č. 330/1997 Sb., ve znění účinném přede dnem nabytí účinnosti nové vyhlášky, mohou být prodávány do vyprodání zásob.

Nová vyhláška byla přijata z důvodu přizpůsobení požadavků na výrobu čaje, kávy a kávovin novým vědeckým poznatkům a technologickému vývoji v potravinářství a přímo použitelným předpisům EU.

Vyhláška upravuje

- způsob poskytování informací o čaji, kávě a kávovinách
- rozřídění čaje, kávy a kávovin na druhy, skupiny a podskupiny
- pro jednotlivé čaje, kávy a kávovin požadavky na jakost vztahující se k názvu a přípustné záporné hmotnostní odchylky balení jednotlivých druhů čaje, kávy a kávovin
- minimální technologické požadavky pro čaj, kávu a kávoviny
- seznam rostlin a jejich částí pro výrobu ovocných a bylinných čajů

Některé změny oproti původní vyhlášce:

- mění některé definice a přidala nové, např. pečený čaj, čaj Yerba maté, ochucená káva, kávoviny
- upravuje označení bílého čaje, matcha, Pu ehr, cibetkové kávy a jiných, s příslušnými požadavky na jakost a označování
- způsob označení čajů, do nichž byly použity rostliny a jejich části, neuvedené v příloze č. 1

- upravena příloha, ve které jsou uvedeny části rostlin, které lze k výrobě bylinných a ovocných čajů použít
 - tabulka č. 1: Části rostlin, které lze použít bez omezení – přidán např. česnek medvědí (nať, list, cibulky), ječmen setý (plod, plod sladovaný), majoránka zahradní (nať), kakaovník pravý (slupky), verbena citrónová (list)
 - tabulka č. 2: Části rostlin, které lze použít do výše 30 % hmotnosti – přidán jinan dvoulaločný (list), maca horská (kořen), řebříček obecný (nať, květenství), stévie sladká (list), šanta kočičí (nať, list), violka rolní (květ), violka trojbarevná (nať a květ) a další, odebrána maceška
 - tabulka č. 3: Části rostlin, které lze použít do výše 5 % hmotnosti – přidán např. hloh obecný (květ, list, plod), ptačinec žabinec (nať), třapatka úzkolistá a bledá (nať a kořen), odebrán podběl obecný, violka trojbarevná a další
- káva nově rozdělena na 3 skupiny: zelená, pražená anebo ochucená
- přidány smyslové požadavky na zelenou kávu a nálev ze zelené kávy

4. Vyhláška č. 145/2023 Sb., kterou se mění vyhláška č. 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství, ve znění pozdějších předpisů

Novela vyhlášky č. 289/2007 Sb. byla přijata v návaznosti na aktuální novelu veterinárního zákona a zákona na ochranu zvířat proti týrání a nabyla účinnosti dnem 1. července 2023. Vyhláška reaguje na implementaci nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/429 o nálezích zvířat a o změně a zrušení některých aktů v oblasti zdraví zvířat („právní rámec pro zdraví zvířat“) do právního řádu České republiky, kdy oblast veterinárních a hygienických požadavků na úpravu živočišných produktů z území podléhajících veterinárním opatřením je stanovena právě tímto nařízením, proto tato právní úprava byla z vyhlášky vyňata. Došlo ke zrušení paragrafu 3 a přílohy 1 a 2. Vyhláška dále reaguje na změnu veterinárního zákona, která umožnila prodej nebalených vajec i prostřednictvím prodejních automatů a určuje, že se za malé množství prostřednictvím prodeje nebalených vajec považuje nejvýše 60 vajec. Mezi nepoživatelné potraviny byly nově přidány ledviny skotu staršího 60 měsíců. K této změně došlo podle důvodové zprávy na základě poznatků Státní veterinární správy, která provádí vyšetřování svaloviny, jater a ledvin skotu na obsah kadmia a bylo dlouhodobě prokázáno, že ledviny staršího skotu překračují limit kadmia stanovený evropskou legislativou. Cílem je zvýšení ochrany zdraví spotřebitele a snížení její zátěže těžkými kovy.

5. Vyhláška č. 146/2023 Sb., kterou se mění vyhláška č. 309/2011 Sb., o stanovení podmínek vyšetřování skotu na bovinní spongiformní encefalopatii v rámci prohlídky jatečných zvířat a masa, ve znění vyhlášky č. 136/2013 Sb.

Novela vyhlášky č. 309/2011 Sb. nabyla účinnosti dnem 1. července 2023. Došlo ke zvýšení věkové hranice pro vyšetřovaný skot na bovinní spongiformní encefalopatii v rámci prohlídky jatečných zvířat a masa, jde-li o skot původem z České republiky nuceně poražený mimo jatky, nebo u něhož byly při prohlídce před porážkou pozorovány klinické příznaky, na stejnou věkovou hranici, jaká je doposud u ostatních členských států Evropské unie s výjimkou Bulharska a Rumunska, a to na 48 měsíců. Zároveň byla navýšena částka za vyšetření skotu na bovinní spongiformní encefalopatii ze 750 Kč na

1078 Kč tak, aby odpovídala skutečné ceně tohoto vyšetření. V příloze vyhlášky, která stanovuje seznam členských států Evropské unie a území, jimž je povoleno nevyšetřovat skot na bovinní spongiformní encefalopatii v rámci prohlídky jatečných zvířat a masa, se doplňuje Chorvatsko, a to z důvodu, protože Chorvatsko bylo přidáno na seznam v příloze rozhodnutí 719/2009, kterým se některým členským státům povoluje přezkoumat jejich roční programy sledování bovinní spongiformní encefalopatie.

ZMĚNY V EVROPSKÉ LEGISLATIVĚ V OBLASTI POTRAVIN

1. Nařízení Komise (EU) 2023/915 ze dne 25. dubna 2023 o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách a o zrušení nařízení (ES) č. 1881/2006

Nové nařízení Komise (EU) 2023/915 upravující maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách nabylo účinnosti dnem 25. května 2023 a nahradilo tak nařízení (ES) č. 1881/2006. Maximální limity (ML), které byly stanoveny nařízením č. 1881/2006 ve znění pozdějších předpisů, jsou v novém nařízení zachovány. Nové nařízení je oproti původnímu nařízení přehlednější, čitelnější a srozumitelnější. Dále zakazuje chemickou detoxifikaci v rámci ošetření potravin obsahující kontaminující látky uvedené v příloze I. V případě kadmia rozšiřuje stávající výjimku platnou pro slad na všechny obiloviny používané k výrobě piva nebo destilátů, a to za podmínky, že se tyto zbytkové obiloviny neuvádějí na trh jako potravina. Co se týče maximálních limitů pro polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) v instantní/rozpustné kávě, tak nové nařízení instantní/rozpustnou kávu vyjímá z působnosti ML pro prášky z potravin rostlinného původu pro přípravu nápojů a maximální limity pro PAU ve výživě pro kojence a malé děti se vztahují na výrobky připravené k použití (uváděné na trh jako takové nebo rekonstituované podle pokynů výrobce). Nařízení nově stanoví také maximální limity pro melamin v počáteční kojenecké výživě v tekuté formě. Přejímaná opatření týkající se maximálních limitů přejímaných tímto nařízením, jež jsou stále relevantní, se v nařízení č. 2023/915 zachovávají.

2. Prováděcí nařízení Komise (EU) 2017/2470, kterým se zřizuje seznam Unie pro nové potraviny v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/2283 o nových potravinách

Seznam Unie týkající se nových potravin byl v roce 2023 mnohokrát novelizován, do září 2023 to bylo 23krát. Do seznamu byly připsány například tyto potraviny:

- částečně odtučněný prášek z *Acheta domestica* (cvrčka domácího)
- houbový prášek s vitamínem D₂
- zmrazené, kašovitě, sušené a práškové formy larev *Alphitobius diaperinus* (potemníka stájového)
- Zásaditý bílkovinný izolát ze syrovátky z kravského mléka
- Sušené ořechy z *Canarium ovatum* Engl. (také pili ořechy)
- Sušené ořechy z *Canarium indicum* L. (Kenari)
- Osteopontin z kravského mléka
- Pražená a pufovaná jádra ze semen *Euryale ferox* Salisb. (leknínek hrozivý)
- Odvar z listů kávovníku *Coffea arabica* L. a/nebo *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner
- Proteinový extrakt z vepřových ledvin

3. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách.

Toto nařízení bylo v roce 2023 dvakrát novelizováno. Nařízení Komise (EU) 2023/440 přidalo novou potravinářskou látku „karbomer“ pro použití v doplncích stravy. Nařízení Komise (EU) 2023/447 mezi sladidla nově zařadilo „glukosylované steviol-glykosidy“ pod označením E 960d.

Závěr

Legislativa oblasti potravin se neustále mění, a proto je důležité, aby se ti, co uvádějí potraviny na trh, pravidelně seznamovali se změnami a novými právními předpisy. Jsou to provozovatelé potravinářských podniků, kdož jsou v celém komplexu zacházení s potravinami zodpovědní za potraviny uváděné do tržní sítě a oni nesou následky plynoucí z porušování závazných právních předpisů.

Literatura

Důvodová zpráva k návrhu vyhlášky o požadavcích pokrmy, [vid 26-07-2023]. Dostupné z: <https://www.odok.cz/portal/veklep/material/KORNC86FN6MY/>

Důvodová zpráva k návrhu vyhlášky o požadavcích na čaj, kávu a kávoviny, [vid 27-07-2023]. Dostupné z: <https://www.odok.cz/portal/veklep/material/KORNCC6GE3NB/>

Důvodová zpráva k návrhu vyhlášky, kterou se mění vyhláška č. 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství, ve znění pozdějších předpisů, [vid 28-07-2023]. Dostupné z:

<https://odok.cz/portal/veklep/material/KORNCJ7BUW6B/>

Důvodová zpráva k návrhu vyhlášky, kterou se mění vyhláška č. 309/2011 Sb., o stanovení podmínek vyšetřování skotu na boviní spongiformní encefalopatii v rámci prohlídky jatečných zvířat a masa, ve znění vyhlášky č. 136/2013 Sb. [vid 28-07-2023].

<https://www.odok.cz/portal/veklep/material/KORNCMZDSRFC/>

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 ze dne 16. prosince 2008 o potravinářských přídatných látkách. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 25-08-2023]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 25-07-2023]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Komise (EU) 2023/915 ze dne 25. dubna 2023 o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách a o zrušení nařízení (ES) č. 1881/2006. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 25-07-2023]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2017/2470 ze dne 20. prosince 2017, kterým se zřizuje seznam Unie pro nové potraviny v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/2283 o nových potravinách. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 25-07-2023]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Vyhláška č. 330/1997 Sb., kterou se provádí § 18 písm. a), d), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro čaj, kávu a kávoviny. In: ASPI [právní informační systém]. Wolters Kluwer ČR [vid 27-07-2023].

Vyhláška č. 121/2023 Sb., o požadavcích na pokrmu. In: ASPI [právní informační systém]. Wolters Kluwer ČR [vid 26-07-2023].

Vyhláška č. 145/2023 Sb., kterou se mění vyhláška č. 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství, ve znění pozdějších předpisů. In: ASPI [právní informační systém]. Wolters Kluwer ČR [vid 28-07-2023].

Vyhláška č. 146/2023 Sb., kterou se mění vyhláška č. 309/2011 Sb., o stanovení podmínek vyšetřování skotu na bovinní spongiformní encefalopatii v rámci prohlídky jatečných zvířat a masa, ve znění vyhlášky č. 136/2013 Sb. In: ASPI [právní informační systém]. Wolters Kluwer ČR [vid 28-07-2023].

Vyhláška č. 187/2023 Sb., o požadavcích na čaj, kávu a kávoviny. In: ASPI [právní informační systém]. Wolters Kluwer ČR [vid 27-07-2023].

Zákon č. 167/2023 Sb., kterým se mění zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony. In: ASPI [právní informační systém]. Wolters Kluwer ČR [vid 27-07-2023].

Kontaktní adresa

MVDr. Petra Mačáková, Ph.D., VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ochrany zvířat a welfare a veřejného veterinárního lékařství, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: macakovap@vfu.cz

Přístup SZPI k označování rostlinných potravin názvy živočišného původu

The CAFIA's approach to labelling of plant-based food with names of animal origin

Singrová, E.

Státní zemědělská a potravinářská inspekce

Souhrn

V poslední době stoupá popularita rostlinných potravin a rostlinného stravování obecně a na to reaguje průmysl stále se rozšiřující nabídkou rostlinných potravin. S tím vyvstává otázka, jak takové výrobky označit, aby spotřebitel věděl, co přesně si kupuje. Je to bílé, je to tekuté a prodává se to v tetrapakovém obalu jako mléko, tak je to „rostlinné mléko“. Takové označení je však nejen matoucí pro spotřebitele, ale je v přímém rozporu s potravinářskou legislativou.

SZPI jako orgán státní správy podřízený Ministerstvu zemědělství, je státním orgánem odpovědným za dozor nad bezpečností, jakostí, ale také označováním potravin.

Klíčová slova: *rostlinné alternativy, označování potravin, SZPI*

Abstract

Recently, the popularity of plant-based foodstuff and plant-based eating in general has been increasing, and the industry is responding to this with an ever-expanding range of plant-based foods. This, however, raises the question of how to label such products so that the consumer knows exactly what he is buying. It is white, it is liquid, and it is sold in a “tetrapack” like milk, so it is “plant milk”. However, such labelling is not only misleading for consumers, but it is in direct conflict with food legislation.

CAFIA, as a state administration body subordinate to the Ministry of Agriculture, is the state authority responsible for supervision of safety, quality, and also labelling of foodstuffs.

Key words: *plant-based alternatives, food labelling, CAFIA*

Úvod

Označování potravin patří mezi nejsložitější oblasti potravinového práva a to zejména kvůli tomu, že požadavky na označování se vyskytují v různorodých právních předpisech. Od obecných předpisů, kterými jsou nařízení (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích, vyhláška č. 417/2016 Sb. o některých způsobech označování potravin, až po speciální předpisy, kterými jsou zejména komoditní vyhlášky a speciální nařízení pro určité potraviny jako víno, lihoviny a další.

Cílem právních předpisů je jednak ochrana zdraví spotřebitelů, ale také zaručení jejich práva na informace. Spotřebitelům by mělo být umožněno informovaně vybírat potraviny, které konzumují a zároveň právní předpisy zakazují používání informací, které by uváděly spotřebitele v omyl, zejména pokud jde o charakteristiky potravin, jejich účinky, vlastnosti, složení a další.

Obsah

Co je mlékem a mléčným výrobkem je definováno v nařízení (EU) č. 1308/2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty. Dané nařízení také

stanoví, že pro jiné produkty, než které jsou v něm uvedené, se nesmí použít žádná etiketa, obchodní dokument, propagační materiál ani žádná forma reklamy, ani jakýkoli způsob obchodní úpravy uvádějící, naznačující nebo vyvolávající dojem, že daný produkt je produktem odvětví mléka a mléčných výrobků. To znamená, že jako „rostlinné mléko“ nesmí být označen nejen samotný rostlinný nápoj, ale ani regálová etiketa, chladicí box, cenovka, záložka e-shopu apod. Obdobná pravidla platí i pro společné stravování. Výrazy nařízení vyhrazeném pro mléčné výrobky se tedy nesmí použít pro označení rostlinných výrobků a to ani v upravené nebo pozměněné formě, nebo s dodatkem „rostlinný“ apod.

Závěr

Účelem právní ochrany označení mléka a mléčných výrobků je ochrana přirozeného složení mléka a mléčných výrobků v zájmu jak výrobců, tak i spotřebitelů a vyhnutí se vyvolávání záměny mezi mléčnými výrobky a ostatními potravinami. Je na provozovateli potravinářského podniku, jak svůj výrobek označení, ale vždy to musí být v souladu s právními předpisy. Dle článku 17 odst. 1 nařízení 1169/2011 se názvem potravin rozumí její zákonný název. Pokud neexistuje, je názvem její vžitý název a v případě, že neexistuje ani ten, uvede se název popisný. Popisným názvem je název obsahující popis potravin, popis jejího použití, který je dostatečně přesný, aby spotřebitelům umožnil poznat skutečnou podstatu potravin a odlišit ji od jiných produktů, se kterými by mohla být zaměněna. Dle použité suroviny lze rostlinný výrobek pojmenovat jako „ovesný nápoj“. Lze také uvést použití rostlinného výrobku například: „ovesný nápoj vhodný k použití do kávy“.

Kontaktní adresa:

Mgr. Ing. Eva Singrová, Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Květná 15, 602 00 Brno, e-mail: eva.singrova@szpi.gov.cz

Reformulace výrobků z ovoce a zeleniny

Reformulation of Fruit and Vegetable Products

Rajchl, A.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Souhrn

Chemické složení ovoce a zeleniny je z výživového hlediska velmi výhodné. Při zpracování je ale celá řada výrobků obohacena o cukry či sůl. Příspěvek se zabývá problematikou možnosti snižování těchto složek ve vybraných výrobcích z ovoce a zeleniny.

Klíčová slova: *cukry, sodík, sůl, falšování, šťávy, kompoty, nakládaná zelenina*

Abstract

The chemical composition of fruits and vegetables is very advantageous from a nutritional point of view. However, many fruit and vegetable products are enriched with sugar or salt during processing. The conference paper deals with the issue of the possibility of reducing these components in selected fruit and vegetable products.

Key words: *sugars, sodium, salt, adulteration, juices, fruit cans, pickled vegetables*

Úvod

Jen málo potravin má mezi spotřebiteli tak dobrou pověst jako ovoce a zelenina. Světová zdravotnická organizace doporučuje konzumovat minimálně 400 g ovoce a zeleniny (vyjma brambor a dalších škrobnatých plodin) denně a konzumace ovoce a zeleniny je spojována se snížením rizika vzniku chronických neinfekčních nemocí (WHO, 2003). Ovoce a zelenina je charakteristické vysokým obsahem vody a až na výjimky nízkou energetickou hodnotou. Ovoce a zelenina také obsahují celou řadu látek se specifickými účinky na zdraví konzumenta a to jak pozitivními: vitaminy, karotenoidy, flavonoidy, apod., tak i s vlivy negativními, jako např.: šťavelany, kyanogenní glykosidy apod. (Sluková a kol., 2016). V případě ovoce je ale třeba při konzumaci zohlednit obsah cukrů, kterých může být v ovoci nezanedbatelné množství. Zatímco pro zeleninu je nízká energetická hodnota typická, u ovoce se obsah energeticky bohatých složek, zejména sacharidů a tuků významně liší. Vyšší obsah sacharidů je typický například pro hroznové víno, datle a fíky, tuky jsou charakteristické pro avokádo a skořápkové ovoce. Ukázka základního chemického složení několika ovocných druhů je uvedena v Tabulce 1.

Termín reformulace není legislativně nikde zakotven a je tedy možno k interpretaci tohoto slova přistupovat rozdílně. Na jedné straně se může jednat o jakoukoliv změnu ve složení/receptuře potravinářského výrobku. V současné době je ale tento termín vnímán spíše jako změna složení potraviny za účelem zlepšení jejího nutričního profilu, tedy nejčastěji se jedná snižování obsahu sodných iontů, snižování obsahu cukrů či snižování či změna složení tuků. Další možností reformulace může být fortifikace potravin o některé nutrienty, jako jsou vitaminy či minerální látky. Zlepšení výživové hodnoty je ale nepochybně poplatné stávajícímu stavu poznání a také je třeba brát v potaz pro koho je potravina určena (Rajchl a kol. 2019).

Reformulace výrobků z ovoce a zeleniny

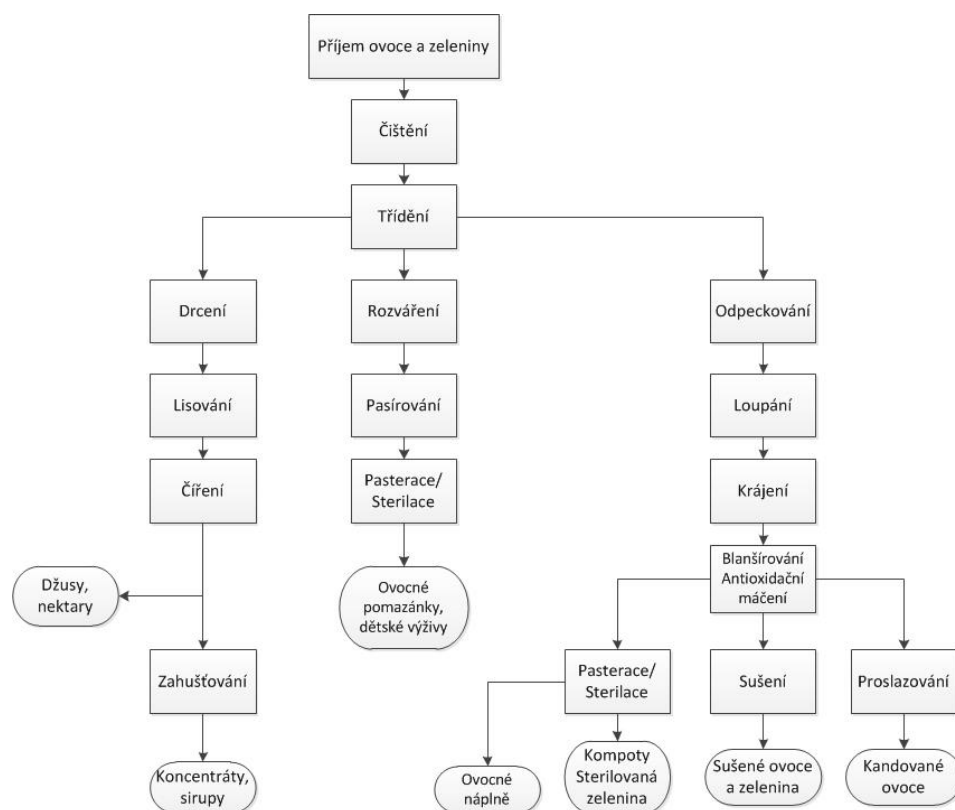
Technologie zpracování ovoce a zeleniny zahrnuje celou řadu různých výrob, viz Obrázek 1. Vysoká biologická hodnota je charakteristická zejména pro ovoce a zeleninu

v čerstvém stavu. Opracováním stejně jako dlouhodobým skladováním obsah výživově a sensoricky významných složek klesá.

Jako problematické se jeví reformulace produktů, které jsou tvořeny prakticky výhradně ovocem/zeleninou, jako jsou sušené či zmrazované ovoce a zelenina a dále pak šťávy a protlaky. Pokud jsou tyto výrobky doslazovány, tak náhrada cukru za jiná sladidla může dávat určitý smysl (Sinha et al., 2013; Žlabur et al., 2018). Reformulace se ale uplatňují zejména u výrobků, do kterých je přidáváno větší množství cukrů, jako jsou ovocné pomazánky či kompoty (Mendonca et al., 2001; Akesowan, 2010). K reformulacím těchto výrobků již došlo a na trhu je k dispozici větší množství těchto výrobků. Obecně ale stále platí, že náhrada cukru jinými sladidly není z technologického hlediska snadným úkolem a docílit srovnatelných sensorických vlastností je velmi obtížné, ne-li nemožné. V případě ovocných pomazánek se sníženým obsahem cukru je rovněž snížena jejich trvanlivost po jejich otevření.

Tabulka 1: Základní chemické složení vybraných druhů ovoce (v procentech) (převzato a upraveno ze Sinha et al., 2012)

Ovoce	voda	cukry	bílkoviny	tuk	vláknina
Jablko	86	12,0	0,3	stopy	2,0
Meruňka	88	9,5	0,8	stopy	2,1
Avokádo	79	5,9	1,5	12	1,8
Banán	75	20,0	1,2	0,3	3,4
Třešně	80	17,0	1,3	0,3	1,2
Hrozny	82	16,1	0,6	stopy	0,9
Pomeranč	87	10,6	1,0	stopy	1,8
Broskev	89	9,0	0,6	stopy	1,4
Hruška	86	11,5	0,3	stopy	2,1
Jahoda	91	5,1	0,7	0,3	2,2
Meloun	93	8,0	1,0	stopy	0,6



Obrázek 1: Přehled jednotlivých výrob a finálních produktů (Sluková a kol., 2016)

Zejména u zeleninových výrobků pak přichází v úvahu reformulace obsahu soli. Samotná surovina sodné ionty prakticky neobsahuje (např. jablka obsahují sodíku 10-40 mg/kg) (Souci et al., 2000). Při zpracování se ale může obsah soli řádově zvýšit, viz. Tabulka 2. Dříve vyráběná nasolovaná zelenina se dnes už prakticky nevyrábí, ale ani tak nebyl tento výrobek problematický, protože byl používán jako surovina při přípravě pokrmů (např. vývarů) a došlo tedy k významnému naředění přítomné soli. Jako problematické se co do obsahu soli tedy jeví spíše potraviny, které jsou v současné době konzumovány jako pochutiny, například olivy). Jednou z reformulačních strategií může být náhrada sodných solí za draselné či hořečnaté. Tyto záměny jsou možné ale jen do určité míry, neboť tyto sole negativně ovlivňují sensorické vlastnosti produktu (Bautista-Gallego et al., 2013).

Tabulka 2: Obsah soli ve vybraných druzích zpracované zeleniny (Bautista-Gallego et al., 2013)

Produkt	Obsah soli (mg/100 g)
olivy	1156
kyselé zelí	661
nakládané kyselé okurky	1208
vařená mrkev se solí	302
kimchi	641
kapary	2769

Literatura

- Akesowan, A. 2010. Storage Stability of Reduced-Sugar Preserved Mangoes Prepared with Acesulfame-K and/or Aspartame. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, vol. 6, no. 2, pp. 150-156.
- Bautista -Gallego, J., Rantsiou, K., Garrido-Fernández, A., Cocolin, L., Arroyo-López, F. N. 2013. Salt Reduction in Vegetable Fermentation: Reality or Desire? *Journal of Food Science*, vol. 78, no. 8, pp. 1095-1100.
- Mendonça, C. R., Zambiasi, R., Granada, G.G. 2001. Partial Substitution of Sugars by the Low-Calorie Sweetener Sucralose in Peach Compote. *Journal of Food Science*, vol. 66, no. 8, pp. 1195-1200.
- Rajchl, A. a kol. 2019. *Reformulace potravin*. Potravinářská komora České republiky.
- Sinchaipanit, P., Kerr, W. L., Chamchan, R. 2013. Effect of sweeteners and hydrocolloids on quality attributes of reduced-calorie carrot juice. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 93, pp. 3304-3311.
- Sinha, N.K, Sidhu, J.S., Barta, J., Wu, J.S.B., Pilar Cano, M. 2012. *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, second Edition, Wiley-Blackwell.
- Sluková, M., a kol. 2016. *Výroba potravin a nutriční hodnota*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze.
- Souci, S.W., Fachmann, W., Kraut, H. 2000. *Food Composition and Nutrition Tables*, 6th revised and completed edition; medpharm – Scientific Publishers: Stuttgart.
- WHO, 2003. *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation*. WHO Technical Report Series, No. 916. Geneva: World Health Organization.
- Žlabur, J. Š., Dobričević, N., Galić, A., Pliestić, S., Voća S. 2018. The influence of natural sweetener (*Stevia rebaudiana* Bertoni) on bioactive compounds content in chokeberry juice. *Journal of Food processing and Preservation*, vol. 42, no. 8, <https://doi.org/10.1111/jfpp.13406>

Poděkování

Projekt QK1910100 Vliv reformulace na trvanlivost a fyzikálně-chemické vlastnosti potravinářských výrobků, MZe, NAZV, program ZEMĚ.

Kontaktní adresa

doc. Ing. Aleš Rajchl, Ph.D., VŠCHT Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, e-mail: ales.rajchl@vscht.cz

Reformulace pekařských výrobků

Reformulation of bread and bakery products

Sluková M., Skřivan P.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Souhrn

Reformulace pekařských výrobků, konkrétně úprava recepturního složení a využití modifikovaných technologických postupů, je jedním ze současných výživových trendů při výrobě chleba a pečiva. Vývoj reformulovaných potravin se sníženým obsahem soli, cukru a tuku, vývoj potravin s nižším glykemickým indexem a sníženou energetickou hodnotou se zachováním původního charakteru výrobku, je důležitý z důvodu ochrany a udržení zdraví vybraných skupin populace zejména dětí a dospívajících. V rámci příspěvku budou prezentovány druhy reformulací pekařských výrobků a možnosti jejich řešení v pekárenské praxi.

Klíčová slova: *kvasy, složky vlákniny, celozrnné mouky, produkty hydrotermické úpravy zrnin*

Abstract

The reformulation of bakery products, specifically the change of recipe and the use of modified technological processes, is one of the current nutritional trends in the production of novel bread and bakery products. The development of reformulated foods with reduced salt, sugar and fat content, the development of foods with a lower glycaemic index and reduced energy value, while maintaining the original character of the product, is important in order to protect and maintain the health of selected population groups, particularly children and adolescents. Types of bakery products reformulations and the possibilities of their solution in bakery practice will be presented.

Key words: *sourdough, dietary fibre components, wholegrain flour, products of hydrothermic treatment*

Úvod

Obiloviny a výrobky z nich jsou pro většinu spotřebitelů stále významnou složkou denního jídelníčku. Běžné pečivo českého typu (rohlíky, housky, večky) a konzumní chléb představují při pravidelné konzumaci významný zdroj sodných iontů v běžném jídelníčku obyvatel ČR. Považujeme tak možnost redukce obsahu NaCl (dále jen soli) ve finálním výrobku, resp. redukci recepturního přídatku soli do těsta, za přínosnou. Obvyklá recepturní dávka soli při výrobě základních typů běžného pečiva činí 1,5 % hm. vztaženo na hmotnost mouky. Při výtěžnosti těsta 165 % a ztrátě pečením cca 15 % dosahuje podíl soli ve finálním výrobku kolem 1,8 %. Jedním z cílů reformulace tedy bylo ve vybraném výrobku typu běžného pečiva (chlebičková vecka) docílit snížení recepturního přídatku soli na pod 1,2 % hm., což by znamenalo snížení obsahu soli ve finálním výrobku pod 1,0 % hm. Snížení obsahu soli v pekařských výrobcích naráží na dvě základní omezení – tím prvním je technologická role soli při tvorbě vnitřní struktury, a tudíž reologických vlastností těst (zejména pšeničných), druhým pak sensorická přijatelnost výrobku (Salovaara, 2009). Kompenzace dopadů snížení obsahu soli do sensorických vlastností – snížení intenzity slané chuti – je možná více způsoby (náhrada části NaCl za KCl, použití speciální mikrokrytalické soli, přídavek koření apod.). Pro naši práci jsme zvolili

kompenzaci snížení intenzity slané chuti prohloubením (obohacením) chuťových vlastností pozadí přidavkem dávky pšeničného kvasu.

Dalším racionálním směrem reformulace je snižování podílu rychle stravitelného škrobu a tím i glykemického indexu (GI) pekařských výrobků. V případě pečiva a chleba je možné jít cestou využití hydrotermické úpravy suroviny (zrna nebo mouky), nebo využitím produktů fermentačních postupů (pšeničné omládky, kvasy) (Sluková a kol. 2021). Celkové relativní snížení obsahu škrobu je proveditelné zejména zvýšením obsahu vlákniny. Výrobky z tmavých a celozrnných mouk vykazují hodnoty GI podstatně nižší než pečivo ze světlých mouk, v některých případech se mohou dostávat i pod 55, což je horní hranice pásma potravin s nízkým GI.

Posledním směrem reformulace je snížení, respektive substituce, obsahu tuku u některých druhů jemného pečiva, především těch, které jsou konzumovány ve větší míře a zejména dětmi a mládeží – typicky například muffiny, různé další druhy výrobků z třených a šlehaných hmot i u některých druhů kynutého jemného pečiva, které se ze svátečního pokrmu stalo potravinou denní spotřeby (vánočky, sladké loupáky aj.). Muffiny patří do kategorie jemného pečiva vyrobeného ze třených hmot/těst kypřených chemicky, s vysokým obsahem tuku a cukru, s charakteristickým tvarem a vlastnostmi střídy. Výzkum v této oblasti reformulace je často zaměřen na využití vhodných náhrad tuku a cukru v receptuře muffinu. V pekárenské praxi jsou často využívány komerční preparáty na bázi sacharidů (např. dextransy a modifikované škroby, ovocná vláknina, obilná vláknina, polydextrosa apod.), preparáty na bázi bílkovin (např. mikroparticulární bílkoviny, modifikovaný syrovátkový bílkovinný koncentrát apod.), na bázi tuku (polyestery sacharosy např. Olestra), nebo kombinované (Martínez-Cervera et al., 2015; Colla et al., 2018). Strategie redukce cukru spočívá v částečné nebo celkové náhradě cukru (sacharosy) různými sladidly nebo v celkovém snížení množství cukru (Caporizzi et al., 2021). Cílem prezentované aktivity bylo připravit výrobky typu muffinů s vyváženou nutriční hodnotou, aniž by byla ovlivněna jejich senzorická kvalita.

Materiál a metodika

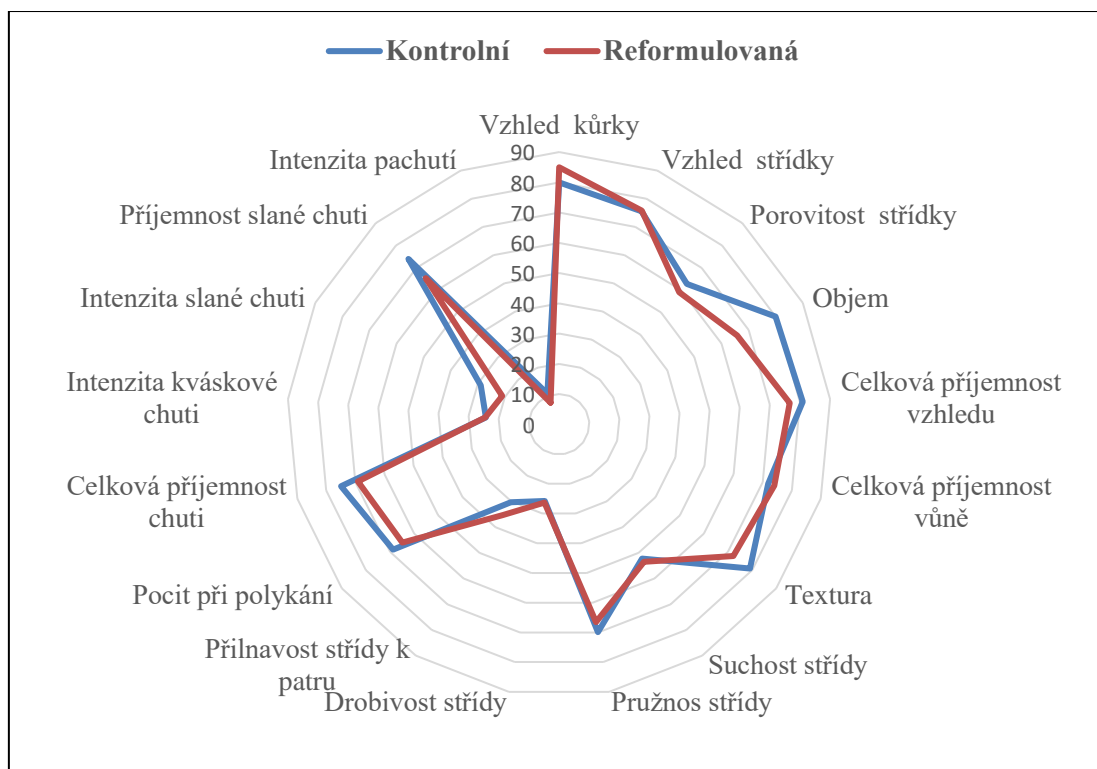
Pšeničné kvasy a chlebičkové večky byly připraveny z pšeničné hladké světlé mouky T530. Byly využity optimalizované podmínky technologického postupu výroby jednostupňově vedeného pšeničného kvasu: řízená automatizovaná výroba v provozním fermentoru, přídavek DIOSStart *wheat fruit* (Diosna, SRN) startovací kvasné kultury byl 0,5 % na hmotnost použité mouky, teplota fermentace 30 °C, doba fermentace 20 h a výtěžnost kvasu 240 %. U kvasů bylo hodnoceno jejich pH (digitálním pH metrem), titrační kyselost (norma ČSN 56 0116-10), profil organických kyselin pomocí izotachoforézy a profil aromatických látek (pomocí SPME-GC-MS). Upečené večky byly senzoricky posouzeny panelem hodnotitelů, měkkost střídy byla sledována pomocí penetrometru a byla stanovena nutriční hodnota kontrolních a reformulovaných vek.

Základními surovinami pro přípravu muffinů byly pšeničná mouka světlá hladká T530, vaječná melanž, řepkový olej, cukr krupice, kypřicí prášek, jedlá soda a polotučné mléko. V rámci reformulací byl hodnocen vliv 50%, 75% a 100% náhrady tuku (náhrada řepkového oleje) směsí vody s různými druhy vlákniny a polysacharidů (hydrokoloidů). Jako náhrady tuku byly použity následující suroviny: psyllium, jablečná vláknina, bio lněná vláknina zlatá, inulin (komerční označení OST256), maltodextrin (komerční označení DEXTROMALTDE20-MAL22), vláknina z červené řepy, mrkvová vláknina a kukuřičná vláknina (komerční označení NUTRIOSE FM 06). U muffinů byla

provedena senzoričká analýza, penetrometrické stanovení, proměřena aktivita vody a vypočtena nutriční hodnota.

Výsledky a diskuze

Obsah soli v receptuře reformulovaných vek s pšeničným kvasem byl 1,2 % hm. soli vztaženo na hmotnost mouky. Běžná recepturní dávka soli při výrobě nereformulované omládkové veky (kontrolní) je 1,5 % hm. soli vztaženo na hmotnost mouky. Snížením recepturního přídatku soli na 1,2 % a aplikací dávky pšeničného kvasu (8,5 % na hmotnost mouky) se podařilo snížit obsah soli v hotovém výrobku na 0,9 %. Uvedené snížení obsahu soli lze považovat za významnou redukci a lze využít u reformulované veky výživové tvrzení o snížení obsahu soli ve výrobku: „přijatelný 25% rozdíl obsahu sodíku nebo rovnocenné hodnoty soli ve srovnání s podobným pekařským produktem“. Bylo ověřeno, že snížení obsahu soli v reformulovaných vekách, a tím snížení intenzity slané chuti bylo senzoričcky hodnoceno jako neznatelné (viz obr. 1).



Obrázek 1: Grafické znázornění senzoričkého profilu hodnocených chlebičkových vek

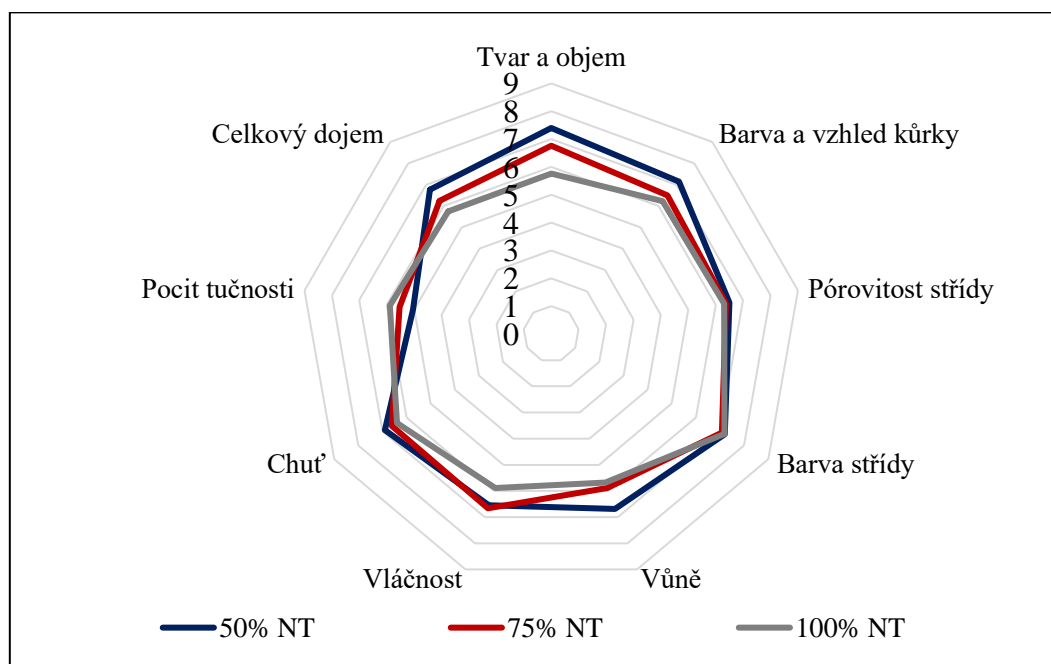
Přehled receptur kontrolního muffinu a reformulovaného muffinu je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1: Receptury muffinů s vybranou náhradou tuku

Suroviny (g nebo ml)	Kontrolní receptura	50% náhrada tuku	75% náhrada tuku	100% náhrada tuku
Mouka T530	250	250	250	250
Melanž	120	120	120	120
Řepkový olej	69,70	34,85	17,43	-
Náhrada tuku	-	6,97	12,50	25,00

Suroviny (g nebo ml)	Kontrolní receptura	50% náhrada tuku	75% náhrada tuku	100% náhrada tuku
Voda	15,30	43,18	55,07	60,0
Mléko	200	200	200	200
Cukr	140	140	140	140
Kypřicí prášek	5	5	5	5
Jedlá soda	5	5	5	5

Během testování náhrady tuku u reformulovaných muffinů byl zjištěn optimální poměr náhrady tuku (inulinu) a vody pro jednotlivé stupně náhrad. Při 50% nahrazení tuku byl poměr náhrady tuku a vody kolem 1:4, při 75% nahrazení byl přibližně 1:3 a při 100% nahrazení 1:2. Předem připravená vodná suspenze s náhradou tuku byla postupně dávkována do těsta během mísení. Vyšší přídavek inulinu ve vzorku způsobil světlejší barvu povrchu muffinu. Přídavek inulinu nejvíce ovlivnil tvar upečených muffinů. S vyšší dávkou inulinu uváděli hodnotitelé sladší a velmi příjemnou chuť muffinů. Povrch muffinů se 75% a 100% náhradou tuku byl lehce lepkavý (obr. 2).



Obrázek 2: Sensorické zhodnocení muffinů s 50%, 75% a 100% náhradou tuku (NT) inulinem

U vzorků muffinů s vyšší náhradou tuku docházelo ke snížení jejich sensorické přijatelnosti a u většiny vzorků také ke snížení vláčnosti upečených muffinů. Vyšší přídavky náhrady tuku měly dále vliv na celkový tvar muffinů a jejich pórovitost střídy. Významný vliv měly náhrady na změnu nutriční hodnoty muffinů. S vyšším přídavkem náhrady klesala celková energetická hodnota muffinu a snížil se obsah tuku a nasycených mastných kyselin. Přídavek inulinu jako náhrada tuku měl vliv na snížení celkové energetické hodnoty muffinu, snížení obsahu tuků i nasycených mastných kyselin (NMK) a zároveň na zvýšení obsahu vlákniny (tabulka 2).

Tabulka 2: Porovnání výpočtem stanovené nutriční hodnoty muffinů s 50%, 75% a 100% náhradou tuku (NT) inulinem

Energetická hodnota a složení 100 g muffinu	Řepkový olej	50% NT	75% NT	100% NT
Energie (kJ/kcal)	1396/332	1211/287	1128/267	1048/248
Tuky (g)	13	7,8	5,4	2,9
z toho *NMK (g)	1,6	1,3	1,1	0,9
Sacharidy (g)	46	46	46	46
z toho cukry (g)	22	22	22	22
Bílkoviny (g)	7,3	7,3	7,3	7,3
Vláknina (g)	1,1	2,0	2,7	4,3
Sůl (g)	0,19	0,19	0,19	0,19

*NMK – nasycené mastné kyseliny

Závěr

Pekařské výrobky jsou z důvodu vysoké četnosti konzumace považovány za jedny ze základních zdrojů příjmu soli v lidské výživě. Snížení obsahu soli v receptuře běžného pečiva by mohlo vést k poklesu celkového denního příjmu soli. V rámci pokusů byla optimalizována receptura a postup výroby chlebičkové večky se sníženým obsahem soli (0,9 g/100 g) a s přidavkem pšeničného kvasu (8,5 % na mouku). Uvedené snížení obsahu soli se zachováním přijatelných sensorických vlastností lze považovat za významnou redukci v běžném pečivu tohoto typu a lze jej aplikovat i u dalších druhů jako je rohlík, nebo kaiserka.

Snížování obsahu tuku v jemném pečivu má smysl pouze tam, kde se tyto výrobky staly předmětem denní konzumace zejména u dětí, a pokud nedojde k zásadním proměnám očekávaného charakteru a sensorických vlastností tohoto druhu pečiva. U těchto výrobků se úspěšně ověřila možnost substituce významného podílu tuku vodnou suspenzí inulinu.

Literatura

- Caporizzi, R., Severini, C., Derossi A. 2021. Study of different technological strategies for sugar reduction in muffin addressed for children. *NFS Journal*, vol. 23, pp. 44-51.
- Colla, K., Costanzo, A., Gamlath, S. 2018. Fat Replacers in Baked Food Products. *Foods*, vol. 7, no. 12, pp. 192.
- Martínez-Cervera, S., Salvador, A., Sanz, T. 2015. Cellulose ether emulsions as fat replacers in muffins: Rheological, thermal and textural properties. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 63, no. 2, pp. 1083-1090.
- Salovaara, H. 2009. Technologies of salt reduction in bread: Issues, problems and solutions. Salt in Bread: Technical, Taste and other Parameters for Healthy Eating. Seminar 21. Centre de Conférences Albert Borschette (ccab) 36, rue Froissart B-1040 Brusel, Belgie.
- Sluková, M., Skřivan, P., Švec, I., Jiříček, L. 2021. Reformulace pekařských výrobků - možnosti snížení obsahu soli při výrobě běžného pečiva. *Výživa a potraviny*, vol. 6, pp. 155-160.

Poděkování

Tato práce byla podpořena výzkumným projektem NAZV, QK1910100, Vliv reformulace na trvanlivost a fyzikálně-chemické vlastnosti potravinářských výrobků.

Kontaktní adresa

doc. Ing. Marcela Sluková, Ph.D., VŠCHT Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Ústav sacharidů a cereálií, Technická 5, 166 28 Praha 6 - Dejvice, e-mail: marcela.slukova@vscht.cz

Reformulace masných výrobků: módní vlna, nebo reakce na požadavky zákazníka?

Reformulation of meat products: a fad or a response to customer demands?

Kameník, J., Dorotíková, K., Macharáčková, B., Dušková, M., Ježek, F.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

V rámci projektu QK1910100 byly provedeny experimenty s reformulovanými tepelně opracovanými masnými výrobky špekáčky, gothajský salám, salám junior. Cílem bylo porovnat mikrobiologickou kvalitu mělněných masných výrobků připravených s tradičním podílem soli přesahujícím 2 % a reformulovaných šarží se sníženým podílem soli na 1,7 %. Studie potvrdila, že snížením podílu soli pod 1,8 % není ohrožena mikrobiální stabilita tepelně opracovaných mělněných masných výrobků v porovnání se standardními produkty. I ke konci testované doby údržnosti byly počty bakterií v produktech s konvenčním i reformulovaným obsahem soli hluboko pod obecně vnímanou hladinou mikrobiální údržnosti 7 log KTJ/g.

Klíčová slova: *údržnost, špekáčky, gothajský salám, salám junior, bakterie mléčného kvašení*

Abstract

As part of the QK1910100 project, experiments were carried out with reformulated cooked meat products. The aim was to compare the microbiological quality of comminuted meat products prepared with a traditional proportion of salt exceeding 2% and reformulated batches with a reduced proportion of salt to 1.7%. The study confirmed that reducing the salt content below 1.8% does not compromise the microbial stability of cooked meat products compared to standard products. Even at the end of the tested shelf life, the level of bacteria in products with both conventional and reformulated salt content were well below the generally perceived level of microbial shelf life of 7 log CFU/g.

Key words: *shelf life, špekáčky, Gothai sausage, Junior sausage, lactic acid bacteria*

Úvod

Reformulace potravin je definována jako „změna obsahu živin v zpracovaných potravinách ve smyslu snížení obsahu některých látek, jako jsou sodík, nasycené mastné kyseliny, trans-mastné kyseliny nebo energie (kilojouly), nebo zvýšení podílu složek s pozitivním působením na lidský organismus, jako vláknina, ovoce, zelenina, celozrnné obiloviny a nenasycené mastné kyseliny“ (Neacsu et al., 2015). V oblasti tzv. zpracovaných mas (*processed meats*), tj. ve skupině masných polotovarů a masných výrobků, se reformulace týkají zejména i) snížení obsahu soli a/nebo obsahu tuku; ii) obohacení výrobků ingrediencemi s pozitivním vlivem na zdravotní stav (např. mastné kyseliny řady omega 3, probiotika, vitaminy, vláknina); iii) snížení obsahu, nebo úplná náhrada chemických přídatných látek, jako např. dusitany (Shan et al., 2017). Masné výrobky a také masné polotovary jsou kritizovány (ať už právem, či neprávem) kvůli obsahu dusitanu, chloridu sodného nebo za vysoký podíl tuku (Di Vita et al., 2019). Reformulace této kategorie potravin směřuje ale nejčastěji na snížení podílu soli. Protože se obsah soli v potravinách hodnotí podle koncentrace sodíku, snaha o snížení podílu soli může směřovat dvěma směry. Nejjednodušší je snížit přídavek soli na nezbytně nutnou dávku (z hlediska technologického i senzorického). Druhá možnost spočívá v částečné

náhradě sodíku draslíkem, příp. jinými prvky v aplikovaných chloridech. V rámci projektu Vliv reformulace na trvanlivost a fyzikálně-chemické vlastnosti potravinářských výrobků (QK1910100; Program aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017-2025 ZEMĚ) tým Veterinární univerzity v roli spoluřešitele provedl experimenty s reformulovanými tepelně opracovanými masnými výrobky špekáčky, šunka nejvyšší jakosti, gothajský salám, salám junior.

Cílem bylo porovnat mikrobiologickou kvalitu mělněných masných výrobků připravených s tradičním podílem soli přesahujícím 2 % a reformulovaných šarží se sníženým podílem soli na 1,7 %.

Materiál a metodika

Ve spolupráci se zpracovatelem A byly připraveny 2 šarže mělněného masného výrobku špekáčky. Jedna šarže představovala výrobek z běžného sortimentu zpracovatele, dále v textu budou tyto špekáčky označeny jako špekáčky 2,1 (podle podílu soli 2,1 %). Druhá šarže byla připravená s podílem soli 1,7 %, v dalším textu budou vzorky této šarže označeny jako špekáčky 1,7. Tepelné opracování proběhlo dle národní legislativy (Vyhláška, 2016) s dosažením tepelného účinku, který odpovídá působení teploty 70 °C po dobu 10 min v celém produktu. Bezprostředně po vychlazení byly výrobky vakuově zabaleny po dvou kusech a odeslány s dodržením chladírenského řetězce do mikrobiologické laboratoře k dalším analýzám. Po dobu analýz byly vzorky uloženy v chladárně s teplotou 3±1 °C. Příprava vzorků a jejich analýzy proběhly dvakrát, v měsících květen-červen 2019 a 2020.

V období 2021 byly zpracovatelem A připraveny dávky gothajského salámu a junior salámu se sníženým podílem soli 1,7 %. Dílo bylo plněné do bariérových plastových obalů o průměru 85 mm (gothajský salám), nebo 75 mm (salám junior). Tepelné opracování proběhlo ve stejném režimu jako pro špekáčky.

Ve vzorcích byl stanoven celkový počet mikroorganismů (CPM), počet bakterií mléčného kvašení (BMK) a počet bakterií čeledi *Enterobacteriaceae* podle příslušných standardů ISO.

Výsledky a diskuse

Výsledky mikrobiologické analýzy vzorků špekáčků s podílem soli 1,7 nebo 2,1 % obsahuje tabulka 1. Počet KTJ čeledě *Enterobacteriaceae* byl ve všech případech pod detekčním limitem a tyto výsledky proto v tabulce chybí.

Z tabulky 1 jsou zřejmé dvě skutečnosti. Zaprvé se během čtyřtýdenního skladování všech 4 šarží špekáčků výrobce A zvyšoval CPM jen málo. V experimentu z r. 2019 zůstávala po celou dobu údržnosti populace detekovaných bakterií řádově na hodnotách počátečního stavu. A obdobné výsledky poskytl také experiment v r. 2020. Zadruhé při porovnání šarží 1,7 a 2,1 je patrný rozdíl v počtu KTJ/g, kdy vzorky špekáčků s nižším podílem soli vykazovaly přibližně o 1 logaritmičtý řád vyšší počty bakterií, a to prakticky po celou dobu skladování. Tento rozdíl byl statisticky významný ($P = 0,013$). Jak je dále patrné z tabulky 1, v případě špekáčků analyzovaných v této studii zůstávala populace BMK i na konci experimentu po čtyřtýdenním skladování daleko pod hodnotou 10^5 KTJ/g. Přitom se za mezní hodnotu kažení masa a masných výrobků považuje obecně 10^7 KTJ/g.

Tabulka 1: Výsledky vývoje celkového počtu mikroorganismů (CPM) a bakterií mléčného kvašení (BMK) v šaržích špekáčků výrobce A s podílem 1,7 % a 2,1 % soli během čtyřtýdenního skladování při 4±1 °C (údaje v KTJ/g)

Rok	šarže	CPM				
		0	1	2	3	4
2019	1,7	4,9×10 ²	6,3×10 ²	6,9×10 ²	2,7×10 ²	2,0×10 ²
	2,1	4,0×10 ¹	1,3×10 ¹	1,2×10 ²	9,6×10 ¹	5,7×10 ¹
2020	1,7	1,3×10 ³	7,7×10 ²	5,9×10 ²	6,3×10 ⁴	1,4×10 ³
	2,1	5,6×10 ¹	4,2×10 ¹	3,5×10 ¹	2,2×10 ²	3,5×10 ⁴

Rok	šarže	BMK				
		0	1	2	3	4
2019	1,7	7,5×10 ¹	<5,0×10 ¹	<5,0×10 ¹	<5,0×10 ¹	<5,0×10 ¹
	2,1	<5,0×10 ¹	<5,0×10 ¹	2,5×10 ¹	3,0×10 ²	<5,0×10 ¹
2020	1,7	<5,0×10 ¹	<5,0×10 ¹	<5,0×10 ¹	7,7×10 ⁴	1,3×10 ³
	2,1	<5,0×10 ¹	<5,0×10 ¹	<5,0×10 ¹	1,2×10 ²	3,5×10 ³

Přítomnost CPM byla ve všech vzorcích měkkých salámů buď pod mezí detekce, nebo na její hranici (tab. 2). V salámech nebyly během skladování zjištěny BMK. Ani experiment s termostatovou zkouškou s měkkými salámy přítomnost BMK neprokázal. Svědčí to o mimořádně kvalitní vstupní surovině a dokonale zvládnutém tepelném opracování u zpracovatele A.

Tabulka 2: Hodnoty celkového počtu mikroorganismů (CPM) ve vzorcích reformulovaných měkkých salámů se sníženým podílem soli po dobu tříměsíčního skladování při 4±1 °C a po termostatové zkoušce (údaje v KTJ/g)

vzorek	CPM				
	0	1	2	3	TZ 15 °C/7 dnů
junior standard	2,5×10 ¹	<1,0×10 ¹	<1,0×10 ¹	<1,0×10 ¹	1,5×10 ²
junior reformulovaný	1,7×10 ²	9,6×10 ¹	1,2×10 ²	3,4×10 ²	1,1×10 ³
gothaj standard	3,5×10 ¹	4,3×10 ¹	1,0×10 ¹	<1,0×10 ¹	2,5×10 ²
gothaj reformulovaný	<1,0×10 ¹	1,5×10 ¹	3,0×10 ¹	2,0×10 ¹	5,5×10 ¹

TZ: termostatová zkouška, ve které byly salámy 7 dnů při 15 °C.

V experimentech s měkkými salámy se sníženým podílem soli a standardním podílem tuku nebo s měkkými salámy se sníženým podílem soli a sníženým podílem tuku nebyly během skladování zjištěny BMK. Přitom tato početná bakteriální skupina představuje hlavní podíl mikrobioty spojené s kažením tepelně opracovaných masných výrobků (Martins et al., 2020; Samelis et al., 2000; Vermeiren et al., 2005).

Skutečnost, že se mikrobiota držela po celou dobu experimentu na nízkých hladinách a počet BMK byl ve většině analýz pod hranicí záchytu, klade otázku, jaké bakterie představovaly převahu mikrobiomu testovaných masných výrobků? Na základě

morfologie kolonií na použitém agaru byla část zjištěných bakterií zařazená mezi aerobní sporogenní bakterie. Podle Fraquezy et al. (2021) eliminuje tepelné opracování masných výrobků nesporogenní bakterie, nikoli však spory. Na rozdíl od BMK však nenacházejí zástupci této bakteriální skupiny v prostředí nitra masných výrobků příznivé podmínky pro svůj růst, jejich populace zůstává na nízké úrovni, ale setrvává v produktech prakticky po celou dobu údržnosti.

Závěr

Závěrem lze konstatovat, že také produkty s podílem soli okolo 1,7 % (tj. snížení oproti standardu o 20-30 %) nepředstavují riziko z pohledu podpory růstu bakterií. Výsledky potvrdily závěry Aaslyng et al. (2014), že v tepelně opracovaných salámech lze snížit podíl soli z 2,2 na 1,7 %, aniž by tím byla negativně ovlivněna údržnost nebo bezpečnost finálních produktů.

Literatura

- Aaslyng, M. D., Vestergaard, C., Koch, A. G. 2014. The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science*, vol. 96, no. 1, pp. 47-55.
- Di Vita, G., Blanc, S., Brun, F., Bracco, S., D'Amico, M. 2019. Quality attributes and harmful components of cured meats: Exploring the attitudes of Italian consumers towards healthier cooked ham. *Meat Science*, vol. 155, pp. 8-15.
- Fraqueza, M. J., Laranjo, M., Elias, M., Patarata, L. 2021. Microbiological hazards associated with salt and nitrite reduction in cured meat products: control strategies based on antimicrobial effect of natural ingredients and protective microbiota. *Current Opinion in Food Science*, vol. 38, pp. 32-39.
- Martins, W. F., Longhi, D. A., de Aragão, G. M. F., Melero, B., Rovira, J., Diez, A. M. 2020. A mathematical modeling approach to the quantification of lactic acid bacteria in vakuum-packaged samples of cooked meat: Combining the TaqMan-based quantitative PCR method with the plate-count method. *International journal of Food Microbiology*, vol. 318, 108466.
- Neacsu, M., Vaughan, N., Raikos, V., Multari, S., Duncan, G. J., Duthie, G. G., Russell, W. R. 2015. Phytochemical profile of commercially available food plant powders: their potential role in healthier food reformulations. *Food Chemistry*, vol. 179, pp. 159-169.
- Samelis, J., Kakouri, A., Rementzis, J. 2000. Selective effect of the product type and the packaging conditions on the species of lactic acid bacteria dominating the spoilage microbial association of cooked meats at 4 °C. *Food Microbiology*, vol. 17, no. 3, pp. 329-340.
- Shan, L. C., De Brún, A., Henchion, M., Li, C., Murrin, C., Wall, P. G., Monahan, F. J. 2017. Consumer evaluations of processed meat products reformulated to be healthier – A conjoint analysis study. *Meat Science*, vol. 131, pp. 82-89.
- Vermeiren, L., Devlieghere, F., De Graef, V., Debevere, J. 2005. In vitro and *in situ* growth characteristics and behaviour of spoilage organisms associated with anaerobically stored cooked meat products. *Journal of Applied Microbiology*, vol. 98, no. 1, pp. 33-42.
- Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: ASPI. Wolters Kluwer ČR [vid 06-06-2022].

Poděkování

Tento výzkum byl financován projektem QK1910100; Program aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017-2025 ZEMĚ.

Kontaktní adresa

doc. MVDr. Josef Kameník, CSc., MBA, Veterinární univerzita Brno, email: kamenikj@vfu.cz.

Patulin – 80 let výzkumu mykotoxinu významného pro veřejné zdraví *Patulin - 80 years of research on mycotoxin important for public health*

Ostrý, V.¹, Malíř, F.², Kýrová, V.¹, Ruprich, J.¹

¹Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin v Brně

²Univerzita Hradec Králové, katedra biologie

Souhrn

Patulin (PAT) byl izolován před 80. lety při vyhledávání nových chemických látek s antibiotickými účinky. Bylo zjištěno, že má vedle antibakteriálních účinků i účinky antivirové, antifungální a antiprotozoální. Novější studie ukázaly, že PAT je toxický pro živočichy včetně člověka a byl díky svým toxickým účinkům přerazen mezi mykotoxiny. Vyskytuje se často v jablkách. Dále byl stanoven např. v banánech, grepech, broskvích, meruňkách, ananasu, borůvkách, malinách, v plesnivých kompotech, hroznovém moštu a v hruškových džusech. PAT je v potravinách limitován v nařízení Komise (EU) 2023/915.

Klíčová slova: *patulin, Penicillium expansum, bezpečnost potravin, veřejné zdraví*

Abstract

Patulin (PAT) was isolated before the 80s during the search for new chemical substances with antibiotic effects. It has been found to have antiviral, antifungal and antiprotozoal effects in addition to antibacterial effects. More recent studies have shown that PAT is toxic to animals, including humans, and has been classified as a mycotoxin due to its toxic effects. It occurs frequently in apples. It was also determined e.g. in bananas, grapefruits, peaches, apricots, pineapples, blueberries, raspberries, in mould compotes, grape must and in pear juices. PAT is limited in food by Commission Regulation (EU) 2023/915.

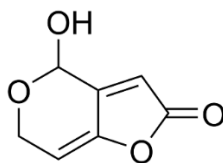
Key words: *patulin, Penicillium expansum, food safety, public health*

Úvod

Mykotoxin patulin (PAT) byl poprvé izolován v roce 1943, jako sekundární metabolit *Penicillium patulum* (nyní *Penicillium griseofulvum*) (Birkinshaw et al., 1943). Bylo prokázáno, že PAT (syn. clavacin, mykoin C, penicidin, expansin) má širokospektrální antibiotickou aktivitu, kdy došlo k inhibici růstu více než 75 druhů gram pozitivních a gram negativních bakterií. PAT byl zpočátku testován např. k léčbě nachlazení ve formě spreje do krku a nosu nebo jako krém k léčbě plísňových kožních infekcí. Od 50. do 60. let bylo dále prokázáno, že PAT vedle antibakteriálních účinků má i účinky antivirové, antifungální a antiprotozoální. (Ciegler et al., 1971; Ciegler et al., 1977). Novější studie ukázaly, že PAT je toxický nejen pro bakterie a plísně, ale také pro rostliny a živočichy včetně člověka (Moake et al., 2005). PAT byl proto díky svým toxickým účinkům přerazen mezi mykotoxiny.

Chemická charakteristika patulinu

Patulin (PubChem CID: 4696) je možno chemicky charakterizovat jako heterocyklický lakton. Jedná se o 4-hydroxy-4H-furo[3,2-c]pyran-2(6H)-one (viz obr.).



Obrázek: Strukturální vzorec patulinu

PAT má molekulární hmotnost 154.12 a nízkou volatilitu. Je rozpustný ve vodě, v acetonu, ethylesteru kyseliny octové, etheru, chloroformu a etanolu. Není rozpustný v benzenu a petroletheru.

Producenti patulinu

Při produkci PAT se uplatňují především čtyři rody vláknitých mikroskopických hub: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Paecilomyces* a *Byssochlamys* (Frisvad, 2018). Mezi nejdůležitější patří zejména *Penicillium expansum*, *Aspergillus clavatus* a *Byssochlamys nivea*. *Penicillium expansum* je jeden z hlavních producentů PAT. *P. expansum* jako houbový patogen způsobuje posklizňovou hnilobu u mnoha různých druhů ovoce, jako jsou jablka, meruňky, černý rybíz, třešně, citrusové plody, hrozny, melouny, broskve, hrušky, švestky a jahody (Snowdon, 1990; Larsen et al., 1998; Ostry et al., 2018).

Stanovení patulinu potravinách

Ke stanovení PAT byly používány imunochemické metody (ELISA, EIA, „dipsticks“ a „lateral flow“ testy), chromatografické metody (TLC, HPTLC, HPLC, GC, LC-MS/MS), NIR spektroskopie, kapilární elektroforéza a biosenzory (Ostry et al., 2018; Notardonato et al., 2021).

Výskyt patulinu v potravinách

V přirozených podmínkách je PAT známým kontaminantem jablek a výrobků z nich. Dále byl stanoven v banánech, grepech, broskvích, meruňkách, ananasu, borůvkách, malinách, v plesnivých kompotech, hroznovém moštu a v hruškových džusech. (Ostry et al., 2018; Vidal et al., 2019).

Regulace patulinu

PAT je v potravinách limitován v nařízení Komise (EU) 2023/915 kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách (European Union, 2023).

Tabulka: Maximální limity patulinu v potravinách

1.3	Patulin	Maximální limit (µg/kg)	Poznámky
1.3.1	Ovocné šťávy, ovocné šťávy z koncentrátu, koncentrované ovocné šťávy a ovocné nektary	50	V případě koncentrované ovocné šťávy se maximální limit vztahuje na rekonstituovanou šťávu.
1.3.2	Lihoviny, jablečné víno a jiné fermentované nápoje získané z jablek nebo obsahující jablečnou šťávu	50	
1.3.3	Pevné výrobky z jablek uváděné na trh pro konečného spotřebitele, kromě výrobků uvedených v bodech 1.3.4 a 1.3.5	25	Včetně jablečného kompotu a jablečného pyré.

1.3	Patulin	Maximální limit (µg/kg)	Poznámky
1.3.4	Jablečná šťáva a pevné výrobky z jablek pro kojence a malé děti, takto označené a uváděné na trh	10	Včetně jablečného kompotu a jablečného pyré. Maximální limit se vztahuje na výrobky připravené k použití (uváděné na trh jako takové nebo rekonstituované podle pokynů výrobce). Maximální limit se vztahuje na výrobky připravené k použití (uváděné na trh jako takové nebo rekonstituované podle pokynů výrobce).
1.3.5	Dětské příkrmy	10	(uváděné na trh jako takové nebo rekonstituované podle pokynů výrobce).

Toxikologické hodnocení patulinu

PAT je primárně spojován s neurologickými, hepatotoxickými a imunologickými účinky způsobujícími orgánové poškození jater a ledvin. PAT dále způsobuje gastrointestinální poruchy včetně vzniku krvácení, distenze a vředů v trávicím traktu. PAT způsobuje edém trávicího traktu a plic (Puel a kol. 2010). PAT byl Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) zařazen do skupiny 3 „zatím neklasifikovatelný, pokud jde o jeho karcinogenitu pro člověka“ (Ostry et al., 2017). Provizorní maximální tolerovatelný denní přívod (PMTDI – „provisional maximum tolerable daily intake“) pro PAT byl stanoven na 0,4 µg/kg tělesné hmotnosti za den (JECFA FAO/WHO 1995). Podobně Vědecký výbor pro potraviny (SCF) při Evropské Komisi rovněž stanovil PMTDI pro PAT na 0,4 µg/kg tělesné hmotnosti za den (SCF, 2000).

Příspěvek k výzkumu patulinu

V NRC pro mikroskopické houby a toxiny v potravinových řetězcích na SZU – CZVP v Brně jsme se zabývali výzkumem PAT v dětské výživě na bázi jablek. Výskyt PAT souvisel s kontaminací jádřince jablek odrůdy Gloster plísní *Penicilium expansum* a následně PAT (Ostry et al., 2004). Dále jsme se zabývali výskytem *Penicilium expansum* v hroznech révy vinné a PAT v moštu z hroznů révy vinné a ve víně. Z 25 vzorků hroznů, 17 různých odrůd révy vinné bylo izolováno 23 (92 %) kmenů *Penicillium expansum*, který byl převládajícím druhem plísně. Ke stanovení PAT byla použita validovaná metoda UPLC-MS/MS. PAT byl stanoven v 10 (43 %) vzorcích hroznového moštu (průměr: 171 ng/g; medián: 50 ng/g; rozmezí: 143–644 ng/g). Všechny výsledky stanovení PAT ve víně (HPLC-UV-VIS) byly pod mezí stanovitelnosti metody LOQ < 10 ng/g (Ostry et al., 2018).

Závěr

PAT, i když je nejvíce prozkoumaným mykotoxinem, je i nadále předmětem odborného zájmu řady výzkumných týmů nejen ve světě, ale i u nás.

Literatura

Birkinshaw, J.H., Michael, S.E., Bracken, A., Raistrick, H. Patulin is the common cold. II. Biochemistry and chemistry, *Lancet*, ii, 1943, 625-631.
Ciegler, A., Detroy, R. W., Lillehoj, E. B. Patulin, penicillic acid and other carcinogenic lactones, p. 409–434. In A. Ciegler, S. Kadis and S. J. Ajl (ed.), *Microbial toxins*, vol. VI: fungal toxins. Academic Press. New York, N.Y. 1971.

Ciegler, A. Patulin, In: J. V. Rodricks, C. W. Hesseltine, and M. A. Mehlman (ed.), *Mycotoxins in human and animal health*. Pathotox Publishers, Inc., Park Forest South, Ill. 1977, p. 609–624.

European Union. Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006 (Text with EEA relevance) <http://data.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj>

Frisvad, J. C. 2018. A critical review of producers of small lactone mycotoxins: patulin, penicillic acid and moniliformin. *World Mycotoxin Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 73–100. <https://doi.org/10.3920/WMJ2017.2294>

JECFA FAO/WHO - Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives Evaluation of certain food additives and contaminants. Forty-fourth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives., WHO Technical Report Series 859, 1995.

Larsen, T.O., Frisvad, J.C., Ravn, G., Skaaning, T. 1998. Mycotoxin production by *Penicillium expansum* on blackcurrant and cherry juice. *Food Addit Contam*, vol. 15, pp. 671–675. <https://doi.org/10.1080/02652039809374696>

Moake, M.M., Zakour, O.I.P., Worobo, R.W. 2005. Comprehensive review of patulin control methods in food. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf*, vol. 4, 8–21.

Notardonato et al. 2021. Critical review of the analytical methods for determining the mycotoxin patulin in food matrices. *Reviews in Analytical Chemistry*, vol. 40, pp. 144–160. doi: 10.1515/revac-2021-0131

Ostry, V., Skarkova, J., Ruprich, J. 2004. Occurrence of *Penicillium expansum* and patulin in apples as raw materials for processing of foods – case study. *Mycotoxin research*, vol. 20, 1, pp. 24–28.

Ostry, V., Malir, F., Cumova, M., Kyrova, V., Toman, J., Grosse, Y., Pospichalova, M., Ruprich, J. 2018. Investigation of patulin and citrinin in grape must and wine from grapes naturally contaminated by strains of *Penicillium expansum*. *Food Chem Toxicol*, vol. 118, pp. 805–811. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.06.022>

Ostry, V., Malir, F., Toman, J., Grosse, Y. 2017. Mycotoxins as human carcinogens - the IARC monographs classification. *Mycotoxin Research*, vol. 33, 65–73. <https://doi.org/10.1007/s12550-016-0265-7>

Puel, O., Galtier, P., Oswald, I.P. 2010. Biosynthesis and toxicological effects of patulin. *Toxins*, vol. 2, 613–631. <https://doi.org/10.3390/toxins2040613>

SCF - Scientific Committee on Food. Minute Statement on Patulin Expressed by the Scientific Committee on Food during the plenary meeting on 8 March 2000. Available from: https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com_scf_out55_en.pdf

Snowdon, A.L. Colour Atlas of postharvest diseases and disorders of fruits and vegetables. General Introduction and Fruits, 1st edn. Wolfe Scientific, London, 1990.

Vidal, A. et al., 2019. The mycotoxin patulin: An updated short review on occurrence, toxicity and analytical challenges. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 129, pp. 249–256, doi: 10.1016/j.fct.2019.04.048

Poděkování

Podpořeno MZ ČR – RVO („Státní zdravotní ústav – SZÚ, IČ 75010330)

Kontaktní adresa

doc. MVDr. Vladimír Ostrý, CSc., Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin, Oddělení hodnocení zdravotních rizik a aplikované výživy, NRC pro mikroskopické houby a jejich toxiny v potravinových řetězcích, Palackého 3a, Brno, 612 42, e-mail: vladimir.ostry@szu.cz

**Plantaricin-produkujúci kmeň *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1,
sľubné aditívum pre mliekarenské produkty**
***Plantaricin-producing strain *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1,
a promising additive in dairy products***

Lauková, A.¹, Tomáška, M.², Drončovský, M.², Bino, E.¹, Dvorožňáková, E.³,
Chrastinová, Ľ.⁴, Pogány Simonová, M.¹, Kološta, M.²

¹Centrum biovied SAV v.v.i. ÚFHZ, Košice, Slovensko

²Výskumný ústav mliekarenský, s. r.o. Žilina, Slovensko

³Parazitologický ústav SAV, v.v.i., Košice, Slovensko

⁴Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav živočíšnej výroby, Nitra-Lužianky, Slovensko

Súhrn

Kyselinu mliečnu produkujúce baktérie tvoria prirodzenú mikrobiotu surového ovčieho mlieka. Zástupcovia tejto skupiny sú prirodzene prítomné aj v produktoch z ovčieho mlieka. Niektoré kmene produkujú aj antimikrobiálne pôsobiace substancie bielkovinového pôvodu - bakteriocíny. Aj kmeň *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 produkuje plantaricin, je bezpečný a má aj ďalšie prospešné/probiotické vlastnosti. Preto bola otestovaná jeho stabilita a prežívanie v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka ako aj z kravského mlieka. V týchto jogurtoch kmeň LP17L/1 prežíval dostatočne, vyššie počty však boli zaznamenané v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka než z kravského mlieka, ale zase v jogurtoch z kravského mlieka boli tieto počty stabilnejšie (nebol zaznamenaný prudký pokles) ako to bolo v jogurte z kravského mlieka (aj keď stále boli jeho počty postačujúce). Hodnoty pH neboli negatívne ovplyvnené podávaním aditívneho kmeňa LP17L/1. Kmeň je uložený v GenBanku pod prístupovým číslom ON114094 a je súčasťou podanej patentovej prihlášky.

Kľúčové slová: *plantaricin, Lactiplantibacillus plantarum, stabilita, jogurt, prežívanie*

Abstract

Lactic acid-producing bacteria represent natural microbiota of raw ewe milk. Representatives of this bacterial group are naturally present also in dairy products made from ewe milk. Some strains produce antimicrobial active substances of proteinaceous character-bacteriocins. Also the strain *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 produces plantaricin. It is safe strain and possess the additional beneficial/probiotic properties. Therefore, its stability and surviving in ewe-milk yoghurts and cow milk yoghurts was tested. The strain LP17L/1 colonized sufficiently both types of yoghurts; however, its higher counts were measured in ewe-goat milk yoghurts in comparison with yoghurts made from cow milk. On the other side, its count in cow milk yoghurts were more stable than in ewe-goat milk yoghurts, although still sufficient. The pH values in yoghurts were not negatively influenced. The strain is deponed in GenBank - accession number ON114094 and it is also a part of content of patent submitted.

Key words: *plantaricin, Lactiplantibacillus plantarum, stability, yoghurt, surviving*

Úvod

Kyselinu mliečnu produkujúce baktérie (KMPB), tvoria prirodzenú mikrobiotu surového ovčieho mlieka. Táto mikrobiota je zastúpená viacerými rodmi patriacimi do skupiny KMPB ako sú napr. rody *Lactobacillus*, *Lacticaseibacillus*, *Lactiplantibacillus*, či

Lactococcus (Lauková a kol., 2023 a,b). Zástupcovia týchto rodov sú potom prirodzene prítomné aj vo výrobkoch z ovčieho mlieka, napr. aj v ovčom sudovanom syre či v ovčej hrudke. Ovčí hrudkový syr bol dokonca označený medzinárodným značením TSG, čo znamená “a traditional specialty guaranteed product” teda garantovaná tradičná špecialita alebo garantovaný tradičný produkt (Slovak Spectator, 2011). V rámci mikrobioty boli vyselektované kmene s prospešnými, užitočnými vlastnosťami, ktoré na základe svojich prospešných vlastností a účinkov môžu byť preukázateľne vhodným aditívom pre mliekarenské produkty napr. aj pre jogurty a tie môžu slúžiť ako funkčná potravina. Takým je aj kmeň *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1. Izolovaný je z ovčieho sudovaného syra, je bez hemolýzy, citlivý ku antibiotikám. Je to deoxyribonukleázanegatívny kmeň, ktorý netvorí biofilm, ale dobre toleruje prostredie s obsahom žlče či nízke pH. Vyznačuje sa tiež produkciou užitočného enzýmu β -galaktozidáza a navyše obsahuje gény pre produkciu až 10 (antimikrobiálne pôsobiacich bielkovinových substancií) bakteriocínov - plantaricínov. Jeho bakteriocín - plantaricín prejavil antimikrobiálny účinok. Keďže bakteriocíny sú okrem iného substancie bez chuti, farby a zápachu, sú vhodné pre využitie v potravinárstve bez negatívneho dosahu na organoleptické vlastnosti produktu (Peréz a kol., 2014). Navyše kmeň LP 17L/1 je bezpečný (test na myškách hybridného plemena BALB/c, Lauková a kol., 2023b). Preto cieľom tejto práce bolo otestovanie jeho stability a prežívania v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka, ale aj v jogurte z kravského mlieka práve kvôli jeho potenciálnemu využitiu.

Materiál a metodika

Kmeň LP17L/1, jeho rifampicínom značený variant (pre odlíšenie od ostatnej mikrobioty, Lauková a kol., 2023a) bol aplikovaný v lyofilizovanej forme (10^9 KTJ/ml) do jogurtov zadovážených z obchodnej siete. Lyofilizácia je najjednoduchšou formou enkapsulácie. Kmeň bol pripravený ako už uviedli Lauková a kol. (2023b). Pred aplikáciou boli jogurty skontrolované na nežiaducu mikrobiotu použijúc krvný agar. Po inokulovaní boli jogurty umiestnené v chladničke (4 °C) a následne boli odoberané vzorky ako z kontrolných jogurtov, tak i z experimentálnych jogurtov po 24 h, na 7. a 10. deň (najčastejšie deklarovaný čas expirácie alebo pokiaľ mali zachovaný senzorycky prijateľnú kvalitu). Sledované boli počty kmeňa LP17L/1 na MRS agare (Merck, Darmstadt, Nemecko) ohohatenom rifampicínom (100 μ g/ml). Ostatné KMPB boli zachytené na MRS agare (Merck). Hodnoty pH boli merané pomocou pH metra Checker (pH Instruments Inc. USA). Počty baktérií boli vyjadrené v kolónie tvoriacich jednotkách na g (KTJ/g) log 10.

Výsledky a diskusia

V jogurte z ovčieho-kozieho mlieka boli po 24 h od inokulácie hodnoty kmeňa LP17L/1 dostatočne vysoké (5,1 KTJ/g, log 10, Tabuľka 1) a v podstate tieto počty boli zachované aj na 7. deň (4,60 KTJ/g, log 10). Ich výrazný pokles bol zaznamenaný až na 10. deň, ale stále dosahoval hodnoty do 10^2 KTJ/g resp. 1,90 KTJ/g (log 10). Kmeň LP17L/1 prispel ku zvýšeniu celkového počtu KMPB, ktoré po 24 h dosiahli v kontrolnom (K) jogurte hodnotu 5,1 KTJ/g (log 10), ale v experimentálnom -E jogurte bola táto hodnota o 1 log vyššia (6,1 KTJ/g log 10, Tabuľka 1). Počty KMPB na 7. deň boli ako v E, tak i v K jogurtoch vyrovnané (5,1 KTJ/g, log 10). Mierne poklesli na 10. deň v E i v K jogurtoch, avšak boli dostatočne vysoké (Tabuľka 1). V kravskom jogurte dosiahol kmeň LP17L/1 nižšie počty po 24 h než v jogurte z ovčieho-kozieho mlieka (2,88 KTJ/g, log 10) a tieto počty boli v podstate zachované po celé sledované obdobie (na 7. deň-2,20

KTJ/g, log 10; na 10. deň-2,13 KTJ/g, log 10), avšak jeho počty boli počas sledovaného obdobia stabilnejšie než v prípade jogurtov z ovčieho-kozieho mlieka. Celkové počty KMPB boli v jogurte z kravského mlieka vyššie než v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka. Po 24 h v kravských jogurtoch boli počty KMPB v E-7,08 KTJ/g (log 10) a v K-7,1 KTJ/g (log 10). Na 7. deň boli počty KMPB vyššie v K jogurte (10,1 KTJ/g, ale aj v E jogurte - 8,99 KTJ/g teda takmer o 2 log cykly vyššie a rovnako boli vyššie ich počty v porovnaní s jogurtami z ovčieho-kozieho mlieka. Avšak kmeň LP17L/1 dostatočne kolonizoval obidva typy jogurtov. Hodnoty pH neboli negatívne ovplyvnené podávaním aditívneho kmeňa LP17L/1. Tento kmeň bol uložený v Českej zbierke mikroorganizmov (Brno, Česká republika) pod číslom CCM 9208. Bol osekvenovaný a je uložený v GenBanku pod prístupovým číslom (AN) ON114094. Taktiež je súčasťou podanej patentovej prihlášky (PP 50021-2022 „Kmene kyslomliečnych baktérií *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* MK1/3, *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1, použitie uvedených kmeňov, spôsob výroby fermentovaného kozieho mlieka, výrobok vyrobený týmto spôsobom), ktorý bol podaný na Úrad priemyselného vlastníctva Slovenskej republiky. Stabilita a prežívanie sľubných prospešných kmeňov v produktoch, kde majú či sú takéto kmene aplikované predstavujú kľúčové parametre. Preto zistenie, že kmeň LP17L/1 je vhodne zastúpený v jogurtoch indikuje jeho použitie i týmto smerom. Naviac, využitie kmeňa LP17/1 je dokumentované aj iným spôsobom a to v súvislosti s jeho prospešnosťou pri prevencii či terapii infekcie *Trichinella spiralis* (Vargová a kol., 2020). Jeho protektívny účinok pri infekcii *T. spiralis* bol preukázaný zvýšením oxidatívneho metabolizmu peritoneálnych makrofágov v experimente s myškami BLAB/c. Kmeň aktivoval metabolickú aktivitu makrofágov počas migrácie novonarodených lariev; znížil tiež intenzitu parazitárnej infekcie aj ovplyvnením fagocytózy-imunitného parametra. Naviac produkcia plantaricínu týmto kmeňom umožňuje jeho potenciálne medicínske využitie, čo však vyžaduje ďalšie testovania (Soltani a kol., 2021).

Tabuľka 1: Stabilita a prežívanie kmeňa *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 v jogurte z ovčieho-kozieho mlieka (vyjadrené v KTJ/g log 10)

	pH	LP17L/1	KMPB
E/24h	4,10	5,1	6,1
K/24h	4,10	nt	5,1
E/7. deň	4,21	4,60	5,1
K/7. deň	4,05	nt	5,1
E/10.deň	4,25	1,90	4,30
K/10.deň	4,20	nt	4,50

E-experimentálny jogurt, K-kontrolný jogurt, nt-netestovaný, odber po 24 h, na 7. deň a na deň 10, KMPB-kyselinu mliečnu produkujúce baktérie

Záver

Plantaricín-produkujúci, bezpečný kmeň *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 predstavuje sľubné aditívum pre použitie v jogurtoch. Ďalšie testovania prebiehajú.

Literatúra

Lauková, A., Pogány Simonová M., Kandričáková, A. Stabilita a prežívanie prospešných bakteriocín-produkujúcich kmeňov v mliekarenských produktoch (Stability and surviving of beneficial, bacteriocin-producing strains in dairy products). 2023a. Proceedings of lectures and posters from the International scientific conference Hygiene

Alimentorum XLIII , 10.-12. May 2023, Štrbské Pleso, Slovakia, Ed. Bodnárová Libuša, ŠPVS a UVLF, pp. 55-58. ISBN 978-80-8077-787-6

Lauková, A.; Tomáška, M., Drončovský, M., Maďar, M., Bino, E., Dvorožňáková, E., Chrastinová, Ľ., Pogány Simonová, M., Kološta, M. *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 z ovčieho sudovaného syra, perspektívny kmeň pre využitie nielen v mliekarenských produktoch (*Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 from ewes stored cheese, promising strain for use not only in dairy products. 2023b. Proceedings of scientific works from the conference Food Safety and Quality Nitra, 2023, pp. 34-36, Ed. J. Golian a J. Čapla, SpPLPV vedy pri SAV, ISBN 78-80-8266-028-2, <https://doi.org/10.15415/2023.sqf23-ppsp>

Peréz, R.H., Zendo, T., Sonomoto, K. Novel bacteriocins from lactic acid bacteria: various structure and applications. 2014. *Microb. Cell. Fact.* 13, S3.

The Slovak Spectator. Dostupné online: <https://spectator.sme.sk> (accessed, dostupné, 6.8. 2011)

Soltani, S.; Hammami, R., Cotter, P.D., Rebuffat, S.; Ben Said, L.; Gaudreu, H., Bédard, F., Biron, E., Drider, D. and Fliss, I. 2021. Bacteriocins as a new generation of antimicrobials: toxicity aspects and regulations. *FEMS Microbiol. Rev.* 45, 1-24, fuaa039, doi:10.1093/femsre/fuua039

Vargová, M., Hurníková, Z., Revajová, V., Lauková, A., and Dvorožňáková, E. Probiotic bacteria can modulate murine macrophage's superoxide production in *Trichinella spiralis* infection. 2020. *Helminthologia*, 57, 226-234. ISSN 0440-6605.

PodĎakovanie

Výsledky boli dosiahnuté v rámci projektov APVV-20-0204 a APVV-17-0028. Ďakujem pani Dane Melišovej za laboratórnu pomoc. Ďakujem aj MVDr. Mariánovi Maďarovi, PhD z UVLF v Košiciach za pomoc pri sekvenovaní kmeňa a RNDr. Rastislavovi Muchovi PhD z Neurobiologického ústavu v.v.i. SAV (Košice) Biomedicínskeho centra v.v.i. SAV za pomoc pri uložení kmeňa v GenBanku.

Kontaktná adresa

MVDr. Andrea Lauková, CSc., Centrum biovied SAV, v.v.i. Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice, Slovensko, email: laukova@saske.sk

Mikrobiální kvalita imitací masa na bázi rostlinných bílkovin a z ní plynoucí rizika

Microbial quality of plant based meat analogues and the resulting risks

Kameník, J., Dorotíková, K., Dušková, M. Hušáková, M.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem studie bylo pomocí kultivačních metod analyzovat mikrobiotu imitací masa na bázi rostlinných bílkovin (PBMA) z maloobchodních potravinářských prodejen. Celkový počet mikroorganismů se ve vzorcích PBMA pohyboval od 1,00 po 7,23 log KTJ/g. Ze stejných skupin PBMA, ze kterých se podařilo izolovat BMK, byly získány také bakterie čeledě *Enterobacteriaceae*. Jejich průměrný počet ale nedosáhl ve vzorcích ani 2 log KTJ/g. Zástupce *Bacillus* spp. s pozitivní reakcí na mannitol se podařilo izolovat přibližně z poloviny vzorků analyzovaných kategorií PBMA a průměrné počty se pohybovaly mezi 2,3 a 2,9 KTJ/g. Primokultivací byl ze 3 vzorků izolován *B. cereus sensu lato*, pomnožení v tekutém médiu však odhalilo bakterie *B. cereus s. l.* ve většině vzorků. *Clostridium perfringens* se primokultivací nepodařilo detekovat, pomnožením vzorků byla tato bakterie prokázána v 9 vzorcích ze 43 testovaných.

Klíčová slova: celkový počet mikroorganismů, bakterie mléčného kvašení, *Enterobacteriaceae*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*

Abstract

The aim of the study was to analyze the microbiota of plant-based meat analogues (PBMA) from retail. The total viable count in the PBMA samples ranged from 1.00 to 7.23 log CFU/g. Bacteria of family *Enterobacteriaceae* were also obtained from the same PBMA groups from which lactic acid bacteria were isolated. However, their average number did not even reach 2 log CFU/g in the samples. Bacteria of *Bacillus* spp. with a positive reaction to mannitol, were isolated from approximately half of the analyzed samples of the PBMA, and the average numbers ranged between 2.3 and 2.9 CFU/g. *B. cereus sensu lato* was isolated from 3 samples by primary isolation, but enrichment in liquid medium revealed *B. cereus s. l.* bacteria in most samples. *Clostridium perfringens* could not be detected by primary isolation, by multiplying the samples, this bacterium was detected in 9 samples out of 43 tested.

Key words: Colony Forming Units, lactic acid bacteria, *Enterobacteriaceae*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*

Úvod

Ve druhé dekádě 21. století se na trzích rozšířila zcela nová kategorie potravin, která se snaží imitovat senzorycké vlastnosti čerstvého masa nebo zpracovaného masa (Gastaldello et al., 2022). Tyto produkty jsou však většinou připravené na bázi rostlinných bílkovin a často se označují pojmem plant based meat analogues (PBMA). V roce 2020 dosáhly maloobchodní prodeje PBMA ve světě 4 mld. USD (Gastaldello et al., 2022), v roce 2021 byl jejich obrat již 5,6 mld. USD (Windhorst, 2022). Překotný vývoj PBMA a snaha o co nejlepší uplatnění na trhu však zaostávají za výzkumem těchto potravin, zejména z hlediska stravitelnosti a biologické dostupnosti přítomných živin (Xie et al., 2022), nebo také chemických kontaminantů a toxinů (Mihalache et al., 2022). Zcela ojedinělé jsou rovněž informace o přítomné mikrobiotě a to jak z oblasti zastoupení

saprofytických bakterií schopných zkracovat údržnost PBMA, tak zejména z hlediska přítomnosti původců alimentárních onemocnění (Duthoo et al., 2022; He et al., 2020). Přítomnost neutrální pH a relativně vysoká vodní aktivita spolu s vysokým podílem bílkovin poskytují dobré prostředí pro růst mikrobů v PBMA (Chen et al., 2022; He et al., 2020; Wang et al., 2022).

Cílem studie bylo pomocí kultivačních metod analyzovat mikrobiotu PBMA z maloobchodních potravinářských prodejen. Zaměřili jsme se na PBMA kategorie „ready-to-cook“, jako jsou imitace burgerů, masových kuliček, obalovaných řízků apod. typů ze široké skupiny convenience potravin.

Materiál a metodika

V maloobchodních prodejnách v České republice bylo zakoupeno celkem 43 vzorků PBMA, a to v období 06-08/2022 (n=21) a 10-11/2022 (n=22). PBMA byly z kategorie burgerů (n=16), steaků (n=8), masových kuliček (n=6) a ostatní (nudličky, imitace mletého masa, imitace trhaného masa; n=13).

Ve vzorcích byl sledován celkový počet mikroorganismů (CPM), počet bakterií čeledi *Enterobacteriaceae*, kvasinek a plísní, a dále počet bakterií mléčného kvašení (BMK), *E. coli* (včetně shiga toxin produkující *E. coli*; STEC), *B. cereus sensu lato* a mannitol pozitivních bacilů, koaguláza pozitivních stafylokoků, *Clostridium perfringens* a dalších druhů rodu *Clostridium* (*Clostridium non-perfringens*). Navážka 25 g vzorku byla ředěna v 225 ml sterilní peptonové vody a následně byla připravená desetinná ředění. Kultivace a průkazy výše uvedených indikátorových bakterií byly provedeny dle příslušných standardů ISO. Suspektní kolonie *B. cereus* byly identifikovány pomocí PCR na základě detekce genu *gyrB* kódujícího podjednotku B DNA-gyrasy (Yamada et al., 1999). Hmotnostní spektrometrií MALDI-TOF byly identifikovány jak kolonie bakterií skupiny *B. cereus*, tak kolonie vykazující mannitol pozitivní reakci na Mannitol Yolk Polymyxine B agaru. Rovněž izoláty klostridií byly identifikovány metodou MALDI-TOF MS. Kromě typických kolonií *C. perfringens* byly vybírány také kolonie *Clostridium non-perfringens*.

Výsledky a diskuse

Celkový počet bakterií se ve vzorcích PBMA pohyboval od 1,00 po 7,23 log KTJ/g. Průměrné hodnoty CPM mezi jednotlivými skupinami dosahovaly od 2,98 log (PBMA typu kuliček) po 6,13 log (ostatní PBMA) KTJ/g, ale mezi těmito hodnotami nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl ($P > 0.05$). Ve skupinách alternativ steaků a masových kuliček nebyly detekovány BMK, ani bakterie čeledě *Enterobacteriaceae*. Ve skupině burgerů však průměrný počet BMK dosáhl 3,93 log KTJ/g, ve skupině ostatních PBMA dokonce 5,73 log KTJ/g s nejvyšším nálezem ve výrobku nudličky ze sójové bílkoviny (6,83 log KTJ/g).

Ze stejných skupin PBMA, ze kterých se podařilo izolovat BMK, byly získány také bakterie čeledě *Enterobacteriaceae*. Jejich průměrný počet ale nedosáhl ve vzorcích ani 2 log KTJ/g. Četnost záchytu byla pro *Enterobacteriaceae* ještě nižší, než tomu bylo u BMK – jen ze 3 vzorků PBMA-burgerů a z 3 ostatních PBMA.

Nejvyšší mikrobiální kvalita s ohledem na CPM, BMK i bakterie čeledě *Enterobacteriaceae* byla zjištěna ve skupinách steaky a kuličky. Naopak nejvyšší hodnoty CPM, BMK i bakterií čeledě *Enterobacteriaceae* vykazovala skupina ostatních produktů PBMA.

Zástupce *Bacillus* spp. s pozitivní reakcí na mannitol se podařilo izolovat přibližně z poloviny vzorků analyzovaných kategorií PBMA a průměrné počty se pohybovaly mezi 2,3 a 2,9 KTJ/g. Z identifikovaných druhů to byly *B. licheniformis*, *B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. mojavensis*, *B. atropheus* nebo *B. vallismortis*. Ještě v menší frekvenci byly ze vzorků PBMA izolováni zástupci skupiny *B. cereus* (*B. cereus sensu lato*). Primokultivací se *B. cereus s. l.* detekoval jen ve 2 vzorcích kategorie burgerů a v 1 vzorku kategorie ostatních PBMA. Maximální počet *B. cereus s. l.* dosáhl 2,48 log KTJ/g v 1 vzorku kategorie burger, průměrné počty ve vzorcích ale nepřesáhly 2,0 log KTJ/g. Zcela jiný obraz byl získán po pomnožení vzorků na průkaz bakterií *B. cereus s. l.* Pomnožení v tekutém médiu odhalilo bakterie *B. cereus s. l.* ve většině vzorků. Konkrétně byly na *B. cereus* pozitivní všechny vzorky kategorie steaků a kuliček, dále 10 vzorků z 16 kategorie burgerů a 11 z 13 v kategorii ostatní PBMA.

Clostridium perfringens se nepodařilo primokultivací detekovat ze vzorků PBMA, nicméně pomnožením vzorků byla tato sporogenní bakterie prokázána v 7 vzorcích burgerů, 1 vzorku kuliček a 1 vzorku kategorie ostatních PBMA, tj. u 9 vzorků z celkových 43.

Výsledky studie ukázaly na rozdíly v mikrobiální kvalitě jak mezi skupinami produktů, tak také mezi výrobci PBMA. Technologie výroby PBMA založená na extruzi s vysokým podílem vody, která využívá zahřevu směsi surovin na teploty, jež inaktivují většinu přítomných mikroorganismů (Hadi and Brightwell, 2021). PBMA ale nejsou sterilní, mikroorganismy mohou kontaminovat PBMA přídavkem jiných syrových přísad nebo při sekundární kontaminaci (Liu et al., 2023). Wild et al. (2014) publikovali studii k projektu LikeMeat. Celková mikrobiální kontaminace extrudovaných výrobků byla obecně nízká (<100 KTJ/g), mikrobiota neobsahovala gramnegativní bakterie a velice nízké koncentrace grampozitivních bakterií (<100 KTJ/g). Liu et al. (2023) provedli experiment s PBMA zakoupenými v tržní síti v Kalifornii, USA (na bázi sójových, nebo hrachových bílkovin). Počáteční počty CPM v okamžiku nákupu byly na úrovni 2-3 log KTJ/g. Počáteční počty BMK byly v sójovém PBMA $2,0 \pm 0,4$ log KTJ/g, v hrachovém $3,6 \pm 0,3$ log KTJ/g. Během skladování po dobu 10 dnů v 4 °C došlo k nárůstu o 2,7 (sójový PBMA) nebo 3,9 (hrachový PBMA) log KTJ/g. Hladina kvasinek a plísní byla v okamžiku nákupu pod 3 log KTJ/g, ale během 10denního skladování při 4 °C nastal nárůst na $4,2 \pm 0,7$ (sójový PBMA) nebo $6,2 \pm 0,4$ (hrachový PBMA) KTJ/g. Luchansky et al. (2020) zjistili v PBMA burgeru z tržní sítě mezofilní CPM $3,47 \pm 0,84$ log KTJ/g, BMK v počtu $3,28 \pm 1,63$ log KTJ/g, *Enterobacteriaceae* $1,33 \pm 0,94$ log KTJ/g, což se shoduje i s nálezy v naší studii.

Podle He et al. (2020) existuje u PBMA vysoké riziko mikrobiálního růstu vzhledem k vysokému podílu vody a neutrální hodnotě pH. Vzorky PBMA analyzované v této studii vykazovaly průměrné hodnoty a_w mezi 0.960 a 0.973, hodnoty pH se pohybovaly od 6,05 po 7,07. Podle Matthews et al. (2017) jsou pro růst gramnegativních bakterií včetně rodu *Pseudomonas* vhodné hodnoty $a_w > 0,960$, od těchto hodnot dochází také ke germinaci a růstu *C. perfringens* a *B. cereus*. Právě posledně uvedené bakterie jsou zástupci původců alimentárních onemocnění, které se podařilo v rámci této studie detekovat po pomnožení v 35 (*B. cereus*), nebo 15 (*C. perfringens*) z 43 analyzovaných vzorků PBMA.

Závěr

Vyšetření vzorků PBMA odhalilo značnou variabilitu v mikrobiální kvalitě. Na rozdíl od konvenčních vzorků na bázi masa (mleté maso, masné polotovary) byly v analyzovaných

vzorcích prokázány jen nízké počty BMK a bakterií čeledě *Enterobacteriaceae*. Alarmující je přítomnost sporogenních bakterií s potenciálem vyvolat alimentární onemocnění (*B. cereus*, *C. perfringens*). I když se ve většině vzorků tyto bakterie laboratorně prokázaly teprve po pomnožení, při nesprávné manipulaci by v produktech mohlo dojít k růstu také před jejich konzumací. K hodnocení rizik je však třeba dalších experimentů orientovaných na možnosti růstu za různých podmínek kulinární úpravy a uchování.

Literatura

- Duthoo, E., De Reu, K., Leroy, F., Weckx, S., Heyndrickx, M., Rasschaert, G. 2022. To culture or not to culture: careful assessment of metabarcoding data is necessary when evaluating the microbiota of a modified-atmosphere-packaged vegetarian meat alternative throughout its shelf-life period. *BMC Microbiology*, vol. 22, no. 34, pp. 1-13.
- Gastaldello, A., Giampieri, F., De Giuseppe, R., Grosso, G., Baroni, L., Battino, M. 2022. The rise of processed meat alternatives: A narrative review of the manufacturing, composition, nutritional profile and health effects of newer sources of protein, and their place in healthier diets. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 127, pp. 263-271.
- Hadi, J., Brightwell, G. 2021. Safety of Alternative Proteins: Technological, Environmental and Regulatory Aspects of Cultured Meat, Plant-Based Meat, Insect Protein and Single-Cell Protein. *Foods*, vol. 10, p. 1226.
- He, J., Evans, N. M., Liu, H., Shao, S. 2020. A review of research on plant-based meat alternatives: Driving forces, history, manufacturing, and consumer attitudes. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 19, p. 2639-2656.
- Chen, Y. P., Feng, X., Blank, I., Liu, Y. 2022. Strategies to improve meat-like properties of meat analogs meeting consumers' expectations. *Biomaterials*, vol. 287, 121648.
- Liu, Z., Shaposhnikov, M., Zhuang, S., Tu, T., Wang, H., Wang, L. 2023. Growth and survival of common spoilage and pathogenic bacteria in ground beef and plant-based meat analogues. *Food Research International*, vol. 164, 112408.
- Luchansky, J. B., Shoyer, B. A., Jung, Y., Shane, L. E., Osoria, M., Porto-Fett, A. C. S. 2020. Viability of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli*, *Salmonella*, and *Listeria monocytogenes* within Plant versus Beef Burgers during Cold Storage and following Pan Frying. *Journal of Food Protection*, vol. 83, pp. 434-442.
- Matthews, K. R., Kniel, K. E., Montville, T. J. 2017. Food Microbiology: An Introduction. Fourth Edition. ASM Press, Washington, DC. 597 p. doi:10.1128/9781555819392
- Mihalache, O. A., Dellafiora, L., Dall'Asta, C. 2022. A systematic review of natural toxins occurrence in plant commodities used for plant-based meat alternatives production. *Food Research International*, vol. 158, 111490.
- Wang, L., Xu, J., Zhang, M., Zheng, H., Li, L. 2022. Preservation of soy protein-based meat analogues by using PLA/PBAT antimicrobial packaging film. *Food Chemistry*, vol. 380, 132022.
- Wild, F., Czerny, M., Janssen, A. M., Kole, A. P. W., Zunabovic, M., Domig, K. J. 2014. The evolution of a plant-based alternative to meat. From niche markets to widely accepted meat alternatives. *Agro FOOD Industry Hi Tech*, vol. 25, no. 1, pp. 45-49.
- Windhorst, H.-W. 2022. Die Revolution gewinnt an Konturen. Neue Zahlen aus dem Jahr 2021 bekräftigen die Dynamik bei den alternativen Proteinen. *Fleischwirtschaft*, vol. 102, no. 12, pp. 40-43.

Xie, Y., Cai, L., Zhao, D., Liu, H., Xu, X., Zhou, G., Li, C. 2022. Real meat and plant-based meat analogues have different *in vitro* protein digestibility properties. *Food Chemistry*, vol. 387, 132917.

Yamada, S., Ohashi, E., Agata, N., Venkateswaran, K. 1999.: Cloning and nucleotide sequence analysis of *gyrB* of *Bacillus cereus*, *B. thuringiensis*, *B. mycoides*, and *B. anthracis* and their application to the detection of *B. cereus* in rice. *Applied and Environmental Microbiology*, vol. 65, no. 4, 1483–1490.

Poděkování

Tento výzkum byl financován projektem Veterinární univerzity Brno 2022/ITA24.

Kontaktní adresa

Doc. MVDr. Josef Kameník, CSc., MBA, Veterinární univerzita Brno, email: kamenikj@vfu.cz.

Porovnání složení masných výrobků s jejich rostlinnými analogy

Comparison of meat products composition with their plant analogues

Bartáková, K., Macharáčková, B., Pospíšil, J., Kameník, J., Bursová, Š.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

V poslední době roste na trhu nabídka analogů masných výrobků na bázi rostlinných bílkovin jako reakce na požadavky některých spotřebitelů. V této studii byl stanoven obsah bílkovin, tuků a soli, a také zastoupení aminokyselin, mastných kyselin a minerálních prvků v rostlinných analogích dostupných na trhu a v masných výrobcích odpovídajícího typu. Porovnáním výsledků bylo zjištěno, že z hlediska nutričního přináší rostlinné alternativy spotřebitelům některá pozitiva i negativa. Rostlinné analogy sice obsahují více polynenasycených mastných kyselin i omega 3 mastných kyselin a méně nasycených mastných kyselin než masné výrobky a také více hořčíku a vápníku, ovšem jsou deficitní na methionin jako jednu z esenciálních aminokyselin a také jsou chudší na zinek. Také je třeba mít na paměti, že se jedná o vysoce zpracované výrobky, které obsahují řadu přídatných látek.

Klíčová slova: *tuk, bílkoviny, aminokyseliny, mastné kyseliny, sůl, prvky*

Abstract

Recently, the offer of analogues of meat products based on plant proteins has been growing on the market as a response to the demands of some consumers. In this study, the content of protein, fat and salt, as well as the representation of amino acids, fatty acids and mineral elements in plant analogues available on the market and in meat products of the corresponding type were determined. By comparing the results, it was found that, from a nutritional point of view, plant alternatives bring some positives and negatives to consumers. Although plant analogues contain more polyunsaturated fatty acids and omega 3 fatty acids and less saturated fatty acids than meat products, as well as more magnesium and calcium, they are deficient in methionine as one of the essential amino acids and are also poorer in zinc. It should also be borne in mind that these are highly processed products that contain a number of additives.

Key words: *fat, proteins, amino acids, fatty acids, salt, elements*

Úvod

V poslední době dochází u části populace ke změnám stravovacích návyků a způsobu stravování z různých důvodů, a tak vedle tradičních skupin vegetariánů a veganů stále více početně sílí nová cílová skupina populace vědomě snižující spotřebu potravin živočišného původu, která je nazývána flexitariány resp. reduktariány (Windhorst, 2021). Spotřebitelé vyhledávají alternativní výrobky na bázi rostlinných bílkovin a producenti potravin na tuto poptávku reagují rozšiřující se nabídkou trhu o rostlinné analogy masných výrobků ve snaze nabídnout produkt srovnatelný s tradiční potravinou, a to z hlediska kvality a bezpečnosti konzumace, sensorických vlastností i způsobu přípravy (Hoek et al., 2011; Schreuders et al., 2021; Sun et al., 2021). Alternativní produkty k masu na bázi rostlinných bílkovin se označují jako *plant protein-based meat analogues* (PBMA). K jejich výrobě se používají různé složky včetně vody, oleje, bílkovin izolovaných z rostlin, sacharidů, ochucovadel, barviv a pojiv, což jsou typicky

vysoce rafinované složky, které se podílí na výsledném složení produktů (Zhou et al., 2021).

Cílem této práce bylo stanovit obsah bílkovin a tuku jako majoritních složek a dále zastoupení aminokyselin, mastných kyselin, soli a vybraných minerálních prvků v rostlinných analozích masných výrobků dostupných na trhu a porovnat s obsahem těchto složek v běžných masných výrobcích odpovídajícího typu.

Materiál a metodika

Jako materiál bylo v tržní síti v období červen-říjen 2022 a červenec-srpen 2023 zakoupeno celkem 39 vzorků PBMA různého typu nazývané např. jako vegan burger, vegi steak, nudličky ze sóje nebo vegetariánské kuličky určených buď k chladiřenskému, nebo mraziřenskému skladování a následně k tepelné úpravě před konzumací. K porovnání výsledků bylo zakoupeno 21 vzorků odpovídajících výrobků z masa nazývaných na obale např. jako hovězí burger nebo vepřové karbanátky.

Ve výrobcích byl stanoven obsah bílkovin podle Kjeldahla (ČSN 57 0153) s využitím faktoru 6,25 pro přepočet a obsah tuku pomocí metody ČSN ISO 1443 Stanovení celkového obsahu tuku. Zastoupení aminokyselin bylo stanoveno s využitím automatického analyzátoru aminokyselin po předchozí kyselé hydrolyze vzorku. Mastné kyseliny byly ve vzorcích stanoveny ve formě methylesterů mastných kyselin s využitím plynové chromatografie s plamenově-ionizační detekcí. Obsah soli byl určen násobením faktorem 2,5 stanoveného množství sodíku, které bylo stanoveno společně s dalšími minerálními prvky pomocí plamenové atomové absorpční spektrometrie.

Statistické vyhodnocení výsledků bylo provedeno v programu Unistat 6.5 (Unistat, Velká Británie).

Výsledky a diskuze

Vzorky PBMA obsahovaly podle údajů na obale různé zdroje bílkovin a také různé druhy tuků, a podle toho byly dále při vyhodnocení získaných výsledků rozděleny do skupin. Pingali et al. (2023) uvádí, že zastoupení aminokyselin i mastných kyselin v analozích na rostlinné bázi závisí na surovinách použitých při výrobě těchto analogů. Co se týče bílkovinných zdrojů, v tržní síti byly dostupné výrobky, které obsahovaly pouze jeden bílkovinný zdroj (soja, hrách nebo cizrna) a také výrobky obsahující směs několika bílkovinných zdrojů (soja s pšenicí nebo směs soji, pšenice a hrachu).

Tabulka 1 uvádí stanovený obsah bílkovin a vybraných aminokyselin v analyzovaných rostlinných analozích a jim odpovídajících masných výrobcích. Pro PBMA je uveden průměrný obsah pro všechny výrobky a v dalších sloupcích pak rozdělení výrobků podle bílkovinného zdroje. Je zřejmé, že celkový obsah bílkovin se statisticky významně neliší v masných ($17,3 \pm 0,8$ g/100g) a rostlinných výrobcích ($15,7 \pm 5,1$ g/100g), pouze u PBMA obsahujících jako bílkovinný zdroj cizrnu ($8,9 \pm 0,6$ g/100g) byl zjištěn obsah bílkovin statisticky významně nižší ($p < 0,05$) než v ostatních výrobcích. Podobně srovnatelné výsledky celkového obsahu bílkovin uvádí Bohrer (2019), který porovnává analogy masa s tradičními masnými výrobky podle nutričních údajů na obale výrobků dostupných na trhu v Kanadě. Pro masné analogy uvádí obsah bílkovin v rozmezí 10,17-25,00 g/100g a pro tradiční masné výrobky 15,56-25,56 g/100g.

Co se týče zastoupení aminokyselin (AK) (Tabulka 1), byl zjištěn statisticky významně ($p < 0,05$) vyšší obsah všech esenciálních aminokyselin v masných výrobcích než v PBMA s výjimkou fenylalaninu, jehož obsah je v PBMA srovnatelný s tradičními masnými výrobky. Statisticky významně ($p < 0,05$) vyšší obsah v masných výrobcích byl

stanoven také u obou semiesenciálních AK (arginin, histidin) a dále u kyseliny asparagové, glycinu a alaninu. Množství ostatních AK se u obou skupin výrobků statisticky významně neliší.

Co se týče jednotlivých skupin rostlinných analogů rozdělených dle bílkovinných zdrojů, největší rozdíly byly zjištěny mezi výrobky obsahujícími cizrnu a ostatními skupinami PBMA. U některých AK byly zjištěny i statisticky významné rozdíly u výrobků obsahujících hrách jako zdroj bílkovin a ostatních výrobků.

Nejvyšší množství ze všech AK činila kyselina glutamová ve všech PBMA i masných výrobcích, přičemž nejvyšší obsah byl zjištěn ve výrobcích obsahujících pšenici, což odpovídá přirozeně vysokému obsahu kyseliny glutamové v pšenici (Velíšek, 1999). Nejdůležitější je zmínit minimální obsah methioninu ve všech PBMA, což z nich dělá deficitní na jednu esenciální AK narozdíl od tradičních masných výrobků, které obsahují ve významném množství všechny esenciální i semiesenciální aminokyseliny. Podobné výsledky uvádí Lyu et al. (2022), a to nejvyšší zastoupení kyseliny glutamové a minimální obsah methioninu v PBMA.

Tabulka 1: Obsah bílkovin a vybraných aminokyselin v masných výrobcích a jejich rostlinných analogích (uveden průměr pro všechny rostlinné výrobky a dále pro skupiny rostlinných analogů dle bílkovinného zdroje uvedeného na obale výrobku).

množství (g/kg)	masné výrobky	všechny analogy	rostlinné analogy dle bílkovinného zdroje				
			soja	soja + pšenice	hrách	soja + pšenice + hrách	cizrna
bílkoviny	173 ± 8 ^a	157 ± 51 ^a	143 ± 55 ^A	191 ± 47 ^A	145 ± 31 ^A	157 ± 8 ^A	89 ± 6 ^B
valin	9,2 ± 1,0 ^a	6,5 ± 2,0 ^b	7,0 ± 2,9 ^A	8,8 ± 2,2 ^A	7,1 ± 1,5 ^A	6,3 ± 1,1 ^A	3,4 ± 1,0 ^B
leucin	14,6 ± 1,4 ^a	10,6 ± 3,2 ^b	11,1 ± 4,7 ^A	14,6 ± 3,7 ^A	11,1 ± 2,4 ^A	10,6 ± 1,6 ^A	5,6 ± 1,8 ^B
threonin	8,0 ± 0,8 ^a	4,8 ± 1,4 ^b	5,5 ± 2,5 ^A	6,6 ± 1,6 ^A	4,9 ± 1,0 ^A	4,4 ± 0,6 ^A	2,7 ± 0,8 ^B
methionin	2,3 ± 1,1 ^a	0,4 ± 0,3 ^b	0,2 ± 0,4 ^A	0,8 ± 1,0 ^A	0,3 ± 0,6 ^A	0,1 ± 0,1 ^A	0,4 ± 0,3 ^A
fenylalanin	7,5 ± 0,7 ^a	7,3 ± 2,0 ^a	7,2 ± 3,1 ^A	10,0 ± 2,6 ^A	7,5 ± 1,8 ^A	7,4 ± 1,0 ^A	4,4 ± 1,5 ^B
histidin	7,3 ± 0,6 ^a	3,8 ± 1,0 ^b	4,1 ± 1,8 ^A	5,1 ± 1,2 ^A	3,8 ± 0,9 ^A	3,8 ± 0,5 ^A	2,2 ± 0,5 ^B
k.glutamová	30,9 ± 4,3 ^a	34,8 ± 15,6 ^a	31,4 ± 12,3 ^A	53,1 ± 16,4 ^A	24,7 ± 5,1 ^B	46,9 ± 7,1 ^A	13,7 ± 4,7 ^C

Vysvětlivky: Rozdílná písmena v horních indexech v rámci jednotlivých řádků značí statistickou významnost rozdílů na hladině významnosti $p < 0,05$ (odděleně pro malá a velká písmena).

Obsah tuku a jednotlivých typů mastných kyselin je uveden v tabulce 2, z níž vyplývá, že v celkovém obsahu tuku se masné a rostlinné výrobky statisticky významně neliší. Statisticky významný rozdíl byl ale zjištěn v zastoupení polynenasycených (PUFA) a nasycených (SFA) mastných kyselin a také omega 3 PUFA, přičemž PBMA obsahují statisticky významně ($p < 0,05$) více PUFA a statisticky vysoce významně ($p < 0,01$) více omega 3 PUFA a statisticky vysoce významně ($p < 0,01$) méně SFA, což koresponduje s výsledky, které uvádí Romão et al. (2023).

Z hlediska druhů olejů použitých při výrobě PBMA nebyl shledán jednoznačný rozdíl v obsahu jednotlivých typů mastných kyselin.

Co se týče obsahu soli, nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl, což koresponduje s výsledky, které uvádí Romão et al. (2023). V masných výrobcích činil podíl soli $1,5 \pm 0,4$ g/100g a v PBMA $1,4 \pm 0,4$ g/100g.

Tabulka 2: Obsah tuku a jednotlivých typů mastných kyselin v masných výrobcích a PBMA (uveden průměr pro všechny rostlinné výrobky a dále pro skupiny PBMA dle druhu použitého oleje uvedeného na obale výrobku).

množství (g/100g)	masné výrobky	všechny analogy	rostlinné analogy dle druhu oleje				
			řepkový	kokosový + řepkový	sluneč- nicový	řepkový + slunečnicový	ze sojových bobů
tuk	13,2 ± 4,6 ^a	8,8 ± 3,6 ^a	10,7 ± 2,5 ^A	11,2 ± 4,4 ^A	7,3 ± 1,0 ^A	6,3 ± 4,6 ^A	6,6 ± 3,3 ^A
PUFA	1,0 ± 0,5 ^a	2,3 ± 0,9 ^b	2,2 ± 0,4 ^{AB}	3,3 ± 0,8 ^A	2,8 ± 1,3 ^{AB}	1,6 ± 0,7 ^B	2,1 ± 0,6 ^{AB}
MUFA	5,6 ± 1,0 ^a	3,6 ± 1,6 ^a	4,6 ± 0,9 ^A	3,6 ± 1,8 ^{AB}	2,4 ± 1,1 ^B	3,2 ± 2,2 ^{AB}	3,7 ± 1,3 ^{AB}
SFA	5,6 ± 1,0 ^a	0,7 ± 0,2 ^b	0,7 ± 0,2 ^{AB}	1,0 ± 0,1 ^A	0,7 ± 0,2 ^{AB}	0,5 ± 0,2 ^B	0,6 ± 0,1 ^B
omega 6	0,9 ± 0,5 ^a	2,0 ± 1,0 ^a	1,7 ± 0,2 ^A	2,9 ± 1,0 ^B	2,6 ± 1,4 ^{AB}	1,3 ± 0,5 ^A	1,5 ± 0,4 ^A
omega 3	0,07 ± 0,03 ^a	0,4 ± 0,2 ^b	0,5 ± 0,1 ^A	0,4 ± 0,3 ^A	0,1 ± 0,1 ^B	0,3 ± 0,2 ^A	0,5 ± 0,2 ^A

Vysvětlivky: PUFA = polynenasycené mastné kyseliny, MUFA = mononenasycené mastné kyseliny, SFA = nasycené mastné kyseliny. Rozdílná písmena v horních indexech v rámci jednotlivých řádků značí statistickou významnost rozdílů na hladině významnosti $p < 0,05$ (odděleně pro malá a velká písmena).

Z hlediska minerálních prvků byly zjištěny rozdíly, a to statisticky významně ($p < 0,05$) vyšší obsah hořčíku ($0,09 \pm 0,04$ g/100g) a vápníku ($0,07 \pm 0,03$ g/100g) v PBMA, zatímco na zinek jsou statisticky vysoce významně ($p < 0,01$) bohatší masné výrobky ($3,1 \pm 1,1$ mg/100g), což koresponduje s výsledky, které uvádí Romão et al. (2023).

Závěr

Na základě výsledků studie lze říci, že pro rostlinné analogy masných výrobků byly shledány z nutričního hlediska některá pozitiva i negativa. Nutričně významné pro PBMA je vyšší obsah PUFA i omega 3 PUFA a současně nižší obsah SFA než u masných výrobků a podobně vyšší obsah hořčíku a vápníku, ale z nutričního hlediska negativní zjištění je, že rostlinné analogy jsou deficitní na methionin jako jednu z esenciálních aminokyselin a také jsou statisticky významně chudší na zinek. Také je třeba mít na paměti, že se v případě PBMA jedná o vysoce zpracované výrobky, které obsahují řadu přídatných látek.

Literatura

- Bohrer, B. M. 2019. An investigation of the formulation and nutritional composition of modern meat analogue products. *Food Science and Human Wellness*, vol. 8, pp. 320-329. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.11.006>
- Hoek, A. C., Luning, P. A., Weijzen, P., Engels, W., Kok, F. J., de Graaf, C. 2011. Replacement of meat by meat substitutes. A survey on person- and product-related factors in consumer acceptance. *Appetite*, vol. 56, no. 3, p. 662-673.
- Lyu, B., Li, J., Meng, X., Fu, H., Wang, W., Ji, L., Wang, Y., Guo, Z., Yu, H. 2022. The Protein Composition Changed the Quality Characteristics of Plant-Based Meat Analogues Produced by a Single-Screw Extruder: Four Main Soybean Varieties in China as Representatives. *Foods*, vol. 11:1112. <https://doi.org/10.3390/foods11081112>
- Pingali, P., Boiteau, J., Choudhry, A., Hall, A. 2023. Making meat and milk from plants: A review of plant-based food for human and planetary health. *World Development*, vol. 170:106316. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106316>
- Romão, B., Botelho, R. B. A., Torres M. L., Maynard, D. C., Holanda, M. E. M., Borges, V. R. P., Raposo, A., Zandonadi R.P. 2023. Nutritional Profile of Commercialized Plant-Based Meat: An Integrative Review with a Systematic Approach. *Foods*, vol. 12:12030448. <https://doi.org/10.3390/foods12030448>

- Schreuders, F. K. G., Schlangen, M., Kyriakopoulou, K., Boom, R. M., van der Goot, A.J. 2021. Texture methods for evaluating meat and meat analogue structures: A review. *Food Control*, vol. 127:108103:
- Sun, C., Ge, J., He, J., Gan, R., Fang, Y. 2021. Processing, Quality, Safety, and Acceptance of Meat Analogue Products. *Engineering*, vol. 7, no. 5, p. 674-678.
- Velíšek, J. 1999. *Chemie potravin 1*. Osis: Tábor, 328 p.
- Windhorst, H.W. 2021. Liegt die Zukunft alternativer Proteine in Asien? *Fleischwirtschaft*. vol. 101, no. 3, pp. 46-50.
- Zhou, H., Hu, Y., Tan, Y., Zhang, Z., McClements, D. J. 2021. Digestibility and gastrointestinal fate of meat *versus* plant-based meat analogs: An *in vitro* comparison. *Food Chemistry*. vol. 364:130439.

Poděkování

Práce byla finančně podpořena projektem Interní tvůrčí agentury VETUNI č. 2023ITA24 s názvem Alternativy potravin živočišného původu na bázi rostlinných bílkovin – vybrané parametry zdravotní nezávadnosti a kvality.

Kontaktní adresa

Ing. Klára Bartáková, Ph.D., VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: bartakovak@vfu.cz

Vztah pokryvu krajiny k pylovému profilu medu *Pollen profile relation to country land cover*

Pospiech, M.¹, Bartlová, M.¹, Javůrková, Z.¹, Tremlová, B.¹, Čížková, H.²,
Prus, B.³, Marcinčák, S.⁴, Bodor, Z.⁵

¹Veterinární univerzita Brno, ²Vysoká škola chemicko technologická, ³Univerzity of agricultural in Krakow, ⁴Univerzita veterinárního lékařstva a farmacie, ⁵Semmelweis University

Souhrn

Monitoring půdního pokryvu je v současnosti prováděn automatickými geografickými systémy, které na základě analýzy viditelného a blízkého infračerveného spektra poskytují informace o způsobu využití půdy. V práci je ověřován vztah pylového profilu medu k pokryvu krajiny v regionu Morava, Česká republika. Analyzováno bylo 17 stanovišť, krajinný pokryv byl hodnocen jako 3 km poloměr od stanoviště. Celkem byla vyhodnocena plocha 48 042 Ha v návaznosti na jednotlivá stanoviště. Z toho 57 % zabírala zemědělská půda, 22 % urbanizované území, 21 % lesy a 0,1 % vodní plocha. Výsledky prokázaly silnou korelaci pro některé botanické taxony a typy pokryvu identifikované pomocí CORINE land cover, konkrétně *Aruncus* sp., *Hipericum* sp., *Trifolium* sp. (R=0,99, R=0,99, R=0,95) u klasifikace 3 typů a s *Brassica* sp., *Echium* sp., *Rubus* sp. u klasifikace 2 typů (R=0,99, R=0,96, R=0,96) ($p < 0,05$).

Klíčová slova: *melissopalynologie, GIS, pokryv krajiny Corine, CLC*

Abstract

Land cover monitoring is currently carried out by automated geographic systems. These provide information on land use based on the analysis of the visible and near-infrared spectrum. This article examines the relationship between honey pollen profile and land cover in the region of Moravia, Czech Republic. Seventeen hive location were analysed and land cover was assessed as a 3 km radius around the site. In total, an area of 48,042 ha was evaluated in relation to individual hive location. Of this, 57% was agricultural land, 22% urban land, 21% forest and 0.1% water. The results showed a strong correlation for some botanical taxa and cover types identified by CORINE land cover. Specifically, *Aruncus* sp., *Hipericum* sp., *Trifolium* sp., (R=0.99, R=0.99, R=0.95) for type 3 classification and with *Brassica* sp., *Echium* sp., *Rubus* sp. for type 2 classification (R=0.99, R=0.96, R=0.96) ($p < 0.05$).

Key worlds: *melissopalynology, GIS, Corine land cover, CLC*

Úvod

Dálkový průzkum země umožňuje sběr velkého množství dat, které lze interpretovat různými způsoby podle toho jaké družice a jaké detektory, převážně různých formě záření, byly analyzovány. V rámci evropského vesmírného výzkumu, je umožněn přístup k těmto datům, jak v binární podobě, tak v podobě vyhodnocených informací. Pro sledování pokryvu půdy se využívají satelity Sentinel-2 snímající zemský povrch ve viditelném spektru RGB (červená, zelená, modrá), NIR, spektra blízká NIR(Phiri et al., 2020), SWIR a Landsat-8 využívající VNIR a SWIR (využívajících vlnové délky 443, 865, and 2201 nm) (Gorroño et al., 2017). Takto získána satelitní data jsou zpracovány pro vytvoření charakteristiky krajinného pokryvu matematickými modely (Dušek a Popelková, 2017) a jsou volně dostupné jako CORINE land cover (CLC).

Kolonie včely medonosné jsou součástí krajiny a její zdravotní stav a také produkce medu je závislá na nektarových a pylových zdrojích v okolí stanoviště dané včelí kolonie. Nektar představuje zdroj sacharidů pro včelstvo, pyl je zdrojem proteinů (Bryš et al., 2021). Oba tyto zdroje přitom nachází uplatnění v podobě včelích produktů a to ve formě medu a sušených pylových rousek. Blízkost oblastí s intenzivní zemědělskou činností, může být na druhou stranu zdrojem znečištění v podobě pesticidů, které jsou jednou z příčin CCD (náhlý kolaps kolonie včelstva) (VanEngelsdorp et al., 2009).

Cílem práce bylo ověřit v regionu Morava, Česká republika vztah mezi daty získanými s CLC a výsledky melissopalynologické analýzy medu.

Material a metodika

Byly použity data z CLC 2020 získané z Evropské agentury životního prostředí (European Environment Agency's Copernicus Land Monitoring Service). Data byla zpracována v programu QGIS 3.28 (QGIS Development Team, 2023). Kolem každého stanoviště byla vyhodnocována plocha o poloměru 3 km. Vyhodnocení půdního pokryvu bylo provedeno podle klasifikace k CLC a to samostatně pro typ 1 (5 skupin), typ 2 (15 skupin) a typ 3 (44 skupin), viz také tabulka 1. Vyhodnocení bylo jako součet celkové plochy jednotlivých skupin pro jedno stanoviště s následným procentuálním vyjádřením. Medy byly vyšetřeny semiautomatickou analýzou podle Pospiech a kol. (Pospiech et al. 2021). Autentické medy byly odebrány přímo od hobby včelařů a v medech bylo stanoveno relativní zastoupení botanických taxonů.

Statistická analýza byla provedena ve statistickém software Xlstat (Adinsoft, USA) a jako statistická metoda byl použit Pearsanův korelační koeficient na hladině významnosti $p < 0,5$. Korelace byla provedena mezi celkovou plochou hodnocené skupiny a procentuálním zastoupením daného botanického taxonu.

Výsledky a diskuse

Výsledky z CLC lze pro jednotlivá stanoviště klasifikovat do různě podrobných tříd. Nejhrubší klasifikaci (označované jako typ1) zahrnuje 5 skupin, další klasifikace typ 2 15 skupin a nejpodrobnější klasifikace je typ 3 která zahrnuje 44 skupin. Volba jednotlivých typů pro analýzu tedy upravuje celkovou plochu v dané třídě, se kterou je srovnáván pylový profil, na druhou stranu hrubá klasifikace nemusí nutně odpovídat charakteru krajiny. Výsledky pro typ 1 potvrdil statisticky významnou korelaci pro *Campanula sp* $R=0,52$ v urbanizovaných územích a pro *Thymus sp.* $R=0,55$ ve skupině zemědělské plochy. Ve skupině lesy a polopřírodní oblasti byla potvrzena pouze negativní korelace pro *Salix sp.* $R=-0,634$ a pro *Helianthus anus* $R=-0,586$. Toto zjištění není překvapivé, protože tato klasifikace zahrnuje oblasti, které zahrnují různě využívanou plochu a tím pádem dochází k velkému rozptylu také v množství a přítomnosti pylových zrn pro jednotlivé klasifikační třídy. Souhrn klasifikačních typů je uveden v tabulce 1 spolu s procentuálním zastoupením v analyzovaných stanovištích.

Tabulka 1: Klasifikace půdního pokryvu s CLC 2020 s procentuálním zastoupeným půdního pokryvu (klasifikační skupiny).

Typ 1	Typ 2	Typ 3
Urbanizovaná území (22 %)	Obytné plochy (15 %)	Městská souvislá zástavba (0,1 %) Městská nesouvislá zástavba (15 %) Průmyslové nebo obchodní zóny (4 %)
	Průmyslové a obchodní zóny, komunikační síť (5 %)	Silniční a železniční síť a přilehlé prostory (1 %) Přístavní zóny Letiště
	Doly, skládky a staveniště (0,4 %)	Těžba hornin (0,4 %) Skládky Staveniště
	Plochy umělé, nezemědělské zeleně (1 %)	Plochy městské zeleně (0,1 %) Zařízení pro sport a rekreaci (1 %)
Zemědělské plochy (57 %)	Orná půda (30 %)	Orná půda mimo zavlažovaných ploch (30 %) Plochy stále zavlažované Rýžová pole Vinice (1 %)
	Stálé kultury (2 %)	Ovocné sady a keře (1 %) Olivové porosty
	Pastviny (8 %)	Pastviny (8 %) Roční kultury přidané ke stálým kulturám
	Různorodé zemědělské plochy (18%)	Komplexní systémy kultur a parcel (3 %) Převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace(14 %) Území zemědělskolesnická
Lesy polopřírodní oblasti (21 %)	Lesy (20 %)	Listnaté lesy (5 %) Jehličnaté lesy (4 %) Smíšené lesy (11 %) Přírodní pastviny
	Plochy s křovinnou a travnatou vegetací (1 %)	Slatiny a vřesoviště, křovinaté formace Sklerofylní vegetace Přechodová stadia lesa a křoviny (1 %)
	Otevřené plochy s malým zastoupením vegetace nebo bez vegetace	Pláže, duny, písky Holé skály Oblasti s řídkou vegetací Vypálené oblasti Ledovce a věčný sníh
Humidní území	Vnitrozemská humidní území	Vnitrozemské bažiny Rašeliniště Přímořské bažiny
	Přímořská humidní území	Slané bažiny Příbřežní zóny
Vodní plochy (0,1 %)	Pevninské vody (0,1 %)	Vodní toky a cesty Vodní plochy (0,1 %) Laguny
	Mořské vody	Ústí řek Moře a oceány

Pro klasifikační třídu typ 2 je už rozdělení více podrobné a z naměřených dat lze vidět, že podrobnější kategorizace má větší vztah k botanickým taxonům, které byli potvrzené v medech pro stanoviště s daným typem půdního pokryvu. V sledované blízkosti stanovišť bylo zastoupeno jen sedm skupin. Největší zastoupení přitom měla orná půda (30 %, a nejmenší 0,1 % pevninské vody). Shrnutí výsledků s potvrzenou korelací je uvedeno v tabulce 2, kde jsou uvedeny pouze hodnoty statisticky významné ($p < 0,5$). Výsledky analýzy třídy typu 2 pro klasifikační skupinu lesy, a různé zemědělské plochy potvrdila pouze negativní korelaci s taxony *Salix* sp., a *Lotus* sp. ($p < 0,5$). Výsledek ukazuje, že tyto taxony se nachází v málo četném zastoupení pro danou skupinu zemědělského pokryvu půdy. Důvodem je nízký výskyt těchto taxonů v daných biomech. Kdy vrba je typická pro blízkosti vodních toků (Çelemlı, 2012) a *Lotus* sp. pro oblasti s nízkou zemědělskou činností, respektive je to typický taxon pro pastviny (Winkler et al., 2022). Pro oblasti s městskou zástavbou (obytné plochy) byla potvrzena pozitivní korelace s výskytem taxonu *Aesculus* sp., který zahrnuje oblíbený strom parkových výsadeb Pakaštan koňský (Kopačka a Zemek, 2023), který je květem atraktivní nejen pro obyvatele, ale také pro včely a slouží jako zdroj pylu a nektaru ((Demianowicz, 1964)). Podobné využití mají zelené plochy nevyužívané pro zemědělské účely (městská zeleň a sportoviště), kde byla potvrzena vysoká pozitivní korelace s taxony *Echium* sp., *Rubus* sp. a *Trifolium* sp. ($p < 0,05$), tedy taxony vyskytujícími se v přirozeně zelené krajině nebo na pastvinách (*Trifolium* sp.).

Tabulka 2: Vztah botanických taxonů ke klasifikační třídě typu 2 dle CLC

	Lesy	Obytné plochy	Orná půda	Pastviny	Plochy umělé, nezemědělské zeleně	Průmyslové a obchodní plochy	Různorodé zemědělské plochy	Stálé kultury
<i>Aesculus</i> sp.		0,6						
<i>Betula</i> sp.				0,92				
<i>Brasica</i> sp.							-0,53	0,99
<i>Campanula</i> sp.						0,87		
<i>Echium</i> sp.					0,96			
<i>Hypericum</i> sp.				0,92				
<i>Lotus</i> sp.			0,61	0,98			-0,6	
<i>Phacelia</i> sp.				0,91				
<i>Rhamnus</i> sp.				0,92				
<i>Rubus</i> sp.					0,96			
<i>Salix</i> , <i>Salicaceae</i>	-0,54		0,48					
<i>Trifolium</i> sp.					0,9			

Překvapivá je pozitivní korelace v oblastech s průmyslovým využitím, kde byl potvrzen pyl taxonů *Campanula* sp. a také negativní korelace u taxonu *Brassica* sp., která je v ČR zastoupena převážně ozimou řepkou (Pospiech et al., 2021). Tento vztah vysvětlujeme s ohledem na negativní korelace v třídě typu 3 dle CLC ($p > 0,5$), která blíže specifikuje

charakteristiku této skupiny na převážně zemědělská území s příměsí přirozené vegetace. Jsou to tedy oblasti nevyužívající ornou půdou pouze intenzivní zemědělskou činností, ale podíl přirozené vegetace poskytuje také další zdroje snůšky, což vede k poklesu v obsahu pylu řepky v medech v těchto oblastech. Půdy s nejvyšším stupněm zemědělského obdělávání (orné půdy) potvrdily pozitivní korelaci k pylu taxonu *Lotus* sp. a *Salix* sp. ($p > 0,5$). A nejvíce taxonů s pozitivní korelací k půdnímu pokryvu byly potvrzeny u taxonů *Betula* sp., *Brassica* sp., *Hypericum* sp., *Lotus* sp., *Phacelia* sp. a *Rhamnus* sp. Tento výsledek potvrzuje, že pastviny jsou pestré na původní botanické taxony, které jsou pro včely tradičně dobrým zdrojem jak pylu, tak nektaru nezbytného pro rozvoj včelí kolonie a také produkci včelích produktů. Přítomnost *Lotus* sp. na pastvinách byl potvrzen také na vysočině (Winkler et al., 2022). Ve srovnání s klasifikací podle 2 typu nebyla u taxonu *Brassica* sp. potvrzena statisticky významná korelace, i když korelace taxonu k půdnímu pokryvu byla vysoká ($R = 0,87$).

Klasifikační třída typ 3 má nejpodrobnější klasifikaci, což vedlo také k nejčastějšímu potvrzení závislosti v botanických taxonech prokázaných v medu s daným typem lokality klasifikovaného podle CLC. Pro tento typ byla nejvíce zastoupená orná půda mimo zavlažovaných ploch (30 %), nejméně byly, jako u předešlého typu, zastoupeny vodní plochy (0,1 %).

U klasifikačního typu 3 byla potvrzena závislost s půdním pokryvem největší z analyzovaných typů (Tabulka 3). Přičemž výsledek klasifikace je většinou v souladu s výsledky pro kategorizaci 2 typu, jak bylo popsáno výše. Lesní porost je pro tuto klasifikaci rozdělen na listnaté lesy, smíšené lesy a přechodová stadia lesa a křoviny a pro jednotlivé skupiny. Ve srovnání s předešlými klasifikacemi bylo potvrzeno více botanických taxonů korelujících s půdním pokryvem. Potvrzeny byly *Aruncus* sp., *Phagophyrum* sp., *Trifolium* sp. a *Lotus* sp. Přítomnost *Lotus* sp. v přechodových oblastech lesa lze vysvětlit vysokou adaptovatelností tohoto taxonu k různým typům půdy (Zedníková et al., 2023).

Překvapivým je obsah druhu pohanky ve skupině listnaté lesy. V ČR se vyskytují dva druhy Pohanka obecná a tatarská, oba druhy jsou neofyty a od 19 století jejich výskyt byl potvrzen i v krajinných biotypech (Mabberley, 2023) a bylo potvrzeno jejich osídlování v neudržovaných loukách (Hadrava et al., 2022). Pro ověření tohoto vztahu by bylo vhodné provést bližší botanický průzkum daných lokalit a vyvrátit nepřesné určení daného taxonu podrobnější klasifikací, jestliže pyl nepochází z jiné pro ČR původní byliny čeledě rdesnovitých. S ohledem na vysokou atraktivitu pohanky se ale může jednat také o preferovaný botanický taxon (Tschumi et al., 2015; Hadrava et al., 2022). Městská nesouvislá zástavba, průmyslové nebo obchodní zóny a zařízení pro sport a rekreaci kopírují výsledky z klasifikace, jak byla u 2 typu. Potvrzena byla pozitivní korelace s taxony *Aesculus* sp., *Campanula* sp. a *Trifolium* sp. (Tabulka 3).

Ve srovnání s předchozími typy klasifikace dle CLC, bylo pro zemědělské půdy potvrzeno v tomto typu nejvíce vzájemných vztahů, celkem bylo potvrzeno 11 taxonů ve vztahu k půdnímu pokryvu. Kategorie ovocné sady a keře poskytuje překvapivé zjištění, že tato oblast koreluje s obsahem pylu lípy v medech s ohledem na rozsahu této kategorie v okolí stanoviště včelstva. Výsledek nebyl očekáván a pro potvrzení nebo vyvrácení je vhodné zahrnout do analýzy další takto klasifikované oblasti. Nejvíce taxonů pozitivně korelujících k půdnímu pokryvu bylo pro pastviny *Betula* sp., *Brassica* sp., *Hypericum* sp., *Losus* sp., *Phacelia* sp., *Rhamnus* sp. a dále pro komplexní systémy kultur a parcel kde byly zastoupeny taxony *Aruncus* sp., *Helianthus* sp., *Hypericum* sp., *Lythrum* sp. a *Salix* sp. Toto zjištění je v souladu s obecným tvrzením, že pro rozvoj včelstva je důležitý

pestrý zdroj pylové a nektarové snůšky, který podle našich výsledků jsou schopny dosáhnout právě půdní pokryvy, které mají pestřejší zastoupení taxonů podílejících se na snůšce včelstva. I když podle literárních zdrojů dochází i u trvalých travních porostů k postupnému ubývání botanických druhů (Harásek et al., 2023).

Tabulka 3: Vztah botanických taxonů ke klasifikační třídě typu3 dle CLC

	Komplexní systémy kultur a parcel	Listnaté lesy	Městská nesouvislá zástavba	Orná půda mimo zavlažovaných ploch	Ovocné sady a keře	Pastviny	Průmyslové nebo obchodní zóny	Přechodová lesa a křoviny	Smíšené lesy	Zařízení pro sport a rekreaci
<i>Aesculus</i> sp.			0,59							
<i>Aruncus</i> sp.		0,83								
<i>Aruncus</i> sp.	0,99									
<i>Betula</i> sp.						0,92				
<i>Brasica</i> sp.						0,87				
<i>Campanula</i> sp.							0,86			
<i>Helianthus</i> sp.	0,86									
<i>Hypericum</i> sp.	0,99					0,92				
<i>Lotus</i> sp.				0,59		0,91		0,82		
<i>Lythrum</i> sp.	0,93									
<i>Phacelia</i> sp.						0,91				
<i>Phagopyrum</i> sp.		0,80								
<i>Rhamnus</i> sp.						0,92				
<i>Salix</i> , <i>Salicaceae</i>	0,77									
<i>Tilia</i> sp.					1,00					
<i>Trifolium</i> sp.									0,69	0,95

Závěr

Byl potvrzen vztah mezi výskytem pylových taxonů v medu a mezi některými typy půdního pokryvu ČR mapovaného pomocí družicového systému a vyhodnoceného evropským systémem CORINE Land cover. Nejčastěji byla potvrzena korelace pylových taxonů krajinného pokryvu s podílem původních krajinných prvků a městské zeleně. Nejvyšší stupeň korelace byl pro taxony *Aruncus* sp., *Hypericum* sp., *Trifolium* sp., ($R=0,99$, $R=0,99$, $R=0,95$) u klasifikace 3 typu a s *Brasica* sp., *Echium* sp., *Rubus* sp. u klasifikace 2 typu ($R=0,99$, $R=0,96$, $R=0,96$) ($p < 0,05$). Klasifikace 1 typu potvrdila pouze slabou korelaci a není pro tento účel srovnání vhodným stupněm klasifikace. Pro některé druhy (*Brasica* sp., *Lotus* sp., *Salix* sp.) byl naopak potvrzen negativní vztah v některých krajinných typech.

Literatura

- Bryś, M. S., Skowronek, P., Strachecka, A. 2021. „Pollen Diet - Properties and Impact on a Bee Colony". *Insects 2021*, vol. 12, no. 9, p. 798. doi: 10.3390/INSECTS12090798.
- Çelemlı, Ö. G. 2012. Pollen morphology of some *Salix* L. (*Salicaceae*) taxa used by honey bees as a source of pollen and nectar. *Mellifera*, vol. 12, no. 23, pp. 30 - 36.
- Demianowicz, Z. 1964. Charakteristik der einartenhonige. *Les Annales de l'Abeille*, vol. 7, no. 4, pp. 273-288. doi: 10.1051/apido:19640401.
- Dušek, R., Popelková, R. 2017. Landscape diversity of the Czech Republic. *Journal of Maps*, vol. 13, no. 2, pp. 486-490. doi: 10.1080/17445647.2017.1329672.
- Gorroño, J., Banks, A. C., Fox, N. P., Underwood, C. 2017. Radiometric inter-sensor cross-calibration uncertainty using a traceable high accuracy reference hyperspectral imager. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 130, pp. 393-417. doi: 10.1016/J.ISPRSJPRS.2017.07.002.
- Hadrava, J., Talašová, A., Straka, J., Benda, D., Kazda, J., Klečka, J. 2022. A comparison of wild bee communities in sown flower strips and semi-natural habitats: A pollination network approach. *Insect Conservation and Diversity*, vol. 15, no. 3, pp. 312-324. doi: 10.1111/ICAD.12565.
- Harásek, M., Klinkovská, K., Chytrý, M. 2023. Vegetation change in acidic dry grasslands in Moravia (Czech Republic) over three decades: slow decrease in habitat quality after grazing cessation. *Applied Vegetation Science*, vol. 26, no. 2. e12726. doi: 10.1111/AVSC.12726.
- Kopačka, M., Zemek, R. 2023. Species Composition and Seasonal Abundance of Predatory Mites (Acari: Phytoseiidae) Inhabiting *Aesculus hippocastanum* (Sapindaceae). *Forests*, vol. 14, no. 5., p. 942. doi: 10.3390/F14050942/S1.
- Mabberley, D. 2023. „A Cultural History of Plants in the Nineteenth Century - Knihy Google". *Bloomsbury Publishing*. Získáno 13. říjen 2023 (https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=G8fXEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Fagopyrum+tataricum+moravia&ots=0M51wk_XWu&sig=1yCq9AelRs0fmklok7QUF8Ylt1w&redir_esc=y).
- Phiri, D., Simwanda, M., Salekin, S., Nyirenda, V. R., Murayama, Y., Ranagalage, M. 2020. Sentinel-2 data for land cover/use mapping: A review. *Remote Sensing*, vol. 12, no. 14, p. 2291. doi: 10.3390/rs12142291.
- Pospiech, M., Javůrková, Z., Hrabec, P., Čížková, H., Titěra, D., Štarha, P., Ljasovská, S., Kružík, V., Podskalská, T., Bednář, J., Kundříková Burešová, P., Tremlová, B. 2021. „Physico-Chemical and Melissopalynological Characterization of Czech Honey". *Applied Sciences*. vol. 11, no. 11, p. 4989. doi: 10.3390/app11114989.
- Tschumi, M., Albrecht, M., Entling, M. H., Jacot, K. 2015. High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 282, no. 1814, 20151369. doi: 10.1098/RSPB.2015.1369.
- VanEngelsdorp, D., Evans, J.D., Saegerman, C., Mullin, C., Haubruge, E., Nguyen, B.K., Frazier, M., Frazier, J., Cox-Foster, D., Chen, Y., Underwood, R., Tarpy, D.R., Pettis, J.S. 2009. Colony collapse disorder: a descriptive study. *PloS one*, vol. 4, no. 8, e6481. doi: 10.1371/journal.pone.0006481.
- Winkler, J., Mazur, Ł., Smékalová, M., Podlasek, A., Hurajová, E., Koda, E., Jiroušek, M., Jakimiuk, A., Vaverková, M.D. 2022. „Influence of land use on plant community composition in Vysocina Region grasslands, Czech Republic". *Environment Protection Engineering*. vol. 48, no. 4, pp. 21–33. doi: 10.37190/epe220402.

Zedníková, P., Kukla, J., Frouz, J. 2023. „The Growth, Competition, and Facilitation of Grass and Legumes in Post-mining Soils". *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. vol. 23, no. 3. pp.3695–3704. doi: 10.1007/S42729-023-01290-8/FIGURES/6.

Poděkování: Projekt byl podpořen vládou České republiky, Maďarska, Polska a Slovenska grantovou agenturou Visegrad Grants z International Visegrad Fund. Název projekty: Sustainable Beekeeping in the Visegrad Group, číslo: 22220064.



Kontaktní adresa: doc. MVDr. Matej Pospiech Ph.D., Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, FVHE, VETUNI Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, mpospiech@vfu.cz.

Prof. MVDr. Zdeněk Matyáš, CSc. - 100. výročí narození *Zdeněk Matyáš, DVM, PhD, Prof. - 100th anniversary*

Ostrý, V., Ruprich, J.

Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin v Brně

Souhrn

Dne 14. prosince 2023, vzpomeneme 100. výročí narození prof. MVDr. Zdeňka Matyáše, CSc. (*1923 – †2002) přední osobnosti československé a světové veterinární hygieny a veřejného zdraví. Jeho celoživotní působení bylo úzce spjato s vývojem oboru veterinární hygieny potravin, nejen u nás, ale i ve světě. Jako odchovanec Ústavu hygieny a technologie potravin na Vysoké škole veterinární v Brně, později vedoucí tohoto ústavu a vedoucí oddělení Hygieny a technologie potravin Výzkumného ústavu veterinárního lékařství v Brně, dosáhl významného postavení v organizaci a řízení tohoto oboru ve světovém měřítku. V letech 1966 – 1971 působil ve funkci vedoucího Veterinárně-zdravotního oddělení Světové zdravotní organizace (WHO) při Organizaci spojených národů se sídlem v Ženevě. V letech 1977 – 1983 působil ve WHO v Ženevě jako vedoucí jednotky „Veterinárního veřejného zdraví“ v divizi „Infekčních onemocnění“. Po návratu z WHO se stal vedoucím katedry hygieny a technologie potravin na VŠV v Brně. V roce 1985 se podílel na založení Centra hygieny potravinových řetězců v Brně, Institutu hygieny a epidemiologie v Praze (dnes Centra zdraví, výživy a potravin v Brně, Státního zdravotního ústavu v Praze).

Klíčová slova: *prof. Zdeněk Matyáš, 100. výročí narození, hygiena potravin, ochrana veřejného zdraví, HACCP.*

Úvod

Letošní konference LII. Lenfeldovy a Höklovy dny je spojena se 100. výročím narozením Prof. MVDr. Zdeňka Matyáše, CSc., profesora v oboru hygieny potravin živočišného původu na Vysoké škole veterinární v Brně.



Prof. MVDr. Zdeněk Matyáš, CSc.
(*1923 – †2002)

Prof. Matyáš se narodil Vojtěšce Matyášové, rozené Hulákové (*1894 – †1975) a Viktorovi Matyášovi (*1891 – †1974) dne 14. prosince 1923 v Brně - Řečkovicích. Maminka Vojtěška Matyášová byla dlouholetou učitelkou obecné školy v Řečkovicích,

kulturní a sociální pracovníci a kronikářkou obce Brno-Řečkovice. Od roku 1991 na její počest bylo pojmenováno v Brně - Řečkovicích Náměstí Vojtěšky Matyášové. Tatínek Viktor Matyáš byl železniční inženýr. Prof. Matyáš měl dva sourozence Milíče Matyáše (*1922 – †1973) a Alenu Matyášovou (*1920 – †2002). Rodina společně bydlela v Brně - Řečkovicích na ulici Železničářské. V roce 1951 se prof. Matyáš oženil se Zdeňkou Katolickou (*1929 – †1995) a měli spolu dceru Ivu. Dcera MUDr. Iva Čapovová pracuje jako lékařka na Klinice dětských infekčních nemocí v dětské nemocnici v Brně a je manželkou prof. MUDr. Ivana Čapova, DrSc. emeritního přednosty I. chirurgické kliniky LF MU a Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně.

Prof. Matyáš po absolvování reálného gymnázia v Brně - Králově Poli studoval v letech 1945 – 1949 Vysokou školu veterinární v Brně (VŠV). V roce 1950 obdržel titul MVDr a na VŠV zůstal jako odborný asistent. Vybral si specializaci hygiena a technologie potravin na Ústavu hygieny a technologie potravin pod vedením doc. Hökla. S uvedenou specializací měl praktické zkušenosti, protože na Ústavu hygieny a technologie potravin pracoval jako student -volontér. Po smrti doc. Hökla převzal vedení ústavu prof. Miroslav Dobeš (Matyáš, 1968), kterého prof. Matyáš ve vedení ústavu několikrát vystřídal.

Prof. Matyáš v roce 1966 získal vědeckou hodnost kandidáta věd a v roce 1977 získal titul řádného profesora v oboru hygiena a technologie potravin.

Prof. Matyáš se v roce 1974 podílel na založení oddělení Hygieny a technologie potravin na Výzkumném ústavu veterinárního lékařství v Brně kde se stal vedoucím oddělení. V roce 1975 stál při zakládání samostatného studijního oboru hygiena potravin na Vysoké škole veterinární. Specializovaná výuka hygieny potravin vyplynula z potřeb praxe, která vyžadovala stále vyšší úroveň vzdělání vedoucích pracovníků a vyšších nároků na hygienickou a zdravotní nezávadnost potravin.

V letech 1966 – 1971 působil ve funkci vedoucího Veterinárně-zdravotního oddělení Světové zdravotní organizace (WHO) při Organizaci spojených národů se sídlem v Ženevě. V letech 1977 – 1983 působil ve WHO v Ženevě jako vedoucí jednotky „Veterinárního veřejného zdraví“ v divizi „Infekčních onemocnění“. Zde se podílel na řešení problematiky zejména v oblasti zoonóz, mikrobiálních specifikací v potravinách a systému HACCP. Úzce spolupracoval s Mezinárodní komisí pro mikrobiologické specifikace v potravinách (ICMSF), s Organizací pro výživu a zemědělství (FAO) v Římě, se Světovou organizací pro zdraví zvířat (OIE) v Paříži a se Světovou asociací veterinárních hygieniků potravin.

Prof. Matyáš se po návratu z WHO v roce 1983 stal vedoucím katedry hygieny a technologie potravin na VŠV v Brně. V roce 1985 se podílel na založení Centra hygieny potravinových řetězců v Brně (CHPŘ), Institutu hygieny a epidemiologie v Praze (dnes Centra zdraví, výživy a potravin v Brně, Státního zdravotního ústavu v Praze). Stal se také jeho prvním vedoucím CHPŘ až do roku 1991, kdy odešel do důchodu. Prof. Matyáš tak naplnil ideu MVDr. Františka Pfaffa „*una sanitas – una medicina*“ - ideu prohloubení a zdokonalování spolupráce, koordinace a kooperace mezi veterinárními lékaři – hygieniky potravin, lékaři – hygieniky výživy a epidemiology v Československu. Prvními zaměstnanci CHPŘ byli prof. MVDr. Jiří Ruprich, CSc., doc. MVDr. Vladimír Ostrý, CSc., Prof. MVDr. Iva Tomancová – Steinhauserová, CSc. a MVDr. Alena

Hovorková. Po zřízení CHPŘ pracovali jeho pracovníci především v prostorách Katedry hygieny a technologie potravin VŠV v Brně a v toxikologickém ústavu VŠV v Brně. Základní kámen nové budovy CHPŘ byl položen 26. 4. 1987 a stavba byla dokončena a otevřena v září roku 1989.



Prof. Matyáš při slavnostním projevu k otevření nové budovy CHPŘ v Brně v září 1989

Prof. Matyáš vydal řadu odborných a vědeckých článků, odborných knižních publikací a VŠ skript jako hlavní autor:

a. v oblasti hygieny a technologie potravin

- *Vybrané kapitoly z hygieny a technologie masa jatečných zvířat a drůbeže*, knižní publikace, 1954.
- *Technologie potravin a surovin živočišného původu*: Určeno pro posluchače fakulty veterinární v Brně a v Košicích, knižní publikace, 11. vydání v letech 1956 - 1973.
- *Veterinární prohlídka jatečných zvířat, masa a zvěřiny*, 1967.
- *Hygienu potravin a surovin živočišného původu*: Určeno pro posluchače fakulty veterinární v Brně, knižní publikace, 3. vydání v letech 1969 - 1974.
- *Hygienu a technologie mrazírenských a rybích výrobků*: Určeno pro posluchače Vysoké školy veterinární v Brně, knižní publikace, 1990.
- *Hygienu výroby a distribuce potravin*, knižní publikace, 1999.

b. v oblasti HACCP

- *Analýza nebezpečí a kritické kontrolní ochranné body HACCP*, knižní publikace, 1993, Státní zdravotní ústav, Centrum hygieny potravinových řetězců, 85 s.

- *Podklady pro zavedení HACCP do oboru zpracování surovin a potravin živočišného původu: ryby, měkkýši, koryši, zvěřina, drůbež, vejce, med, lahůdky*, knižní publikace, 2002.
- *Podklady pro zavedení HACCP do oboru zpracování masa a výroby masných výrobků*, I. vyd., Vydavatelství a nakladatelství AGRAL, s.r.o., Praha 1996, 115 s.
- *Podklady pro zavedení HACCP do oboru zpracování mléka a výroby mléčných výrobků*, 1. vyd., vydala SVS ČR, Praha 1996, 127 s.
- *Podklady pro zavedení HACCP do oboru zpracování surovin a potravin živočišného původu*, 1. vyd., Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2002, 141 s.

c. v oblasti obecné hygieny a racionální výživy

- *Obecná hygiena a racionální výživa*, skripta, I. a II. díl, VŠV, Brno, 1989.

Prof. Matyáš se tak stal přední osobností československé a světové veterinární hygieny a veřejného zdraví. Na počest prof. Matyáše je udělována při slavnostních příležitostech významným osobnostem v oboru Hygiena a technologie potravin pamětní plaketa prof. Matyáše. Čest jeho památce!

Literatura

Matyáš, Z. Hygiena a technologie potravin. In: Novotný E., Böhm R. a kol.: 50 let vysokého veterinárního učení v Brně, Veterinární fakulta VŠZ, Brno 1968, 423 s.

Rosický, B. Professor MVDr. Zdeněk Matyáš – 75th anniversary. *Centr. Eur. J. Publ. Hlth*, 1998, 6, 4, 259-260.

Pozn.: Další použitá literatura je k dispozici u autora

Poděkování

Podpořeno MZ ČR – RVO („Státní zdravotní ústav – SZÚ, IČ 75010330).

Kontaktní adresa

Doc. MVDr. Vladimír Ostrý, CSc., Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin, Oddělení hodnocení zdravotních rizik a aplikované výživy, NRC pro mikroskopické houby a jejich toxiny v potravinových řetězcích, Palackého 3a, Brno, 612 42, e-mail: vladimir.ostry@szu.cz

Prof. MVDr. et RNDr. Miroslav Dobeš, CSc. - 105. výročí narození
Prof. MVDr. et RNDr. Miroslav Dobeš, CSc. - 105th anniversary of his
birth

Pažout, V., Kovařík, K.:

V posledních týdnech první světové války, v dožívající Rakousko-Uherské monarchii, se narodil budoucí prof. MVDr. et RNDr. Miroslav Dobeš, CSc., emeritní profesor a dlouholetý vedoucí Katedry hygieny a technologie potravin Vysoké školy veterinární v Brně, náš přední odborník ve veterinární hygieně potravin.

Pan prof. Dobeš celý život byl a navždy zůstává věrný Brnu-Královu Poli. Vystudoval tam Reálné gymnázium, které ukončil v roce 1939. Zapsal se v témže roce na Vysokou školu zvěrolékařskou v Brně, kterou však z důvodu uzavření všech vysokých škol v tehdy mladé Československé republice během fašistické okupace, ukončil až v roce 1948. Svě veterinární vzdělání, hluboké biologické cítění a zájem o chemii především potravin, prohloubil vysokoškolským studiem chemie a biologie na brněnské Přírodovědecké fakultě univerzity, které ukončil v roce 1952 splněním podmínek a získáním titulu RNDr. Již v průběhu dalšího studia v roce 1947 nastoupil jako asistent na Ústav hygieny technologie potravin Vysoké školy veterinární v Brně, tehdy vedený doc. MVDr. et RNDr. J. Höklem, CSc., který k němu převedl i Výzkumný ústav pro maso (později Výzkumný ústav masného průmyslu). Po náhlém úmrtí doc. Hökla v roce 1953 rozvíjel dále prof. Dobeš v duchu představ svého velkého učitele celý tento obor. Hluboce vzdělán v biologii a chemii, velmi erudovaně předpokládal ohromnou explozi použití chemických látek v zemědělské výrobě potravin, a tak intenzivně směřoval odborný vývoj pracoviště do oblasti výzkumu cizorodých látek, zejména k tehdy neznámým možnostem detekce jejich reziduí v potravinách. Již z této doby nám zanechává světově prioritní poznatky jeho „Školy o cizorodých látkách v potravinách“, konkrétně o kancerogenitě silně uzelených mas a ostatních potravin. Svě znalosti biologie výrazně uplatnil při studiu vybraných a velmi významných nakažlivých chorob potravinových zvířat, dodnes aktuálních ve většině zemí celého světa, a zejména jejich dopadu na rizikovost masa pro konzumenty u nemocných či nakažených jatečných zvířat tuberkulózou a brucelózou.

Jako dlouholetý vysokoškolský učitel a examinátor, školitel diplomantů a aspirantů, člen a častý předseda komisí pro státní či rigorózní zkoušky z hygieny a technologie potravin, vychoval velké řady absolventů a odborníků jak pro obor veterinární medicíny, tak zejména pro obor hygieny a technologie masa. Výzkumu masa věnoval jednak na svém mateřském pracovišti, ale zejména na Výzkumném ústavu pro maso jako konzultant a oponent mnoha výzkumných úkolů, trvalou pozornost. Byl častým členem zkušebních komisí a pracovních skupin i na Vysoké škole veterinární v Košicích a Vysoké škole chemicko-technologické v Praze, udržoval blízké kontakty a spolupráci na Přírodovědecké fakultě MU. Výrazně se podílel a zasloužil o zřízení studijního oboru Veterinárního lékařství-hygiena potravin v Brně i v Košicích, který se následně stal základem pro zřízení současné Fakulty veterinární hygieny a ekologie na Veterinární a farmaceutické univerzitě Brno.

Byl vždy velmi pozorným a aktivním členem, jak našich vědeckých rad fakult i školy, tak dalších fakult či škol, častým oponentem či posuzovatelem prací, a zejména přísně-laskavým a pohotovým tazatelem při všech oponenturách a obhajobách výzkumu potravin, kterým pak byl i věrným zákazníkem a konzumentem, svačiny v „plastikovém sáčku“ z rukou jeho paní Miroslavy požívaly absolutní důvěry; žádné systémy veřejného

stravování nevyužíval, neměly dostatečnou bezpečnost. Některé vymoženosti civilizace, běžně ulehčující a zpříjemňující člověku práci i existenci, nepoužíval, protože nepřipustil žádné riziko kontaminace životního prostředí zplodinami ze spalovacího motoru a cestou přes „seno pro srnce“ následně až potravin, zejména na jeho tolik milované Vysočině. Svoji radost a potěšení veřejně sdílel dosti výjimečně až vzácně; měl je poměrně často a jen sám pro sebe-dovedl je totiž mistrně skrýt.

Se jménem prof. Dobeše je trvale spojeno tradiční pořádání Lenfeldových a Höklových dnů, konference o hygieně a technologii potravin, pravidelně s účastí zahraničních odborníků z Košic, Wrocławu, Lipska, Berlína, vzácněji i Vídně, Mnichova, Budapešti a Moskvy. Staly se vyhledávanou příležitostí, zejména českých veterinárních hygieniků a zpracovatelů potravin, k výměně zkušeností, vyslechnutí aktuálních výsledků z potravinářského výzkumu, seznámení se s novinkami z technického rozvoje a k setkání s kolegy a přáteli. Jsou trvalou příležitostí k ocenění profesních odborníků, zejména při jejich významných jubileích.

Pan prof. Dobeš byl dlouholetým, stavovsky vysoce zapáleným a dokonce zakládajícím předsedou Společnosti veterinárních lékařů. Jeho aktivita neutrpěla ani po ukončení aktivní dráhy dlouholetého učitele na Veterinární a farmaceutické univerzitě Brno v roce 1985. Zůstával trvale v kontaktu se svým oborem a hlubokým zájmem o veškeré dění jako externí člen Vědecké rady a emeritní profesor. Jeho zájem pak byl již více zaměřen na mateřské pracoviště; s potěšením sledoval i studoval všechny jemu dostupné materiály s aktuálními výsledky a informacemi.

Celá naše veterinární a potravinářská veřejnost úmrtím pana prof. MVDr. et RNDr. Miroslava Dobeše, CSc., ztratila předního a uznávaného odborníka, předsedu mnoha komisí, školitele a oponenta, rigorózně-laskavého učitele, který se znovu vrátil do Brna-Králova Pole k trvalému odpočinku. Čest jeho celoživotnímu dílu, trvalou památku osobnosti našeho Pana učitele Dobeše.



Kontaktní adresa

doc. MVDr. Vladimír Pažout, CSc., email: pazout.v@seznam.cz

Repetitio mater studiorum

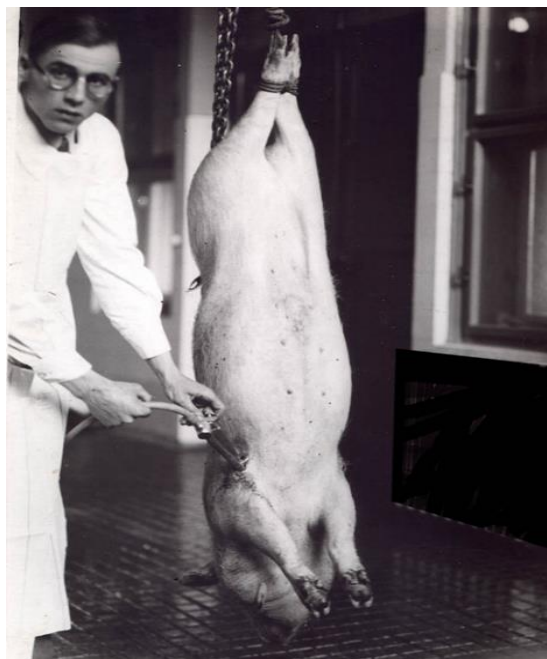
Věnováno 105 výročí narození Prof. MVDr. et RNDr. Miroslava Dobeše, CSc.,
a 100 výročí narození Prof. Zdeňka Matyáše, CSc.

Hejlová, Š.

Když to vezmeme popořádku, tak si nejprve připomeňme otce zakladatele veterinární hygieny potravin, podle kterých je tento již 52. seminář pojmenován. Byli to Prof. MVDr. Jan Lenfeld a Doc. MVDr. et RNDr. Jan Hökl.



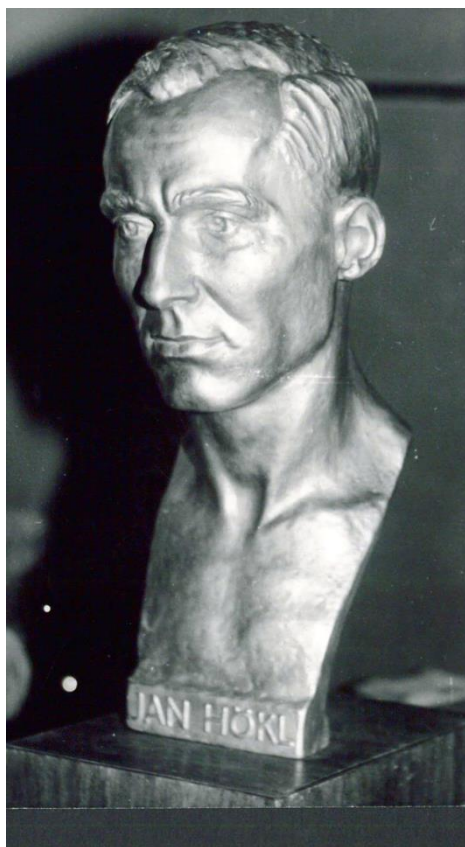
Byly to předválečné seminární rozpravy, které Prof. J. Lenfeld vedl.



Doc. J. Hökl navázal na tuto tradici v letech 1945-1948 ve formě seminářů a odborných kursů. Teprve v květnu 1967 se konal na počest nedožitého 60. narozenin doc. Hökla v Brně-Králově Poli (v Besedním domě) seminář o hygieně potravin. Seminář pořádala veterinární fakulta Vysoké školy zemědělské, Katedra hygieny a technologie potravin, Kabinet dějin veterinárního lékařství a Výzkumný ústav masného průmyslu. Semináře se zúčastnilo 150 hostů, především hygieniků. Katedře hygieny a technologie potravin byla darována busta doc. J. Hökla. Bustu daroval Výzkumný ústav masného průmyslu, na jehož vzniku se doc. J. Hökl podílel. Jako čestní hosté byli na semináři přítomni otec a manželka doc. J. Hökla.



Jan Hökl (1876- 1970) a Růžena Höklová (1909-1985)



Busta doc. J. Hökla byla přes 40 let umístěna na Katedře hygieny a technologie potravin a až po otevření pavilonu prof. Lenfelda v roce 2008 byla přemístěna do tohoto pavilonu.

Zlomovou událostí v historii Lenfeldových a Höklových dnů byl vznik Společnosti veterinárních lékařů v dubnu 1969, kdy byl zvolen předsedou prof. MVDr. et RNDr. Miroslav Dobeš. Ten tuto funkci vykonával až do roku 1985. Společnost veterinárních lékařů zanikla v říjnu 2013. Součástí SVL byla i odborná sekce Hygiena a technologie potravin. Zde bylo v říjnu 1969 ustanoveno pořádání odborného semináře ve formě Lenfeldových a Höklových dnů, každý rok vždy v květnu. Termín druhého semináře byl stanoven na 3. 12. 1968 na VŠV. Od tohoto data můžeme počítat téměř s každoročním konáním seminářů. Byly jednodenní, dvoudenní, v únoru, květnu, červnu, říjnu, listopadu. Ale byly roky, kdy se semináře nekonaly (1979, 1980, 1991, 2020, 2021 - on line). Přes všechna úskalí můžeme dnes byt účastníky jeho 52 ročníku.



Ustavující sjezd Společnosti veterinárních lékařů v dubnu 1969. Profesor MVDr. Evžen Novotný, prof. MVDr. et RNDr. Miroslav Dobeš, Auditorium maximum Vojenské akademie Antonína Zápotockého (dnes Právnická fakulta Masarykovy univerzity).

SVL se od té doby podílela kromě jiného i na realizaci sborníků z Lenfeldových a Höklových dnů. Samotný seminář probíhal pak v aule vysoké školy, ale i v posluchárnách Anatomie, Patologie a Chemie Vysoké školy veterinární, dnes Veterinární univerzity.



V. Lenfeldovy a Höklovy dny v roce 1972. Posluchárna Anatomie. Sedící zleva prof. J. Konrád, prof. M. Dobeš, prof. Š. Izák, host z Maďarska a zástupce SVS ČR MVDr. Josef Janíček



VIII. Lenfeldovy a Höklovy dny se konaly v červnu 1975. Byly dvoudenní. Záběr z auly VŠV. U řečnického pultu prof. M. Dobeš, prof. J. Neumann, host ze Slovenska, prof. Dražan, MVDr. V. Kouba, MVDr. J. Hrivňák.

Literatura:

Fota Archív Veterinární univerzity Brno.

Kontaktná adresa

MVDr. Šárka Hejlová, CSc., Ondouškova 15, 63500 Brno. tel. 776254106, e-mail: hejlovasarka@seznam.cz.

Historie Státních veterinárních ústavů *History of the State Veterinary Institutes*

Semerád, Z.

Státní veterinární správa

Zvěrolékařská výuka

Na pražské univerzitě (dnešní Karlova univerzita) byla zvěrolékařská výuka zaváděna již od roku 1785. Na české lékařské fakultě byl prvním docentem nauky o nákazách a hygieně masa doc. MUDr. Jan Böhm, který napsal četná pojednání ze zvěrolékařství. Prof. MUDr. a zvěrolékař Theodor Kašpárek založil univerzitní ústav pro nákazy a později jej převedl na C. k. Českou technickou vysokou školu v Praze (dnešní ČVUT).

Služba zvěrolékařská

Byla za doby Rakousko – Uherské monarchie organizována podle zákona, tím, že vrchní veterinární dohled byl na Ministerstvu orby (dnešní MZe). První věrohodně doložené laboratorní pokusy a diagnostikování zvířecích chorob v rámci veterinární služby se datují koncem 19. století. Ve druhé polovině 19. století sílil tlak na zřízení vysoké školy zvěrolékařské v Praze (v Lyonu založena r. 1716, ve Vídni r. 1777, v Pešti r. 1887).

Záměry o zřízení školy se neuskutečnily a k založení došlo až po vzniku samostatného Československa v roce 1918 v Brně. Ve stejném období se usilovalo o zřízení ústavu pro výrobu očkovacích látek i ústavu pro bádání o nakažlivých chorobách zvířat, veterinární služba byla zajišťována zvěrolékaři začleněnými do politických úřadů - zemské úřady a okresní hejtmanství. Součástí práce zvěrolékařů byla i pitva zvířete a vyšetřování biologického materiálu.

Zvěrolékařský ústav

V roce 1897 byl pro zkoumání potravin a užitečných předmětů zřízen Zvěrolékařský ústav na lékařské fakultě, v Kateřinské ulici č. p. 34, Praha 2 – Nové Město, přednostou byl MUDr. Jan Böhm.

Na Vysokém učení technickém byl zřízen ústav v soukromém bytě 2+kk na ulici Lipová č.p. 2, Praha 2, přednostou byl Prof. MUDr. et MVDr. Theodor Kašpárek. Zrušen byl v roce 1908 a pracoviště bylo formálně převedeno k zemědělskému odboru (dnešní ČVUT). Tímto byl dán základ dnešním ústavům veterinárních disciplín.

Nové sídlo ústavu

Prof. Kašpárek získal pro ústav nové prostory v budově na adrese Na Kozačce č. p. 870/3 na Královských Vinohradech (dnes zde sídlí Městská veterinární správa Státní veterinární správy v Praze).



Ústav pro bakteriologii a serologii

Roku 1919 byl přednostou nově založeného Ústavu pro bakteriologii a sérologii Lekařské fakulty Karlovy univerzity jmenován Prof. MUDr. Jaroslav Hlava. V tu dobu byly diagnostikovány zejména zoonózy, jako jsou vozňivka u koní a antrax u skotu, byly prováděny i základní prohlídky a vyšetřování masa. Mezi MZe a Ministerstvem zdravotnictví a tělesné výchovy nepanovaly dobré vztahy. V roce 1928 zřídilo MZe samostatný veterinární obor.

Bakteriologické laboratoře

Tyto laboratoře byly zřizovány u velkých jatek (např. Praha, Brno, Ostrava, Plzeň, Zlín, Olomouc) a z nich se postupně stávaly městské autorizované ústavy pro zkoumání potravin. Autorizaci udělovalo Ministerstvo zdravotnictví. Autorizace byla vždy vázána na osobnost odborníka. Nález laboratoře měl platnost veřejné listiny.

Státní ústav

V listopadu 1918 byl výnosem Ministerstva zemědělství zřízen Provizorní ústav pro rozpoznávání zvířecích nákaz a výrobu veterinárních očkovacích látek v Praze, do jehož čela byl postaven MVDr. František Pfaff.

Propagoval heslo:

- Jeden život – jedno zdraví – jedna medicína (una vita – una sanitas – una medicína)
- Stal se i vedoucím veterinární služby na Ministerstvu zdravotnictví.

Státní veterinární ústav

Státní diagnostický a seroterapeutický veterinární ústav se skládal z ústavu v Praze a v Hranicích na Moravě. V Praze byl ústav v blízkosti Pražského hradu a tak vyvolával řadu námitek. Bylo doporučeno přemístění do Ivanovic na Hané do budovy panství korunního prince Ruprechta Wittelsbacha. Vláda ČSR odkoupila v roce 1928 ivanovický zámek. V čele ústavu byl MVDr. Karel Vacek, který byl v letech 1935 – 1937 rektorem Vysoké školy veterinární v Brně.

Státní veterinární ústav v Ivanovicích na Hané

SVÚ v roce 1934 převzal MVDr. Jan Černovský, který byl v roce 1937 ustaven zástupcem u Mezinárodního epizootologického úřadu OIE v Paříži. Na něj navázal MVDr. Karel Hruška, který se také stal stálým zástupcem v OIE. Kromě vlastní laboratorní diagnostiky pořádal i pokračovací kurzy pro veterináře a hygieniky. Ročně se zde provádělo asi 3 000 diagnostických vyšetření a vyrábělo 17 druhů očkovacích látek

Byl to jediný ústav pro diagnostiku nákaz, který fungoval mezi první a druhou světovou válkou. V roce 1945 byla jeho činnost z větší části vyčleněna do vznikajících vyšetřovacích ústavů.



Zlín

Významnou roli ve veterinární diagnostice sehrál ústav ve Zlíně, jehož základem bylo jeho oddělení výzkumného ústavu Baťových závodů, pozdější Biologický ústav n.p. Baťa. Tehdejším vedoucím byl MVDr. Jan Hökl, pozdější docent hygieny a technologie potravin Vysoké školy veterinární v Brně.

Protektorát Čechy a Morava

Veterinární služba byla nucena převzít veterinární zákonodárství německé říše, které se vztahovalo i na prohlídku jatečných zvířat a potravin živočišného původu. V roce 1943 byl nařízením zřízen veterinární vyšetřovací ústav v Brně a vyhláškou v roce 1945 zřízen veterinární vyšetřovací ústav v Plzni. Za německé okupace byla po říšském vzoru přenesena působnost veterinární správy z rezortu zemědělství do rezortu vnitra.

Státní veterinární ústav v Brně

V roce 1957 byla zahájena výstavba vyšetřovacího ústavu, jako vůbec první novostavby tohoto druhu u nás.



Státní veterinární ústav v Brně



Státní veterinární ústav v Praze

Existence ústavů

Do roku 1949 existovalo v Čechách a na Moravě 9 vyšetřovacích ústavů. Při územní reorganizaci k 1.1.1949 bylo vytvořeno 14 krajů. Ve stejném roce vláda rozhodla o zřízení Státního veterinárního výzkumného ústavu v Praze na Na Kozačce (SVVÚ). Tento ústav byl velice roztržštěný – pitevna ve Svěpravicích, v Českém Brodě sérologická laboratoř, v Kafilérii v Tišicích byla prosektura pro velká zvířata.

V roce 1953 byl tzv. veterinárním řádem ustaven Státní vědecký veterinární ústav v Praze, do kterého byly včleněny bývalé veterinární ústavy v jednotlivých krajích. Úkolem bylo převzít postupně a organizovat decentralizovanou laboratorní diagnostiku zvířat. Pro jednotný metodický postup SVÚ zpracovával a po schválení Ministerstvem zemědělství vydával standartní metodiky laboratorního vyšetřování. V rámci kolektivizace zemědělství bylo nařízením stanoveno, že každý zmetek telete musí být bakteriologicky vyšetřen.

Od roku 1962

Od roku 1962 se počet veterinárních diagnostických pracovišť zvýšil na 15. V tomto roce byly vydány souborné laboratorní metodiky pro veterinární laboratoře. V roce 1963 byl zřízen Ústřední státní veterinární ústav v Praze (ÚSVÚ) pod vedením MVDr. Štefana Haladeje.

V té době se vedly velmi vzrušené debaty o koncepci veterinární laboratorní diagnostiky, což lze dokreslit mozkovou příhodou a smrtí MVDr. Jaroslava Křivinky.

Krajská oddělení veterinární správy

V roce 1968 vznikla krajská oddělení Státní veterinární správy. Z regionálních pracovišť vznikly SVÚ podřízené Ústřednímu veterinárnímu ústavu v Praze.

V roce 1969 v souvislosti s federálním uspořádáním státu byl v Bratislavě ustaven Ústřední štátny veterinární ústav (ředitel MVDr. M. Halaša).

Problémy společného zájmu včetně metodických postupů byly řešeny v rámci společné „Vědecké rady“.

Národní referenční laboratoře

Po roce 1969 působily dvě NRL – pro vzteklinu v Liberci a pro antrax v Gottvaldově (Zlíně). Nově vznikla specializace pro ekologii v Liberci. Zřízením ostravského ústavu vznikla specializovaná pracoviště pro hygienu potravin.

Laboratorní diagnostika

Prudký nárůst laboratorních výkonů – např. v roce 1986 bylo vyšetřeno kolem 5 859 000 vzorků. V souvislosti se zásadami používání antibiotik a s nebezpečím narůstající antibiotické rezistence vydalo Ministerstvo zdravotnictví v roce 1975 ve Věstníku zásady používání antibiotik. Počátkem 80. let byl vyhlášen nosný program týkající se detekce a prevence výskytu „cizorodých látek“, jednalo se o prakticky novou vědní disciplínu.

Sametová revoluce

V prosinci 1989 byly v návaznosti na hluboké politické a společenské změny přijaty v organizacích ÚSVÚ opatření, která odrážela demokratické principy. Na konci roku 1989 v ÚSVÚ činil fyzický počet zaměstnanců 1091 – 251 veterinárních lékařů, 51 ostatních vysokoškoláků, 372 laboratorních pracovníků a techniků, 86 dělníků a 72 ostatních zaměstnanců.

K 1. 1. 1991 byl zrušen statut ÚSVÚ Praha, jako centrálního řídicího pracoviště. V následujících letech byly některé ústavy zprivatizovány, zrušeny z restitučních nároků a pro nadbytečnost.

Současnost

- Státní veterinární ústav Jihlava
- Státní veterinární ústav Praha

Kontaktní adresa

MVDr. Zbyněk Semerád, ústřední ředitel SVS ČR, Slezská 7, 120 00 Praha 2, email: z.semerad@svscr.cz.

**Veterinární historický a depozitní knižní fond v Ústřední knihovně
Státní veterinární správy v Brně**
*Veterinary historical and depositary book fund in the Central Library of
the State Veterinary Administration in Brno*

Semerád, Z.
Státní veterinární správa

Úvod

Již více než 60 let se rozvíjí na institucionálním základě historie veterinární medicíny jako významná složka odborného a společenského vývoje veterinární služby i veterinárního lékařství. Jedním z duchovních a vědeckých pilířů veterinární historie je depozitní historický fond v Ústřední knihovně Státní veterinární správy.

Ústřední knihovna Státní veterinární správy

V současnosti představuje nezastupitelný, unikátní a ucelený soubor staré a starší veterinární literatury, zachycující dějinný vývoj veterinárního lékařství, organizace zvěrolékařských služeb, školství a výzkumnictví.

Vývoj knihovny

Státní veterinární správa Ministerstva zemědělství ČSR zřídila k 1. říjnu 1971 při Ústavu pro další vzdělávání veterinárních lékařů Kabinet dějin a muzeum veterinární medicíny se sídlem v Brně. Pracoviště se zaměřilo na dokumentaci vývoje veterinární medicíny knižními, muzejními a archivními dokumenty. Po organizačních změnách v letech 1991-92 přešly muzejní fondy na Vysokou školu veterinární a knižní fond se stal součástí nově vzniklého Oddělení dokumentace a informatiky SVS.

Od 18. února 1992 začala působit na základě nového statusu Ústřední knihovna Státní veterinární správy ČR. Počátky budování veterinárně historického fondu spadají do poloviny šedesátých let na tehdeším Ústavu dějin veterinární medicíny VŠV v Brně vedené prof. MVDr. Evženem Novotným a doc. MVDr. R. Böhmenem, CSc.

V roce 1973 byl přijat na místo vedoucího knihovny absolvent knihovnického studia Václav Svoboda, který vtiskl knihovně profesionální charakter a zabezpečil její dlouhodobou koncepci a pracovní kontinuitu.

Základem pro vybudování knihovny se stal vzácný fond veterinární literatury, který představoval asi 8 000 svazků převzaty z VŠV a starší zejména německou veterinární literaturou.

V roce 1974 byla knihovna zpřístupněna veterinární a odborné veřejnosti a poskytovala základní knihovnické a informační služby. V témže roce byla začleněna do sítě knihovni soustavy a o rok později i do tehdejší československé informační soustavy jako základní informační středisko vědeckotechnických informací (ZIS VTI) pro obor dějiny veterinární medicíny. Na příznivém vývoji měla zásluhu řada veterinárních historiků a desítky dobrovolných pracovníků především z řad starší generace veterinárních lékařů. Veterinární lékaři nově vznikající knihovně věnovali své často velmi unikátní a vzácné publikace ze svých soukromých sbírek. Později spočívala akviziční práce především svozem vyřazených starých a starších veterinárních publikací z různých organizací.

K 31. 12. 1982 činil stav knihovního fondu 21 529 svazků zkatologizovaných, ale nezaevidovaných svazků zůstávalo asi 40 tisíc.

Fond knihovny

V knihovně je téměř ucelený klasický fond české veterinární produkce – Koňské lékařství Jana Krušce z roku 1612 (fotokopie) přes práce profesora A. Jungmanna z počátku 19. století až po populární zvěrolékařské rádce Pečírkovy, Böhmovy a Dvořáčkovy z počátku 20. století.

Knihovna spravuje i vzácné soukromé odborné knihovny získané z pozůstalostí – akademika Koldy, knihovny MVDr. Ing. J. Nejezchleby, zaníceného historika lékaře prof. Z. Hornofa.

Periodika

Podářilo se zkompletovat periodickou veterinární produkci počínaje zvěrolékařským časopisem Český zvěrolékař (1891), Tauferův Časopis českých zvěrolékařů (1894 - 1902), kompletní Zvěrolékařský obzor, Časopis československých veterinářů až po současné Veterinářství.

Publikační a výstavní akce

Knihovna se podílela prezentací knih na Hypologických odpoledních v Pardubicích (1972-1990). Na výstavě Zdraví zvířat ke zdraví člověka v Zemědělském muzeu na Kačíně v letech 1985 – 1988. V roce 1984 byla instalována expozice dějin veterinární medicíny na VŠV u příležitosti 200. výročí zahájení zvěrolékařské nauky u nás. Zorganizovala vernisáž výstavy české veterinárně historické produkce posledních desetiletí na VFU v roce 1999. Postery s publikacemi veterinárních historiků na 31. mezinárodním kongresu dějin veterinární medicíny v září 2000 v Brně.

Současnost - Zrušení knihovny

V tomto roce jsem rozhodl o zrušení knihovny. Nejedná se o její odvoz do sběrných surovin. Knihovna se stěhuje na VETUNI se souhlasem rektora prof. MVDr. Alois Nečas, Ph.D., MBA a za velice aktivní spolupráce s PhDr. Hanou Vackové, vedoucí archivu. Knihovna bude oficiálně zrušena na začátku roku 2024 po vypořádání všech administrativních záležitostí.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat paní Petře Haklové, která pracuje na Státní veterinární správě od roku 1991, s láskou a nadšením pečovala o knihovnu s archivem veterinární legislativy a nyní se s těžkým srdcem aktivně podílí na jejím stěhování na VETUNI.



Budova knihovny

Kontaktní adresa

MVDr. Zbyněk Semerád, ústřední ředitel SVS ČR, Slezská 7, 120 00 Praha 2, email: z.semerad@svscr.cz.

POSTERY

Hodnotenie základného chemického zloženia čerstvých syrov zo Slovenskej produkcie

Evaluation of the basic chemical composition of fresh cheeses from Slovak production

Benešová, L., Golian, J., Jakabová, S., Zajác, P., Čapla, J., Čurlej, J.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Souhrn

Bola vykonaná štúdia základného chemického zloženia desiatich syrov vyrobených z kravského, ovčieho a kozieho mlieka. Na stanovenie obsahu tuku, bielkovín, hodnoty pH a sušiny vo vzorkách sa použila FT-NIR spektroskopia. Obsah sušiny, tuku, hodnota pH a bielkovín sa výrazne líšili medzi všetkými vzorkami syra ($p < 0,05$). Najvyšší obsah tuku bol stanovený vo vzorke syra z kravského mlieka ($28,47 \pm 0,01$ %) a najnižší obsah tuku bol stanovený vo vzorke syra z kozieho mlieka ($19,91 \pm 0,03$ %). Najvyšší obsah bielkovín mala opäť vzorka syra z kravského mlieka ($23,93 \pm 0,04$ %), naopak najnižší obsah bielkovín bol zaznamenaný v syre z ovčieho mlieka ($19,39 \pm 0,08$ %). Výsledky sušiny sa pohybovali medzi najvyšším obsahom v syre z kravského mlieka ($56,59 \pm 0,10$ %) a najnižším obsahom v syre z kozieho mlieka ($44,05 \pm 0,01$ %). Hodnota pH bola najvyššia ($6,12 \pm 0,24$ %) a najnižšia ($5,21 \pm 0,03$ %) v syroch z ovčieho mlieka. Analýza hlavných komponentov extrahovala tri hlavné skupiny, ktoré rozlišujú analyzované vzorky na základe obsahu bielkovín, tuku a sušiny.

KLúčová slová: základné chemické zloženie, čerstvé syry, slovenská produkcia

Abstract

A study of the basic chemical composition of ten cheeses made from cow's, sheep's and goat's milk was carried out. FT-NIR spectroscopy was used to determine the content of fat, protein, pH and dry matter in the samples. Dry matter, fat, pH and protein content were significantly different between all cheese samples ($p < 0.05$). The highest fat content was determined in the sample of cow's milk cheese ($28.47 \pm 0.01\%$), and the lowest fat content was determined in the sample of goat's milk cheese ($19.91 \pm 0.03\%$). Again, the sample of cow's milk cheese had the highest protein content ($23.93 \pm 0.04\%$), on the other hand, the lowest protein content was recorded in sheep's milk cheese ($19.39 \pm 0.08\%$). The dry matter results ranged between the highest content in cow's milk cheese ($56.59 \pm 0.10\%$) and the lowest content in goat's milk cheese ($44.05 \pm 0.01\%$). The pH value was highest ($6.12 \pm 0.24\%$) and lowest ($5.21 \pm 0.03\%$) in sheep's milk cheeses. Principal component analysis extracted three main groups that distinguish the analyzed samples based on protein, fat and dry matter content.

Key words: basic chemical composition, fresh cheeses, Slovak production

Úvod

Syr je komplexná zmes rôznych zložiek, ako je voda, bielkoviny, tuky, ióny a rôzne chemické zlúčeniny. Počas procesu zrenia prechádza syr zložitými chemickými, bakteriálnymi a enzymatickými reakciami, ktoré ovplyvňujú rozklad proteínovej matrice a nakoniec definujú textúru a senzorické vlastnosti zrelého syra (Pollard et al., 2003). Tradičné fyzikálne a chemické metódy analýzy majú svoje obmedzenia, pretože sú nákladné a časovo náročné. V potravinárskom priemysle existuje potreba identifikovať hlavné kompozičné a kvalitatívne charakteristiky syra online a v reálnom čase. Toto sa

zdá byť nielen priemyselnou potrebou, ale aj príležitosťou na charakterizáciu a hodnotenie miestnych syrov vyrábaných malými mliekárňami. Záujem spotrebiteľov sa stále viac sústreďuje na vlastnosti, ktoré môžu ovplyvniť ľudské zdravie, ako je napríklad obsah tuku (González-Martín et al., 2020). Využitie nízko nákladových techník, ako je blízka infračervená spektroskopia (NIRS), by mohlo pomôcť malým mliekárňam zlepšiť kontrolu procesu a kvalitu výroby syra. Rastúci záujem o vývoj inštrumentálnych techník smeruje k objektívnemu, rýchlemu a ekonomickému hodnoteniu kvality syra. V ideálnom prípade by takéto techniky mali byť aj neinvazívne a neškodné (Parrini et al., 2020). Blízka infračervená spektroskopia sa osvedčila ako spoľahlivá technika na predpovedanie zloženia a kvality rôznych potravín (Ozen and Mauer, 2002) a má výrazné výhody oproti tradičným analytickým metódam vzhľadom na jednoduchšie manipulácie so vzorkou a prípravu. Holroyd (2013) zdôrazňuje, že syr je náročným mliečnym produktom na analýzu pomocou NIRS kvôli jeho heterogénnym vlastnostiam a veľkej variabilite druhov syrov. V nedávnom prehľade (De Marchi et al., 2018) bolo niekoľko štúdií zameraných na aplikáciu infračervených technológií, ako je NIRS a stredná infračervená spektroskopia, na predpovedanie chemického zloženia syra a mliečnych výrobkov a na overenie alebo rozlišovanie rôznych mliečnych výrobkov.

Cieľom tejto štúdie bolo hodnotenie základného chemického zloženia čerstvých syrov z kravského, kozieho a ovčieho mlieka zo Slovenskej produkcie, ktoré boli súčasťou súťažného hodnotenia syrov Memoriálu doc. Gyarmatyho 2023.

Materiál a metodika

Do tejto štúdie boli zahrnuté vzorky čerstvých syrov vyrobených z kravského, ovčieho a kozieho mlieka (Tabuľka 1). Čerstvé vzorky sa strúhali pomocou elektrického strúhača Concept ES 1000 (Concept, Česká republika) a zlisovali do 90 mm Petriho misiek. Vzorky syrov sa analyzovali pomocou spektroskopu FT-NIR Tango (Bruker Optics, Nemecko). Z každej zmesi sa naplnilo 10 Petriho misiek. Merania sa uskutočňovali trojmo. Štatistická analýza údajov bola vykonaná v XLSTAT (v. 2020.4.1 Addinsoft, Francúzsko). Údaje boli testované pomocou Shapiro-Wilk testu a štatistického testu ANOVA (Tukey test), aby sa určili významné rozdiely vo vybraných parametroch (obsah tuku, bielkovín, sušiny a pH). Na sumarizáciu a vizualizáciu informácií v našom súbore údajov, ktoré obsahujú pozorovania popísané viacerými korelovanými kvantitatívnymi premennými bola použitá analýza hlavných komponentov (PCA).

Tabuľka 1: Charakteristika vzoriek

Vzorka	Charakteristika syra
A1 syry z kravského mlieka čerstvé	
A1.1	kravská hrudka pažítka, čerstvý syr ochutený, polomäkký, plnotučný
A1.2	kravská hrudka s farebným korením, čerstvý syr ochutený, polomäkký, plnotučný
B1 syry z kozieho mlieka čerstvé	
B1.1	kozí syr čerstvý
B1.3	čerstvý kozí syr prírodný
B1.4	čerstvý syr, Aglio olio pepperoncino
C1 syry z ovčieho mlieka čerstvé	
C1.1	ovčia hrudka, prírodný, plnotučný, mäkký, nezrejúci syr
C1.2	ovčí hrudkový syr, prírodný, plnotučný, nezrejúci, polomäkký syr
C1.3	ovčí hrudkový syr 100%, prírodný plnotučný, polomäkký, nezrejúci syr
C1.4	ovčí čerstvý syr
C1.5	ovčia hrudka, čerstvý polomäkký, plnotučný syr

Výsledky a diskusia

Priemerné hodnoty a štandardné odchýlky chemického zloženia pre syry vyrobené z kravského, ovčieho a kozieho mlieka sú uvedené v Tabuľke 2. Nakoľko vypočítaná p hodnota (0,339) bola vyššia ako $p = 0,05$ potvrdilo sa, že údaje pochádzajú z normálneho rozloženia.

Tabuľka 2: Približné zloženie (priemer \pm SD) analyzovaných druhov syrov z ovčieho a kozieho mlieka (%)

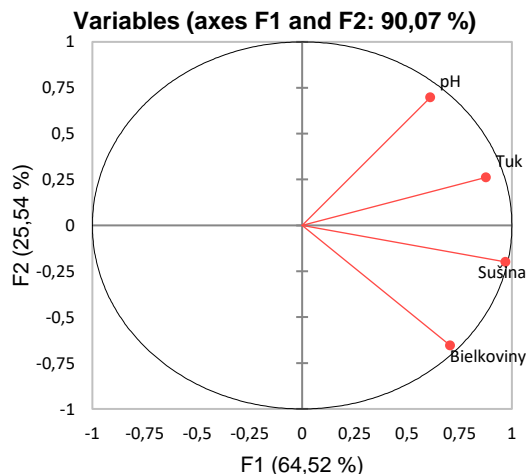
Vzorky	Bielkoviny (%)	Tuk (%)	Sušina (%)	pH (%)
A1.1	23,93 \pm 0,04a	28,47 \pm 0,01a	56,59 \pm 0,10a	5,72 \pm 0,03bc
A1.2	23,19 \pm 0,36b	28,45 \pm 0,04a	55,41 \pm 0,16b	5,73 \pm 0,03b
B1.1	21,80 \pm 0,04d	22,85 \pm 0,09e	47,33 \pm 0,01e	5,27 \pm 0,28e
B1.3	20,80 \pm 0,09f	19,91 \pm 0,03f	44,05 \pm 0,01f	5,26 \pm 0,03d
B1.4	20,40 \pm 0,09f	25,26 \pm 0,05d	48,09 \pm 0,19d	5,83 \pm 0,06ab
C1.1	22,30 \pm 0,10c	25,36 \pm 0,11d	49,85 \pm 0,28c	5,33 \pm 0,03de
C1.2	21,28 \pm 0,02e	27,54 \pm 0,27b	50,31 \pm 0,06c	5,66 \pm 0,01bcd
C1.3	19,39 \pm 0,08g	26,71 \pm 0,27c	47,05 \pm 0,30e	5,38 \pm 0,03cde
C1.4	21,81 \pm 0,15d	27,05 \pm 0,01c	50,30 \pm 0,16c	6,12 \pm 0,24a
C1.5	23,11 \pm 0,11b	25,03 \pm 0,16d	50,24 \pm 0,25c	5,21 \pm 0,03e

Poznámka: a, b, c, d, e, f, g znamená, že riadky s rôznym písmenom sú štatisticky odlišné (Tukeyho test, $p < 0,05$).

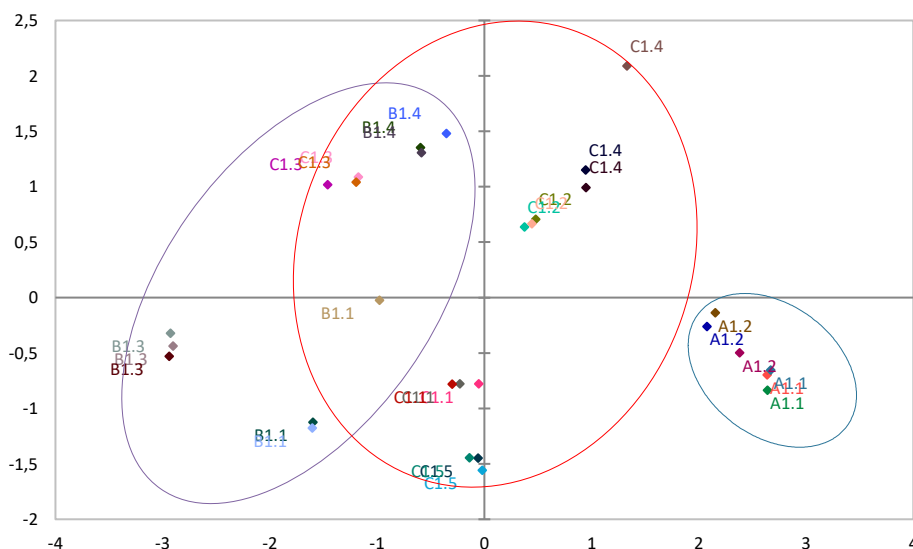
Najvyšší obsah tuku bol stanovený vo vzorke syra z kravského mlieka ($28,47 \pm 0,01$ %) a najnižší obsah tuku bol stanovený vo vzorke syra z kozieho mlieka ($19,91 \pm 0,03$ %). Najvyšší obsah bielkovín mala opäť vzorka syra z kravského mlieka ($23,93 \pm 0,04$ %), naopak najnižší obsah bielkovín bol zaznamenaný v syre z ovčieho mlieka ($19,39 \pm 0,08$ %). Výsledky sušiny sa pohybovali medzi najvyšším obsahom v syre z kravského mlieka ($56,59 \pm 0,10$ %) a najnižším obsahom v syre z kozieho mlieka ($44,05 \pm 0,01$ %). Hodnota pH bola najvyššia ($6,12 \pm 0,24$ %) a najnižšia ($5,21 \pm 0,03$ %) v syroch z ovčieho mlieka. Priemerné hodnoty chemického zloženia sa zhodovali s hodnotami uvedenými pre iné podobné druhy syrov, ktoré boli získané priemyselným procesom (Salvadori del Prato, 2001). V práci Parrini et al. (2020) použili FT-NIR spektroskopiu na analýzu syrov Erborinato a Marzolino, pričom tieto syry preukázali vysokú variabilitu vo vlhkosti, bielkovinách a tuku, zatiaľ čo syr Stracchino bol menej variabilným produktom. Väčšiu variabilitu v syre Erborinato možno pripísať rozdielnym vlastnostiam mlieka, keďže farma na výrobu tohto syra používala zmes ovčieho a kozieho mlieka. Napriek tomu aj iné faktory, ako sú špecifické techniky výroby syra a absencia štandardizovaných protokolov kontroly výroby na jednotlivých farmách, by mohli ovplyvniť úroveň variability.

Analýza hlavných komponentov syrov vyrobených z kravského, ovčieho a kozieho mlieka (Obrázok 1 a 2) bola použitá na štatistické vyhodnotenie údajov chemického zloženia. Výsledky PCA mapy analýzy syrov Bartlettovho testu naznačujú, že údaje boli pravdepodobne faktorizovateľné (Chí-kvadrát (pozorovaná hodnota = 100,145), Chí-kvadrát (kritická hodnota = 12,592) a $p \leq 0,05$. Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) test primeranosti odberu vzoriek ukázal strednú vhodnosť údajov pre úplný model (KMO = 0,441) PCA ukazuje, že 90,07 % celkových variácií premenných možno zoskupiť

a vysvetliť pomocou prvých dvoch hlavných komponentov (PC), s vlastnými hodnotami 2,581 a 1,022. PC1 predstavuje 64,52 % a opisujú ju parametre bielkoviny, sušina, tuk, a pH, zatiaľ čo PC2 predstavuje 25,54 %.



Obrázok 1: Vyhodnotenie chemického zloženia syrov pomocou PCA



Obrázok 2: Vyhodnotenie chemického zloženia syrov pomocou PCA

Záver

V tejto štúdii sa ukázalo, že FT-NIR spektroskopia spolu s multidimenzionálnou analýzou dát je užitočným a efektívnym nástrojom na hodnotenie chemického zloženia vzoriek syrov vyrobených z kravského, ovčieho a kozieho mlieka. Použitie FT-NIR pri kontrole kvality týchto syrov by mohlo byť prospešné vzhľadom na jednoduchú a neinvazívnu prípravu vzoriek, jednoduchosť použitia a rýchle získavanie výsledkov. Táto metóda by

mohla nahradiť tradičné laboratórne analytické postupy, ktoré sa bežne používajú v potravinárskom priemysle, ako napríklad skriningové analýzy, ktoré sú súčasťou bežnej praxe. Štatistická metóda PCA (analýza hlavných komponentov), aplikovaná na výsledky FT-NIR spektroskopie, ukázala hodnotné výsledky a vzťahy medzi rôznymi premennými v rámci skupín vzoriek, čo bolo prezentované pomocou multidimenzionálnych biplotov a extrahovaných komponentov. Chemické zloženie syrov vyrobených z kravského, ovčieho a kozieho mlieka, poskytuje cenné informácie z hľadiska ich nutričnej hodnoty.

Literatura

- Pollard, A., Sherkat, F., Seuret, M. G., Halmos, A. L. 2003. Textural Changes of Natural Cheddar Cheese During the Maturation Process. *Journal of Food Science*, vol. 68, no. 6, pp. 2011-2016. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2003.tb07010.x>
- González-Martín, M. I., Vivar-Quintana, A. M., Revilla, I., Salvador-Esteban, J. 2020. The determination of fatty acids in cheeses of variable composition (cow, ewe's, and goat) by means of near infrared spectroscopy. *Microchemical Journal*, vol. 156, pp. 104854. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.104854>
- Parrini, S., Crovetto, A., Aquilani, Ch., Nannucci, L., Bozzi, R. 2020. NIRS to assess chemical composition of sheep and goat cheese. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, vol. 23, pp. 97-104. <https://doi.org/10.15414/afz.2020.23.mi-fpap.97-104>
- Ozen, B. F., Mauer, L. J. 2002. Detection of hazelnut oil adulteration using FT-IR spectroscopy. *J. Agric. Food Chem.*, vol. 50, no. 14, pp. 3898-3901. <https://doi.org/10.1021/jf0201834>
- Holroyd, S. 2013. Review: The use of near infrared spectroscopy on milk and milk products. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, vol. 21, no. 5, pp. 3111. <https://doi.org/10.1255/jnirs.1055>
- De Marchi, M., Penasa, M., Zidi, A., Manuelian, C. L. 2018. Invited review: Use of infrared technologies for the assessment of dairy products—Applications and perspectives. *Journal of Dairy Science*, vol. 101, no. 12, pp. 10589-10604. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15202>
- Salvadori Del Prato, O. 1998. *Trattato Di Tecnologia Casearia*. Edagricole-New Business Media, 1070 p. ISBN 9788820641108.

Pod'akovanie

Analýzy a príspevok vznikli s finančnou podporou projektu Agentúry pre podporu výskumu a vývoja – projekt č. APVV-22-0402, projektu VEGA č. 1/0239/21. Pod'akovanie patrí projektu Demand-driven research for the sustainable and innovative food, Drive-4SIFood 313011V336, spolufinancovaným Európskou úniou.

Kontaktná adresa

Ing. Lucia Benešová, PhD., Výskumné centrum AgroBioTech SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: lucia.benesova@uniag.sk

Vliv přídatku selenu na funkční, nutriční a technologické vlastnosti vajec

Effect of selenium supplementation on the functional, nutritional and technological properties of eggs

Čaloudová, J., Pospiech, M.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem této práce bylo stručné shrnutí vlivu přídatku organického Se na funkční, nutriční a technologické vlastnosti takto obohacených vajec. Obohacená vejce mohou být významným zdrojem selenu v lidské stravě, nabízejícím množství zdravotních výhod. Pro obohacení vajec Se se využívají zejména jeho organické formy, jako jsou selenometionin (Se-Met), selenocystein (Se-Cys) či selenem obohacené kvasnice (Se-kvasnice), nebo jeho anorganické formy (např. Na-selenit). Příklad organických forem selenu má pozitivní vliv na navýšení obsahu selenu, ale i koncentrace α -tokoferolu ve vejcích, přičemž je popisován také jeho pozitivní vliv na funkční vlastnosti žloutku a bílku vajec, což má význam pro technologické zpracování vajec.

Klíčová slova: *selen, funkční potravina, obohacená vejce, výživa*

Abstract

The aim of this work was to briefly summarize the effect of organic Se addition on the functional, nutritional and technological properties of such enriched eggs. Enriched eggs can be an important source of selenium in the human diet, offering a multitude of health benefits. In particular, organic forms of Se, such as selenomethionine (Se-Met), selenocysteine (Se-Cys) or selenium-enriched yeast (Se-yeast), or inorganic forms (e.g. Na-selenite) are used to enrich eggs with Se. The addition of organic forms of selenium has a positive effect on increasing the selenium content, but also the concentration of α -tocopherol in eggs, and its positive effect on the functional properties of the yolk and white of eggs has also been described, which is of importance for technological processing.

Keywords: *selenium, functional food, enriched eggs, nutrition*

Úvod

Konzumace vajec má již po staletí bohatou tradici po celém světě, a to nejen díky jejich příznivému nutričnímu složení, ale také finanční a geografické dostupnosti, a faktu, že mohou být konzumovány lidmi všech věkových kategorií bez ohledu na etnickou příslušnost či náboženství. Selen (Se) je esenciální mikroprvek, který hraje důležitou roli v biologických procesech (Muhammad et al., 2021). V závislosti na živočišném druhu ptáka může jedno vejce poskytnout 16 až 48 % DDD (doporučené denní dávky) selenu (Pilarczyk et al., 2019). Obsah selenu ve vejcích slepic je možné poměrně snadno zvýšit přidáním organického selenu do krmné dávky nosnic. Existuje technologie výroby obohacených vajec, které při přídatku alespoň 0,4 ppm Se obsahují 30-35 μ g selenu, což představuje 50 % DDD pro dospělého člověka (Yaroshenko et al., 2003; Bennett a Cheng, 2010).

Podle dostupných informací se zdá, že vejce mohou být pro člověka cenným zdrojem Se a ve výživě mohou hrát důležitou roli jako funkční potravina (Pilarczyk et al., 2019). Obohacená vejce jsou bezpečným prostředkem pro suplementaci, protože toxická dávka

selenu získaného z vajec by vyžadovala konzumaci minimálně 30 kusů vajec denně, což není množství běžně konzumované. Dále existuje možnost obohacení vajec o několik důležitých živin zároveň, včetně omega-3 polynenasycených mastných kyselin, vitamínu E, karotenoidů a minerálních látek (Yaroshenko et al., 2003; Fisinin et al., 2009; Čobanová et al., 2011).

Různé formy selenu a jejich vliv na funkční, nutriční a technologické vlastnosti vajec

Při vývoji vhodné technologie získávání selenem obohacených vajec je důležitá forma a způsob získávání selenu. V současné době lze selen přidávat do krmných směsí nebo premixů jak v anorganické, tak v organické formě. Mezi organické formy jsou řazeny kvasnice obohacené selenem (Se-kvasnice), selenocystein (Se-Cys) nebo selenometionin (Se-Met). Kvasnice obohacené selenem obvykle obsahují selen ve formě organických selenoaminokyselin: Se-Met (cca 60-85 % celkového Se) nebo Se-Cys (přibližně do 2 až 4 % celkového Se) a jako anorganický selen (méně než 1 % celkového Se). Hlavní složky stravy obsahují selen zejména v organických formách a Se-Met, který tvoří i více než 50 % celkového selenu. V menším množství dále obsahují Se-Cys a selenan. Biologická dostupnost Se v krmivech pro drůbež závisí především na absorpčních cestách. Například selen ze Se-Met se vstřebává aktivně prostřednictvím transportních mechanismů methioninu, naopak selen z Na-selenitu se vstřebává pasivně difuzí ze střevního obsahu. Účinnost kvasnic obohacených o selen závisí ale také na druhu kvasinek, zejména z kmene *Saccharomyces cerevisiae*, který se při výrobě používá (Ślupczyńska et al., 2018).

Ślupczyńska et al. (2018) se v rámci výzkumu zaměřili na srovnání účinnosti různých forem selenu. V krmivech pro nosnice byly porovnávány účinky krmiv s přidavkem anorganického seleničitanu sodného (Na-selenit), selenem obohacených kvasnic (Se-kvasnice) a aminokyseliny selenometioninu (Se-Met). Studie se týkala 216 nosnic chovaných v rámci klecového chovu, které byly rozděleny do čtyř skupin. Nosnice byly krmeny základním krmivem bez přidavku Se (kontrolní skupina: obsah selenu 0,058 mg.kg⁻¹), s přidavkem Na-selenitu, Se-kvasnic nebo Se-Met v množství odpovídajícím 0,3 mg.kg⁻¹ přidaného selenu. Byly sledovány změny v kvalitě vajec, obsahu selenu (po třetím a pátém měsíci užívání přidavku Se) a hladiny selenu v játrech. Nejúčinnější obohacení Se (382 μg.kg⁻¹) bylo pozorováno u aplikace selenometioninu. Aplikace Na-selenitu a Se-kvasnic vedla k podobnému, ale k méně efektivnímu účinku na přírůstek obsahu selenu ve vejcích (255,9 a 258,9 μg.kg⁻¹). Dále Liu et al. (2022) poukazují na fakt, že přidavek 0,30 mg.kg⁻¹ kvasnic obohacených o selen může u starších nosnic zpomalit zhoršování produkce vajec.

Bylo zjištěno, že nejvhodnější metodou pro obohacení obsahu vajec selenem bylo použití krmné dávky s přidavkem selenometioninu. Oproti kontrole, u které bylo detekováno 11 μg Se/vejce, byl zjištěn vyšší obsah selenu, a to 17,20 μg/vejce. Konzumace takto obohacených vajec je bezpečná a může zvýšit požadovaný denní příjem selenu. Při konzumaci dvou takto obohacených vajec denně pokrývá přibližně 60 % denní dávky Se doporučené pro dospělého člověka (Ślupczyńska et al., 2018).

Vliv přidavku organického Se na funkční, nutriční a technologické vlastnosti vajec

Čobanová et al. (2011) potvrzují důležitost formy, ve které je selen do krmné dávky přidáván. Oproti Se získávaném z anorganického seleničitanu sodného, bylo pozorováno zvýšené ukládání Se ve vejcích slepic, kterým byl podáván Se v organické formě z kvasnic obohacených o Se. Adekvátní doplnění stravy nosnic o Se může významně

zvýšit koncentraci α -tokoferolu ve vaječném žloutku. U všech sledovaných skupin, krmených oběma zdroji Se, byla ve srovnání s kontrolou detekována dokonce dvojnásobná koncentrace α -tokoferolu. Obohacování krmiv selenem ve formě koncentráту Se-kvasnic má dále příznivý vliv na zdraví zvířat a zvyšuje obsah selenomethioninu ve vejcích a mase.

Biologickou cestou lze organický selen vyrábět za pomoci mikrobiální redukce anorganického Se (seleničitan sodný). Možnost vytvoření krmiva pro drůbež s doplňkovým začleněním bakterií obohacených o selen může poskytnout zajímavý zdroj organického Se, který může posléze v potravě přinášet výhody související se zdravím. Muhammad et al. (2021) využili jako doplněk stravy nosnic Lohman brown Classic bakteriální selenoproteiny produkované *Stenotrophomonas maltophilia* (ADS18-Se). Studie se zabývala sledováním barvy žloutku, antioxidačního profilu žloutku, oxidační stabilitou a účinkem skladování čerstvého a skladovaného žloutku při teplotě 4 ± 2 °C po dobu 14 dnů. Výsledky ukázaly, že doplnění Se do krmné dávky významně zlepšilo barvu vaječného žloutku a jeho antioxidační profil, sestávající se z celkového obsahu karotenoidů a fenolů. Při porovnání skupin krmených krmivem s přídavkem Se s kontrolními skupinami bylo pozorováno významné snížení celkového cholesterolu u čerstvého a skladovaného vaječného žloutku. Dále byly u slepic, krmených ADS18-Se detekovány významně nižší koncentrace primárních oxidačních produktů (MDA) ve vejcích, prsní a stehenní svalovině a plazmě. Obsah MDA ve vaječném žloutku se však následně zvyšoval s dobou skladování. Barva vaječného žloutku, antioxidační profil a oxidační stav vaječného žloutku se s přídavkem organického Se zlepšovaly.

Podobný pokus provedli také Bennett a Cheng (2010), kteří se zaměřili na sledování vlivu příjmu vyššího množství ($> 1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) organického Se v krmivu nosnic na koncentraci selenu ve vejcích. Existují totiž důkazy o tom, že vyšší příjem Se v potravě může mít pozitivní vliv na zdraví, včetně snížení rizika rakoviny. Dále je prokázáno, že při nedostatku selenu je narušen antioxidační systém organismu drůbeže a vzniká svalová dystrofie (Zelenka et al., 2007). Byly hodnoceny 3 plemena nosnic (Barred Plymouth Rock, Lohmann Brown, Lohmann White) se základní dietou obsahující $0,3 \mu\text{g Se}\cdot\text{g}^{-1}$ ve formě seleničitanu sodného. Následně byly do této základní krmné dávky po dobu 4 týdnů přidávány jako zdroj organického selenu kvasnice obohacené o Se v množství 1,0, 2,4 nebo $5,1 \mu\text{g Se}\cdot\text{g}^{-1}$ diety. Přidávky Se do krmné dávky neovlivnily spotřebu krmiva, produkci ani hmotnost vajec u všech 3 plemen nosnic. Obsah Se ve vejcích se zvyšoval lineárně se zvyšující se hladinou Se v dietě. Na základě této studie bylo prokázáno, že zkrmování až $5,1 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Se v zásadě neovlivnilo produkci vajec ani welfare nosnic.

Výsledky studie Borilova et al. (2020) potvrdily, že selen přidaný do krmiva nosnic významně ovlivnil také sledované funkční vlastnosti žloutku a bílku, které jsou důležité i pro další technologické či kulinární zpracování. Nejvýznamnější vliv selenu se projevil u skupiny vajec ze skupiny nosnic, kterým bylo podáváno krmivo doplněné kvasnicemi obohacenými selenem. Tato skupina vykazovala nejlepší výsledky ve sledovaných parametrech pěnovosti žloutku a bílku, u něž byla pozorována také lepší stabilita.

Jedním z alternativních zdrojů selenu pro produkci obohacených vajec se zabývala studie Qiu et al. (2021). Do krmné dávky byl přidáván selen konjugovaný s hmyzí bílkovinou (SCIP) získanou od larev *Tenebrio molitor*. Výsledky ukázaly, že vlivem přídavku organického selenu konjugovaného s hmyzí bílkovinou se zvýšila užitkovost nosnic a kvalita vajec bez jakéhokoliv toxického účinku, a to i při dávce $10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Závěr

Závěrem lze potvrdit, že produkce a konzumace vajec obohacených o selen je v současné době dobrou cestou ke zvýšení množství Se v lidské stravě, jenž má řadu pozitivních účinků na lidské tělo. Jako nejvhodnější způsob obohacování vajec o selen se jeví přidávek organického selenu, například ve formě kvasnic s přidaným selenem. Přidávek selenu do krmné dávky nemá vliv pouze na zvýšení obsahu selenu ve vaječném bílku a žloutku, ale také na technologické vlastnosti vajec, jako je pěnivost bílku a žloutku či stabilita bílku. Dále má zvýšený obsah selenu a vitamínu E vliv na zlepšení kvality vajec při skladování, což je výhodné zejména u déle skladovaných vajec. V neposlední řadě bylo potvrzeno, že přidávek selenu má také pozitivní vliv na zlepšení produkce vajec u starších nosnic.

Literatura

- Bennett, D. C. A K. M. Cheng, 2010. Selenium enrichment of table eggs. *Poultry Science*, vol. 89, no. 10, pp. 2166–2172.
- Borilova, G., M. Fasiangova, D. Harustiakova, D. Kumprechtova, J. Illek, E. Auclair, R. Raspoet, 2020. Effects of selenium feed supplements on functional properties of eggs. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 57, pp. 32–40.
- Čobanová, K., V. Petrovič, M. Mellen, H. Arpášova, L. Grešáková, Š. Faix, 2011. Effects of Dietary Form of Selenium on Its Distribution in Eggs. *Biological Trace Element Research*, vol. 144, no. 1, pp. 736–746.
- Fisinin, V. I., T. T. Papazyan A. P. F. Surai, 2009. Producing selenium-enriched eggs and meat to improve the selenium status of the general population. *Critical Reviews in Biotechnology*, vol. 29, no. 1, pp. 18–28.
- Muhammad, A. Ibrahim, D. A. A. Mohamed, L. T. Chwen, H. Akit, A. A. Samsudin, 2021. Effect of Sodium Selenite, Selenium Yeast, and Bacterial Enriched Protein on Chicken Egg Yolk Colour, Antioxidant Profiles, and Oxidative Stability. *Foods*, vol. 10, no. 4, pp. 871.
- Pilarczyk, B., A. Tomza-Marciniak, R. Pilarczyk, J. Kuba, D. Hendzel, J. Udała, Z. Tarasewicz, 2019. Eggs as a source of selenium in the human diet. *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 78, pp. 19–23.
- Qiu, K., Y. Ma, U. E. Obianwuna, J. Wang, H. Zhang, G. Qi, S. Wu, 2021. Application of Selenium Conjugated to Animal Protein in Laying Hens' Diet for the Production of Selenium-Enriched Eggs. *Foods*, vol. 10, no. 6, pp. 1224.
- Słupczyńska, M., D. Jamroz, J. Orda, A. Wiliczekiewicz A B. Król, 2018. Long-Term Supplementation of Laying Hen Diets with Various Selenium Sources as a Method for the Fortification of Eggs with Selenium. *Journal of Chemistry*, vol. 2018, pp. 1–7.
- Yaroshenko, F. O., J. E. Dvorsaka, P. F. Surai A N. H. C. Sparks, 2003. Selenium-enriched eggs as a source of selenium for human consumption. *Applied Biotechnology, Food Science and Policy*, vol. 1, no. 1, pp. 13–23.
- Zelenka, J., L. Zeman, J. Heger, 2007. Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-091-6.

Kontaktní adresa

Mgr. Ing. Jana Čaloudová, Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: h21289@vfu.cz.

Dynamika vybraných lipofilních látek v mléce v průběhu skladování *Dynamics of Selected Lipophilic Substances in Milk during Storage*

Dluhošová, S., Veselá, Š., Kotianová, D., Zouharová, A., Bartáková, K., Pospíšil, J.,
Vorlová, L.

Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Naše studie byla zaměřena na stanovení obsahu cholesterolu, vitamínu A a E v konzumním polotučném mléce ošetřeném metodou ESL (Extended Shelf Life) a změny sledovaných analytů v průběhu pěti týdnů skladování. Pro přípravu vzorku byla zvolena saponifikace a extrakce z kapaliny do kapaliny. Pro analýzu byla použita kapalinová chromatografie s detekcí fluorescenční a v UV oblasti. Koncentrace cholesterolu v průběhu skladování byla naměřena v hodnotách 0,971–2,112 mg/100 ml; vitamínu A 0,027–0,052 mg/100 ml; vitamínu E 0,007–0,027 mg/100 ml. U sledovaných parametrů byl zjištěn v průběhu skladování vzrůstající trend s kolísavým charakterem. Mezi srovnávanými skupinami byly zaznamenány statisticky vysoce významné ($p < 0,01$) i významné ($p < 0,05$) rozdíly.

Klíčová slova: *cholesterol, vitamin A, retinol, vitamin E, tokoferol, UPLC-UV, UPLC-FLD, ESL mléko*

Abstract

Our study was focused on determining the content of cholesterol, vitamins A and E in consumer semi-skimmed milk treated with ESL method (Extended Shelf Life) and changes of analytes during five weeks of storage. Saponification and liquid-liquid extraction were chosen for sample preparation. Liquid chromatography with detection in the UV range and fluorescence was used for the analysis. Cholesterol concentration during storage was measured in values of 0.971–2.112 mg/100 mL; vitamin A 0.027–0.052 mg/100 mL; vitamin E 0.007–0.027 mg/100 mL. An increasing trend with a fluctuating character was found for the monitored parameters during storage. Statistically highly significant ($p < 0.01$) and significant ($p < 0.05$) differences were detected between the compared groups.

Key words: *cholesterol, vitamin A, retinol, vitamin E, tocopherol, UPLC-UV, UPLC-FLD, ESL milk*

Úvod

Kravné mléko je jedna ze základních potravin ve výživě člověka. Je to vyvážený zdroj plnohodnotných bílkovin a vápníku (Scholz-Ahrens et al., 2020) a jako základní surovina slouží pro další technologické zpracování (Litwinczuk et al., 2012). Dle Českého statistického úřadu (ČSÚ, 2021) je v České republice (ČR) spotřeba konzumního kravného mléka přibližně 60 litrů/obyvatele/rok. Pokud jsou započítány i mléčné výrobky, činí konzumace až 260 litrů/obyvatele/rok.

Mléko je z pohledu bezpečnosti potravin rizikovou surovinou. Je zde tedy nezbytný legislativní dohled. V nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013 je zanesena definice mléka. To je popisováno jako čistě živočišný produkt vylučovaný mléčnou žlázou získanou dojením bez přidání nebo odebrání látek do/z mléka. Definicí termínu mléko se zabývá také Codex Alimentarius (2011). Tyto dokumenty pomáhají určit nejen výrobcům, ale i spotřebitelům, jak rozlišit mléko od stále populárnějších

rostlinných alternativ. V nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 je popsána definice syrového mléka a požadavky na produkci, celkový počet mikroorganismů (CPM), počet somatických buněk (SB), obsah reziduí inhibičních látek (RIL) a stanovení dalších technologických požadavků (fyzikálně-chemické a senzorické vlastnosti).

Složení mléka je specifické pro daný živočišný druh, ale základní složky mléka jsou zastoupeny v mírném rozptylu vždy: bílkoviny 3,3 %, sacharidy (převážně laktóza) 4–5 %, tuky 3–4 %, minerální látky do 0,8 % a vitaminy okolo 0,1 % (Samková, 2012; Pereira, 2014). Všechny tyto látky se významně podílejí na technologických, reologických a senzorických vlastnostech mléka při zpracování v potravinářském průmyslu (Šustová a Sýkora, 2013; Navrátilová a kol., 2012; Samková, 2012). Složky mléka jsou ovlivněny řadou faktorů: plemenem, genetickými vlivy, zdravotním stavem dojníc, stádiem laktace, typem chovu, složením krmné dávky, obsahem prvků v půdě, ročním obdobím, klimatem, technologií zpracování a skladováním (Navrátilová a kol., 2012; Zamberlin et al., 2012; Haug et al., 2007; Campbell and Marshall, 2016; Pereira, 2014; Guetouache et al., 2014).

Cholesterol je obsažen v potravinách živočišného původu jako hlavní sterol. Slouží jako prekurzor pro tvorbu látek steroidní povahy (pohlavní hormony, žlučové kyseliny, kortikoidy a vitamin D). Je také součástí fosfolipidové membrány. Je přijímán ze stravy i syntetizován v organismu savců (Murray, 2012; Drabina, 2020; Kopřiva, 2014; Ledvina a kol., 2009). Cholesterol byl řadu let vnímán jako rizikový faktor při vzniku kardiovaskulárních nemocí, ale tato tvrzení již nejsou v současné době tak striktní, jako v dřívějších letech. Stále je dobré mít na paměti jistou míru rizika u predisponovaných osob, ovšem vyšší hodnoty cholesterolu v krvi mohou souviset celkově s nezdravým životním stylem, včetně špatného stravování, kouření, přemíry stresu, opakovaných infekcí. Doporučení příjmu cholesterolu ze stravy je 300 mg/den (Babička, 2016; Brát, 2017; Kunová, 2011; Frej, 2016; Velíšek, 2002; Kopřiva, 2014).

Vitaminy jsou pro lidský organismus látky esenciální povahy. Mléko je zdrojem lipofilních vitaminů A a E, v menší míře i vitaminu D a prekurzoru vitaminu A – beta-karotenu. V těle zastávají význačné funkce v metabolických procesech. Jmenovitě vitamin A a E se uplatňují při růstu organismu, metabolismu tuků, reprodukci, embryogenezi, správné funkci imunitního systému, zraku, působí jako antioxidanty, kdy chrání před volnými radikály a vznikem onemocnění (Zhao et al., 2019; Ball, 2006; Combs and McClung, 2017; Šustová a Sýkora, 2013; Böhm, 2018; Rizvi et al., 2014). Vitamin A tvoří skupinu látek, kam jsou zařazeny z potravin živočišného původu retinol, retinal, retinoestery a kyselina retinová; z potravin rostlinného původu zde patří provitamin A – beta-karoten (Debier et al., 2005; Combs and McClung, 2017). Do skupiny vitamin E patří tokoferoly a tokotrienoly. Jeho hlavní zdroje jsou především potraviny rostlinného původu, zatímco v živočišných je jejich koncentrace nižší (Atkinson et al., 2013; Zingg, 2007; Combs and McClung, 2017; Ball, 2006).

Denní referenční hodnoty příjmu u dospělých osob jsou dle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 pro vitamin A 800 µg a pro vitamin E 12 mg. Dle doporučení Evropského úřadu pro bezpečnost potravin jsou hodnoty odlišné v závislosti na populačních skupinách. Prívod vitaminu A pro dospělého muže je 750 µg/den, pro dospělé ženy 650 µg/den, pro těhotné ženy 700 µg/den a děti 250–750 µg/den (EFSA, 2015a). Denní příjem vitaminu E ve formě alfa-tokoferolu činí pro muže 13 mg, pro ženy 11 mg a pro děti 5–13 mg (EFSA, 2015b).

Cílem této práce bylo stanovení vybraných lipofilních látek (cholesterol, vitamin A, vitamin E) ve vzorcích mléka a sledovat změny koncentrace těchto látek vlivem skladování. Byla vyslovena hypotéza, že s časem dojde k poklesu obsahu těchto látek vlivem oxidace tuků.

Materiál a metodika

Použité standardy a chemikálie byly analytického stupně čistoty. Standardy: cholesterol (99%), vitamin A (95%) a vitamin E ($\geq 96\%$) (Sigma-Aldrich, Německo); hydroxid draselný, bezvodý síran sodný, hydrochinon, kyselina askorbová (Penta, ČR); methanol (Fisher Scientific, UK) a n-hexan pro HPLC (Sigma-Aldrich, Německo); 2% roztok fenolftaleinu (Penta, ČR) v ethanolu (Merck, Německo). Byla použita deionizovaná voda (Aqua Osmotic 03 device, ČR). Instrumentace: analytické laboratorní váhy Kern ALJ 160-4NM (Balingen, Německo), varné magnetické desky (Scott SLR, Německo), ultrazvuková lázeň (Kreintek, Slovensko), odstředivka Hermle, typ Z 326 (Labrotechnik GmbH, Německo), odstředivka Mikro 200 (Hettich Zentrifugen, Německo), orbitální třepačka GFL 3005 (Merci, ČR), třepačka Reax Control (Heidolph Instruments, Německo), vakuová rotační odparka s vodní lázní (Büchi Labor Technik AG Flawil, Švýcarsko), vakuové čerpadlo ME2NT Vacuumbrand (Wertheim, Německo). Mobilní fáze byly přefiltrovány přes membránový filtr (0,2 μm) a odplyněny v ultrazvukové vodní lázni po dobu 15 minut. Vzorky byly filtrovány přes 0,2 μm nylonový stříkačkový filtr. K práci byly použity skleněné, plastové, keramické a kovové laboratorní pomůcky.

Stanovované vzorky

Pro stanovení byly použity vzorky komerčního polotučného ESL mléka ($n=12$). Mléka byla odebrána ve spotřebitelských obalech přímo z mlékárny v ČR. Po otevření balení byla odebrána část vzorku mléka, z toho byl odstředěn tuk a analyzován jako „čerstvý“. Odstředění tuku a analýzy byly opakovány i po 1., 2., 3. a 4. týdnu skladování v lednici. Pro lepší odběr extra čistého tuku byly vzorky zamrazeny a uchovány do analýzy při teplotě -20 ± 2 °C.

Příprava vzorků

Ke vzorku odstředěného tuku byl přidán methanolickeý roztok KOH; pro stabilizaci sledovaných lipofilních látek byly přidány hydrochinon a kyselina askorbová. Vzorek byl saponifikován během varu. Následně byla provedena extrakce analytů metodou LLE (Liquid Liquid Extraction). Extrakt byl neutralizován deionizovanou vodou do neutrální reakce (indikátor 2% roztok fenolftaleinu). Pro odstranění zbytkové vody z extraktu byl přidán bezvodý síran sodný. Vzorek byl odpařen na vakuové rotační odparce, rekonstituován do methanolu a přefiltrován. Každý vzorek byl zpracován v triplicátu. Celkový počet analyzovaných vzorků byl 180.

Obsah tuku byl stanoven acidobutyrometrickou metodou dle ČSN 570530 1972.

Chromatografická analýza

Pro stanovení lipofilních látek byl použit kapalinový chromatograf Acquity UPLC (Waters, USA). Kolona Acquity UPLC BEH C8 2,1x100 mm, 1,7 μm (Waters, Irsko) byla použita k separaci analytů. Další nastavení: vodná mobilní fáze a organická mobilní fáze (methanol) v poměru 7 : 93; průtok 0,4 ml/min, izokratická eluce; teplota na koloně 35 °C, doba analýzy 4,5 min. Pro detekci byl použit UV detektor (cholesterol: 205 nm, vitamin A: 325 nm) a fluorescenční detektor (vitamin E: ex. 295 nm/ em. 340 nm).

Vyhodnocení bylo provedeno metodou kalibrační přímky přes software Empower 2 (Waters, USA).

Statistické vyhodnocení

Výsledky byly statisticky vyhodnoceny programem Microsoft Excel (Microsoft, USA) a Unistat for Excel 6.5 (Londýn, UK) za použití testů normality Shapiro-Wilkova, neparametrického Kruskal-Wallisova a mnohonásobného porovnávání.

Výsledky a diskuze

Jak je uvedeno v tabulce 1, obsah cholesterolu v mléce v průběhu skladování byl naměřen v rozmezí hodnot 0,971–2,112 mg/100 ml. I když je zaznamenán kolísavý charakter patrný mezi 2. a 4. týdnem skladování, změny koncentrace cholesterolu mají vzrůstající trend. Statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$) byl zaznamenán mezi skupinami „Čerstvé“+, „2. týden“ a „Čerstvé“+, „4. týden“. Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) byl u skupin „Čerstvé“+, „3. týden“, „1. + 2. týden“, „1. + 4. týden“.

Tabulka 1: Změny obsahu cholesterolu během pěti týdnů skladování

Mléko	Cholesterol [mg/100 ml]				
	Čerstvé	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden
Průměr	0,971 ^a	1,407 ^{ab}	2,112 ^c	1,906 ^{bc}	2,110 ^c
SD	0,361	0,748	0,836	0,969	0,877
Minimum	0,432	0,123	0,356	0,648	0,279
Maximum	1,670	2,577	3,594	3,802	3,049
Medián	0,927	1,368	2,359	1,890	2,317

SD, směrodatná odchylka; ^{abc}, rozdílná písmenka značí statistickou významnost na hladině $p < 0,01$ nebo $p < 0,05$

Dle Ramalho et al. (2011) je průměrná hodnota cholesterolu v syrovém mléce 12 mg/100 ml, zatímco u komerčních konzumních mlék se hodnota liší v závislosti na obsahu tuku. Pro plnotučné mléko činí průměrná hodnota $11,6 \pm 0,2$ mg/100 ml, pro polotučné mléko jsou koncentrace $6,4 \pm 0,1$ mg/100 ml. Podle studie Piironena z roku 2002 byly zjištěny hodnoty cholesterolu v polotučných mlécích 6,1 mg/100 ml. Jak již bylo řečeno výše, je obsah lipofilních látek závislý na mnoha faktorech, tudíž množství těchto látek je značně variabilní. Roli jistě hraje i vlastní extrakční část při přípravě vzorku. Naše výsledky byly v porovnání s danými studiemi značně nižší.

V současné době je nedostatek vědeckých studií, které by se přímo zabývaly skladováním mléka a příčinami, které vedou ke změně obsahu lipofilních látek. Autoři se shodují, že problematika není zcela prozkoumána. Za možnou příčinu autoři uvádějí vliv oxidace cholesterolu v mléce, objem skladovaného vzorku, typ a uspořádání tukových kuliček (Gupta et al., 2016; Pikul et al., 2013). Byl zkoumán vliv skladování mléka pasterovaného a ošetřeného jak pasterací, tak mikrofiltrací. Mléko bylo skladováno při 4 °C po dobu jednoho týdne. Rozdíl byl zaznamenán pouze 7. den skladování s vyšší koncentrací cholesterolu v pasterovaném mléce. V tomto typu mléka docházelo ke zvyšování obsahu cholesterolu, ovšem bez statistické významnosti. Autoři také zdůrazňují, že není příliš jasný vliv skladování na obsah cholesterolu (Yue et al., 2016). Zajímavá je i studie Patton et al. (1980), kdy byl sledován obsah cholesterolu a fosfolipidů po dobu 24 hodin při 2–4 °C v kravském a kozím mléce. U kravského mléka ke změnám nedocházelo, zatímco kozí mléko vykazovalo podstatné zvyšování v obou parametrech právě vlivem stárnutí

mléka. Vliv skladování popisují také Ali and Abdel-Razig (2011) v různě tučných sýrech typu mozzarella po dobu 1 měsíc při 4 °C. Autoři zjistili, že v průběhu skladování se množství cholesterolu zvyšuje. Ovšem také nevysvětlují, čím je nárůst koncentrace cholesterolu zapříčiněna. Sledování změn cholesterolu v jogurtech z kravského a kozího mléka se zabývali Gupta et al. (2016). Experiment probíhal po dobu 4 týdnů při 4 °C. Koncentrace cholesterolu se mírně zvýšila vlivem skladování.

Tabulka 2: Změny obsahu vybraných lipofilních vitaminů během pěti týdnů skladování

Vitamin A [mg/100 ml]					
Mléko	Čerstvé	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden
Průměr	0,027 ^a	0,031 ^a	0,052 ^b	0,044 ^{ab}	0,052 ^b
SD	0,023	0,021	0,022	0,029	0,023
Minimum	0,011	0,001	0,001	0,001	0,009
Maximum	0,092	0,063	0,069	0,088	0,074
Medián	0,020	0,034	0,063	0,035	0,062
Vitamin E [mg/100 ml]					
Mléko	Čerstvé	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden
Průměr	0,007 ^a	0,017 ^{ab}	0,027 ^c	0,022 ^{bc}	0,023 ^{bc}
SD	0,007	0,010	0,010	0,013	0,012
Minimum	0,001	0,001	0,001	0,004	0,001
Maximum	0,028	0,028	0,037	0,042	0,036
Medián	0,005	0,019	0,029	0,020	0,025

SD, směrodatná odchylka; ^{abc}, rozdílná písmenka značí statistickou významnost na hladině $p < 0,01$ nebo $p < 0,05$

Stejně jako byl zmíněn nedostatek studií hodnocení vlivu skladování mléka u cholesterolu, v případě lipofilních vitaminů je obdobný problém. Vliv skladování je vědeckou literaturou hodnocen především u mlék fortifikovaných, sušených a určených pro kojeneckou výživu. Nutriční profil mléka sledovali Bahman et al. (2012). Vzorky byly vyšetřeny před skladováním a po 24 hodinách při uchování při teplotě 2–8 °C. U vitaminu A autoři pozorovali pokles koncentrace o 26 %. Hodnoty vitaminu E nebyly detekovatelné. Obsah vitaminů studovali v kozím a ovčím mléce také Michlová et al. (2015). Po dvou týdnech skladování při teplotě -20 °C byl zaznamenán pokles o 11–55 %. Chavéz-Servín et al. (2008) zjistili při studii zaměřené na kojeneckou výživu pokles vitaminu A o 4,7–34,3 % během skladování při teplotě 25 °C po dobu 70 dní. Také Fávare et al. (2011) vyhodnotil pokles vitaminu A v kojenecké výživě po 9. a 12. měsíci skladování o 18,9–28,3 %. Nicméně tyto autoři vyslovili hypotézu o degradaci lipofilních vitaminů v průběhu skladování. U většiny vzorků došlo ale k navýšení jejich koncentrace. Jejich hypotéza tedy nebyla potvrzena. Ve studii MacDonald et al. (2011) také pozorovali zvýšení koncentrace lipofilních vitaminů. Jejich vědecká práce byla více zaměřena na použití různých pasteračních podmínek. Autoři zaznamenali statisticky významné rozdíly u sedmi z osmi provedených analýz v kobyším, kozím a ovčím mléce. V tabulce 2 jsou zaznamenány změny koncentrací vlivem skladování u vitaminu A i E. Obsah vitaminu A byl naměřen v hodnotách 0,027–0,052 mg/100 ml, zatímco obsah vitaminu E byl v nižších hodnotách od 0,007 do 0,027 mg/100 ml. U obou lze pozorovat kolísavý průběh a mírnou vzrůstající tendenci v průběhu pěti týdnů. U vitaminu A byl statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi skupinami „Čerstvé“+, „2. týden“, „Čerstvé“+, „4. týden“, „1. + 2. týden“ a „1. + 4. týden“. Pro vitamin E byl rozdíl

statisticky vysoce významný ($p < 0,01$) mezi skupinami „Čerstvé“+, „2. týden“, „Čerstvé“+, „3. týden“ a „Čerstvé“+, „4. týden“. Z výsledků naší práce lze usoudit, že koncentrace vitamínu A ve vzorcích mléka dosahovala vyšších hodnot vlivem skladování, než toho bylo u vitamínu E. Je to dáno i tím, že obsah vitamínu E je v kravském mléce a mléčných výrobcích minimální v porovnání s vitamínem A (Morrisey and Hill, 2009).

Validační parametry metody jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: Validační parametry pro stanovení lipofilních látek v mléce

		Cholesterol	Vitamin A	Vitamin E
Linearita	Rozmezí [mg/l]	0,962–96,200	0,152–15,200	0,156–15,600
	R²	0,9999	0,9999	0,9999
Přesnost	Ø* [mg/l]	32,412	0,917	0,504
	SD	0,222	0,005	0,009
	RSD	0,684	0,578	1,762
Správnost	Ø** [mg/l]	32,430	0,916	0,507
	SD	0,256	0,006	0,009
	RSD	0,789	0,641	1,686
LOQ	[mg/l]	0,962	0,152	0,156
LOD	[mg/l]	0,289	0,046	0,047

R², korelační koeficient; Ø*, průměr z 12 paralelních stanovení; Ø**, průměr z 9 paralelních stanovení; SD, směrodatná odchylka; RSD, relativní směrodatná odchylka; LOQ, limit kvantifikace; LOD, limit detekce

Závěr

Lipofilní látky v mléce v průběhu skladování po dobu pěti týdnů vykázaly ve většině vzorků stoupající trend. Téma je velmi specifické a odborná literatura se shoduje, že v současnosti není tato problematika dostatečně prozkoumána. Není proto snadné výsledky jednoznačně interpretovat. V této oblasti je potřeba dalších výzkumů. Naše hypotéza o poklesu lipofilních látek vlivem skladování nebyla potvrzena.

Obsah cholesterolu v konzumním mléce je nízký. Přiměřená konzumace mléka pro zdravé osoby je vhodná. Nadměrná konzumace potravin s obsahem nasycených mastných kyselin, trans-mastných kyselin a cukrů, má větší vliv na množství cholesterolu v krvi, než konzumace mléka samotná. Přestože je koncentrace lipofilních vitamínů nízká, mléko a mléčné výrobky nadále zůstávají jejich dobrým zdrojem.

Poděkování

Práce vznikla za finanční podpory projektu ITA VFU Brno (FVHE/Vorlová/ITA 2020).

Literatura

- Ali, A. M., Abdel-Razig, K. A. Cholesterol content of Mozzarella cheese during storage as affected by level of milk fat. *Pakistan Journal of Nutrition*. 2011, 10 (1): 65–70.
- Atkinson, J., Manor, D., Parker, R. *Encyclopedia of Biological Chemistry: Vitamin E*. Academic Press. 2013, 2nd issue: 545–550. ISBN: 9780123786319.
- Babička, L. Nutričně významné látky v potravinách. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny. Publikace České technologické platformy pro potraviny. 2016. 53 s. ISBN: 978-80-88019-15-2.

- Bahman, S., Yadav, N., Kumar, A., Ganguly, S., Garg, V., Marwaha, S. Impact of household practices on the nutritional profile of milk. *Indian Journal of Public Health*. 2012, 56 (1): 82–87.
- Ball, G. F. M. *Vitamins in foods: Analysis, bioavailability, and stability*. Hoboken: CRC Press. 2006. 40–123. ISBN: 14-200-2697-6.
- Böhm, V. Vitamin E. *Antioxidants*. 2018, 7 (3): 1–2.
- Brát, J. Tučná fakta o tucích, aneb, máme se bát tuků? Praha: Potravinářská komora České republiky. Publikace Platformy pro reformulace. 2017. 77 s. ISBN: 978-80-88019-30-5.
- Campbell, R., Marshall, R. T. *Dairy production & Processing*. Illinois: Waveland Press, Inc. 2016. 569 p. ISBN: 978-1-4786-1120-2.
- Codex Alimentarius. *Milk and Milk Products*. Second edition. 2011. [online]. [cit. 2022-01-27]. Dostupné z: <<https://www.fao.org/3/i2085e/i2085e.pdf>>
- Combs, G. F., McClung, J. P. *The vitamins: Fundamental aspects in nutrition and health*. London: Elsevier Inc. 2017, 5th issue. 630 p. ISBN: 978-0-12-802965-7.
- ČSN 570530: 1972/Z3 (270530): *Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků*. Vydáno dne 1. 9. 2006. 2 s.
- ČSÚ. *Spotřeba potravin – 2021*. Český statistický úřad. 2021. [online]. [cit. 2023-02-13]. Dostupné z: <<https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2021>>
- Debier, C., Pottier, J., Goffe, C., Larondelle, Y. Present knowledge and unexpected behaviours of vitamins A and E in colostrum and milk. *Livestock Production Science*. 2005, 95: 135–147.
- Drabina, P. *Bioorganická chemie*. Pardubice: Univerzita Pardubice. 2020. 241 s. ISBN: 978-80-7560-316-6.
- EFSA. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA): Scientific opinion on dietary reference values for vitamin A. *EFSA Journal*. 2015a, 13 (3): 1–84.
- EFSA. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA): Scientific opinion on dietary reference values for vitamin E as α -tocopherol. *EFSA Journal*. 2015b, 13 (7): 1–72.
- Fávaro, R. M. D., Iha, M. H., Mazzi, T. C., Fávaro, R., Bianchi, M. Stability of vitamin A during storage of enteral feeding formulas. *Food Chemistry*. 2011, 126 (3): 827–830.
- Frej, D. *Tučné superpotraviny a oleje*. Praha: Eminent. 2016. 303 s. ISBN: 978-80-7281-512-8.
- Guetouache, M., Guessas, B., Medjekal, S. Composition and nutritional value of raw milk. *Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research*. 2014, 2 (10): 115–122.
- Gupta, B. P., Siddique, A., Jones, J. O., Park, Y. W. Cholesterol concentrations and lipolytic characteristics of commercial bovine and caprine milk yogurts during four weeks refrigerated storage. *Advances in Dairy Research*. 2016, 4 (2): 1–5.
- Haug, A., Hostmark, A. T., Harstad, O. M. Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids in Health and Disease*. 2007, 6 (25): 1–16.
- Chávez-Servín, J., Castellote, A. I., López-Sabater, M. C. Vitamins A and E content in infant milk-based powdered formulae after opening the packet. *Food Chemistry*. 2008, 106 (1): 299–309.
- Kopřiva, V. *Vybrané kapitoly z biochemie potravin*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. 2014. 200 s. ISBN: 978-80-7305-677-3.
- Kunová, V. *Zdravá výživa. 2. přepracované vydání*. Praha: Grada. Zdraví & životní styl. 2011. 140 s. ISBN: 978-80-247-3433-0.

- Ledvina, M., Stoklasová, A., Cerman, J. Biochemie pro studující medicíny. Vydání 2. Praha: Karolinum. Učební texty Univerzity Karlovy v Praze. 2009. 274 s. ISBN: 978-80-246-1414-4.
- Litwińczuk, Z., Barłowska, J., Chabuz, W., Brodziak, A. Nutritional value and technological suitability of milk from cows of three Polish breeds included in the genetic resources conservation programme. *Annals of Animal Science*. 2012, 12 (3): 423–432.
- MacDonald, L. E., Brett, J., Kelton, D., Majowicz, S. E., Snedeker, K., Sargeant, M. A systematic review and meta-analysis of the effects of pasteurization on milk vitamins, and evidence for raw milk consumption and other health-related outcomes. *Journal of Food Protection*. 2011, 74 (11): 1814–1832.
- Michlová, T., Dragounová, H., Horníčková, H., Hejtmánková, A. Factors influencing the content of vitamins A and E in sheep and goat milk. *Czech Journal of Food Sciences*. 2015, 33 (1): 58–65.
- Morrissey, P. A., Hill, T. R. Fat-soluble vitamins and vitamin C in milk and milk products. In: *Advanced Dairy Chemistry*, New York. Springer. 2009, 3rd issue: 527–589. ISBN 978-0-387-84865-5.
- Murray, R. K. Harperova ilustrovaná biochemie. 5. české vydání, 1. v nakladatelství Galén. Praha. 2012. 730 s. ISBN: 978-80-7262-907-7.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. *Úřední věstník Evropské Unie*. L 139: 55–205.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise 87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnic Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004. *Úřední věstník Evropské Unie*. L 304: 18–63.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty a zrušují nařízení Rady (EHS) č. 922/72, (EHS) č. 234/79, (ES) č. 1037/2001 a (ES) č. 1234/2007. *Úřední věstník Evropské Unie*. L 347: 671–854.
- Navrátilová, P., Králová, M., Janštová, B., Přidalová, H., Cupáková, Š., Vorlová, L. Hygiena produkce mléka. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. 2012. 129 s. ISBN: 978-80-7305-625-4.
- Noh, M. F., Rathi, D., Mustar, S. Vitamin A in health and disease. *IntechOpen*. 2019. 116 p. ISBN: 978-1-83880-654-5.
- Patton, S., Long, C., Sooka, T. Effect of storing milk on cholesterol and phospholipid of skim milk. *Journal of Dairy Science*. 1980, 63 (5): 697–700.
- Pereira, P. C. Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*. 2014, 30 (6): 619–627.
- Piironen, V., Toivo, J., Lampi, A. M. New data for cholesterol contents in meat, fish, milk, eggs and their products consumed in Finland. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2002, 15 (6): 705–713.
- Pikul, J., Rudzińska, M., Teichert, J., Lasik, A., Danków, R., Przybylski, R. Cholesterol oxidation during storage of UHT-treated bovine and caprine milk. *International Dairy Journal*. 2013, 30 (1): 29–32.

- Ramalho, H. M. M., Casal, S., Oliveira, B. P. P. Total cholesterol and desmosterol contents in raw, UHT, infant formula powder and human milks determined by a new fast micro-HPLC method. *Food Analytical Methods*. 2011, 4 (3): 424–430.
- Rizvi, S., Raza, S. T., Ahmed, F., Ahmad, A., Abbas, S., Mahdi, F. The role of vitamin E in human health and some diseases. *Sultan Qaboos University Medical Journal*. 2014, 14 (2): 157–164.
- Samková, E. 2012. Mléko: produkce a kvalita. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. 240 s. ISBN: 978-80-7394-383-7.
- Scholz-Ahrens, K. E., Ahrens, F., Barth, C. A. Nutritional and health attributes of milk and milk imitations. *European Journal of Nutrition*. 2020, 59 (1): 19–34.
- Šustová, K., Sýkora, V. Mlékárenské technologie. Brno: Mendelova univerzita. 2013. 223 s. ISBN: 978-80-7375-704-5.
- Velíšek, J. Chemie potravin. 1. vydání, 2. upravené. Tábor: OSSIS. 2002. 331 s. ISBN: 80-86659-00-3.
- Yue, J., Zheng, Y., Liu, Z., Deng, Y. Effects of microfiltration and storage time on cholesterol, cis-9, trans-11 and trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid levels, and fatty acid compositions in pasteurized milk. *International Journal of Food Properties*. 2016, 19 (1): 13–24.
- Zamberlin, Š., Antunac, N., Havranek, J., Samaržija, D. Mineral elements in milk and dairy products. *Mljekarstvo*. 2012, 62 (2): 111–125.
- Zhao, X., Zhang, M., Li, C., Jiang, X., Su, Y., Zhang, Y. Benefits of vitamins in the treatment of Parkinson's disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. 2019, 1–15.
- Zingg, J. Vitamin E: An overview of major research directions. *Molecular Aspects of Medicine*. 2007, 28 (5 – 6): 400–422.

Kontaktní adresa

MVDr. Sandra Dluhošová, Ph.D., VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: dluhosovas@vfu.cz

Oxidačné a hydrolytické zmeny repkového oleja počas fritovania zemiakových hranolčiekov

Oxidative and hydrolytic changes of rapeseed oil during frying of French fries

Gabašova, M., Zeleňáková, L.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Cieľom výskumu bolo sledovať oxidačno-hydrolytické zmeny jedlého repkového oleja pri teplote 175 °C/ 4 min počas fritovania zemiakových hranolčiekov od dvoch rôznych výrobcov (C a D). Vo vzorkách repkového oleja boli sledované nasledovné ukazovatele: TPM – celkové polárne materiály, číslo kyslosti a peroxidové číslo. Hodnoty TPM v skúmanom oleji kontinuálne rástli od prvého fritovania, pričom v prvý deň začínali na úrovni 4,5 % a hraničnú hodnotu 24 % dosiahli po 24,5 hodinách (C), resp. 20 hodinách (D) fritovania. Na začiatku fritovania hranolčiekov C bola hodnota čísla kyslosti repkového oleja 0,4488 mg KOH.g⁻¹ a na konci 0,8976 mg KOH.g⁻¹. Peroxidové číslo malo na začiatku hodnotu 4 mmol O₂.kg⁻¹ a na konci 1,8 mmol O₂.kg⁻¹. U hranolčiekov D bola hodnota peroxidového čísla na začiatku fritovania 0,2 mmol O₂.kg⁻¹ a končila 1,4 mmol O₂.kg⁻¹. Číslo kyslosti dosiahlo počiatočnú hodnotu 0,4488 mg KOH.g⁻¹ a na konci 0,2244 mg KOH.g⁻¹.

Kľúčové slová: repkový olej, zemiakové hranolčieky, fritovanie, peroxidové číslo, číslo kyslosti

Abstract

The aim of the research was to monitor the oxidative-hydrolytic changes of edible rapeseed oil at a temperature of 175 °C/ 4 min during the frying of French fries from two different producers (C and D). The following indicators were evaluated in rapeseed oil samples: TPM – total polar materials, acidity and peroxide value. The TPM values in the examined oil continuously increased from the first frying, starting at the level of 4.5 % on the first day and reaching the limit value of 24 % after 24.5 hours (C) or 20 hours (D) of frying. The acidity value of rapeseed oil used for frying of French fries C was 0.4488 mg KOH.g⁻¹ and at the end 0.8976 mg KOH.g⁻¹. The peroxide value was 4 mmol O₂.kg⁻¹ at the beginning and at the end 1.8 mmol O₂.kg⁻¹. In French fries D, the peroxide value at the beginning of frying was 0.2 mmol O₂.kg⁻¹ and ended at 1.4 mmol O₂.kg⁻¹. The acidity value reached 0.4488 mg KOH.g⁻¹ and at the end 0.2244 mg KOH.g⁻¹.

Key words: rapeseed oil, French fries, frying, peroxide and acidity value

Úvod

Hranolčieky sú obľúbené zemiakové výrobky v mnohých krajinách kvôli ich štruktúre a atraktívnej textúre (Garayo a Moreira, 2002).

Vyprážanie a fritovanie zaraďujeme v potravinárstve medzi tie procesy, pri ktorých sa na úpravu potravín používa teplo vyprodukované pomocou horúcich olejov. Vyprážanie je operačná jednotka, ktorá sa používa aj na organoleptickú úpravu potravín. Životnosť vyprážených potravín je väčšinou daná obsahom vlhkosti po vyprážení (Fellows, 2009). Fritovanie je tepelná úprava potravín, plávajúcich v tuku pri teplotách medzi 150 a 200 °C. Horúci tuk obklopuje potraviny väčšinou zo všetkých strán, preto je teplo prenášané rýchlo. Pri fritovaní prenos tepla prebieha ako kombinácia

konvekcie v horúcom oleji a kondukcie do vnútra potraviny. Fritovanie je vhodné na úpravu potravín všetkých tvarov, ale nepravidelne tvarované potraviny, alebo kusy s väčším povrchom majú tendenciu absorbovať a strhávať väčší objem oleja po odstránení z fritézy (Metz et al., 2008).

Proces fritovania je zložitý systém závisiaci od rozsahu chemických reakcií ako je oxidácia, polymerizácia a hydrolýza, kde dochádza k zmene fyzikálnych a chemických vlastností použitého oleja. Je náročné odhadnúť rozsah zmien každého faktora počas fritovania a udržať podmienky vyprážania na optimálnych hodnotách. Olej na fritovanie by sa mal vyberať podľa jeho vlastností počas priebehu fritovania. V minulosti boli týmito vlastnosťami bod zadymenia, oxidačná stabilita a nízky obsah voľných mastných kyselín. V súčasnosti sú okrem tepelno-oxidačnej stability, dostupnosti a ceny dôležitými faktormi rozhodovania aj nutrično-fyziologické funkcie. Neexistuje však olej, ktorý by bol ideálny pre všetky typy fritovania (Manglik, 2006).

Cieľom výskumu, ktorého výsledky sú uvedené v tomto príspevku, bola analýza tepelno-oxidačných zmien komerčného jedlého repkového oleja počas fritovania zemiakových hranolčiekov.

Materiál a metódy

Materiál: Olej použitý vo výskume je jedlý rastlinný repkový olej. Má široké uplatnenie pri dlhodobej i krátkodobej tepelnej príprave pokrmov, ako je dusenie, pečenie a vyprážanie. Výrobca uvádza, že olej obsahuje tuky 91,5 g, 8,6 g nasýtených. Na fritovanie vo fritéze boli použité hlbokomrazené zemiakové hranolčky (C a D), ktoré sú bežne dostupné v obchodnej sieti.

- **Vzorka C** - solené hranolky v chrumkavej obalovacej zmesi, pred smažením a hlboko zmrazené. Zloženie: zemiaky, slnečnicový olej, obalovacia zmes 4,6 % (modifikovaný škrob, ryžová múka, dextrín, hrachová vláknina, kypriace látky E450, E500), dextróza, zahusťovadlo (xanthan, hrachová bielkovina), soľ 0,4 %. Výživové údaje na 100 g zmrazeného výrobku: tuky 5 g, z toho nasýtené mastné kyseliny 0,6 g, sacharidy 23 g, cukry 0,5 g, bielkoviny 2,5 g, soľ 0,4 g.
- **Vzorka D** - hranolčky pred smažením v slnečnicovom oleji, hlbokozmrazené. Zloženie: 96 % zemiaky, 4 % slnečnicový olej. Výživové údaje na 100 g hlbokomrazeného výrobku: tuky 3,4 g, z toho nasýtené mastné kyseliny 0,4 g, sacharidy 22,1 g, cukry 0,5 g, bielkoviny 2,3 g, soľ 0,15 g.

Metodológia: Kvalita oleja v zmysle hodnotenia nižšie uvedených ukazovateľov bola posudzovaná v priebehu fritovania zemiakových hranolčiekov až do doby dosiahnutia hodnoty 24 % TPM, čo znamená prepálenie oleja. Mimo doby fritovania bol olej uchovávaný v uzavretej fritéze pri izbovej teplote. V rámci výskumu boli každú pol hodinu fritované rovnaké množstvá zemiakových hranolčiekov výrobcov C a D (100 g), pričom boli dodržané rovnaké podmienky fritovania (4 minúty, 175 °C). Počas celej doby fritovania boli v jednotlivých vzorkách sledované tieto parametre: TPM – celkové polárne materiály, číslo kyslosti a peroxidové číslo.

- Na meranie množstva polárnych zložiek (TPM) vo fritovanom oleji bol použitý elektronický prístroj Testo 270. Obsahuje kapacitný olejový senzor, pomocou ktorého je možné priamo v horúcom oleji merať stupeň jeho opotrebenia. Hodnoty TPM boli merané v čerstvom oleji a každých 30 minút pri teplote oleja 130 °C počas celej doby fritovania. Analýzy boli ukončené, keď obsah TPM dosiahol hodnotu ≥ 24 %, čo znamená opotrebovanie oleja.

- Stanovenie peroxidového čísla (vyjadrené v mmol O₂.kg⁻¹) oleja bolo uskutočnené podľa STN EN ISO 3960:2007. Vzorky olejov boli analyzované po prvom fritovaní a každých 60 minút počas celej doby fritovania.
- Stanovenie čísla kyslosti (vyjadrené v mg.KOH.g⁻¹) oleja bolo realizované podľa STN EN ISO 660:2009 (EN). Vzorky olejov boli analyzované , po prvom fritovaní a každých 60 minút počas celej doby fritovania.

Všetky analýzy boli uskutočnené v laboratóriu Katedry Hygieny a bezpečnosti potravín na Ústave potravinárstva FBP SPU v Nitre.

Vyhodnotenie výsledkov bolo uskutočnené v počítačovom programe Microsoft Office Excel a jeho doplnkových analytických nástrojoch.

Výsledky práce a diskusia

Ako uvádza Gertz (2014), počas fritovania prebieha séria komplexných zmien a chemických reakcií. Oxidácia lipidov (tukov a olejov) počas spracovania a skladovania spôsobuje potravinovú toxicitu (Mehta et al., 2015; Pilipenko et al., 2020).

Miera a povaha rozkladných produktov závisí okrem iného na zložení oleja (mastné kyseliny), spôsobe úpravy (prerušovaný alebo kontinuálny, fritovanie alebo vyprážanie), aplikovanej teplote fritovania, doby fritovania a nakoniec na type potraviny, ktorá sa bude fritovať.

Z grafu 1 vyplýva, že hodnoty TPM v skúmanom oleji kontinuálne rástli, pričom v prvý deň začínali na úrovni 4,5 % a hraničnú hodnotu 24 % dosiahli na tretí deň. Celkový čas charakterizujúci prepálenie bol 24,5 hodín fritovania/49 cyklov pri vzorke C a 20 hodín/40 cyklov bol pri vzorke D. Počas fritovania týchto dvoch vzoriek sme dodržali rovnaký čas fritovania a rovnakú teplotu olejov. TPM sme merali každých 30 minút. Z grafu 1 zároveň vyplýva, že hodnoty TPM po prvom dni 6,5 hodinového fritovania pri vzorke hranolčekov C vystúpili z pôvodnej hodnoty 5 % na 10 %. Po druhom dni 10,5 hodinového fritovania, kedy bol olej počas noci uschovaný pri izbovej teplote vystúpila hodnota TPM z 10 % na 19,5 %. V tretí deň 7,5 hodinového fritovania opäť obsah TPM stúpol z 19,5 % na 24 % a priniesol výrazné zmeny v kvalite oleja.

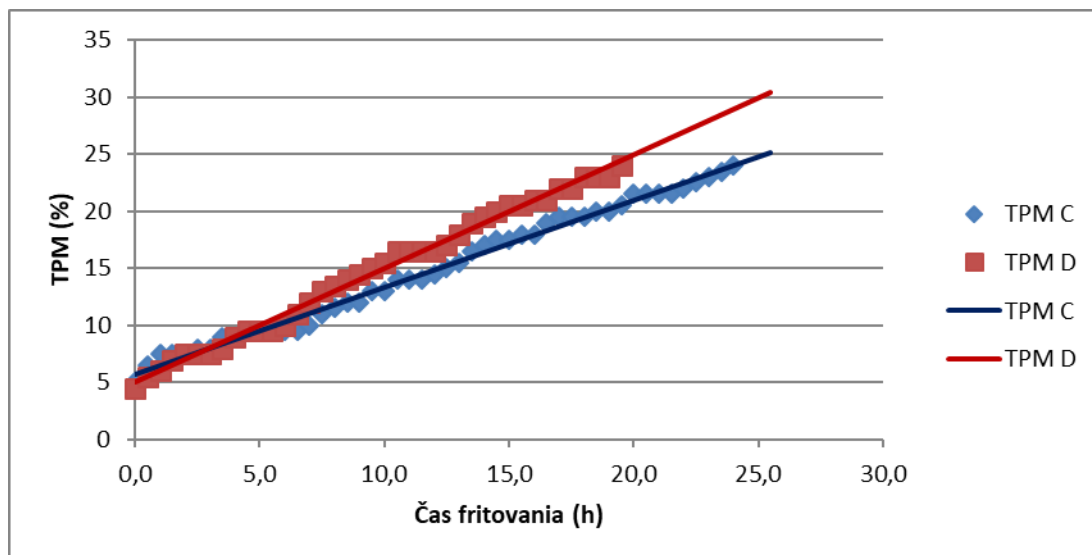
U hranolčekov D hodnota TPM po prvom dni 7 hodinového fritovania vystúpila z pôvodných 4,5 % na 11,5 %. Po druhom dni 11,5 hodinového fritovania , kedy bol olej počas noci uschovaný pri izbovej teplote vystúpila hodnota TPM z 11,5 % na 23 %. V tretí deň 1,5 hodinového fritovania opäť obsah TPM stúpol z 23 % na 24,5 % a priniesol výrazné zmeny v kvalite oleja.

Merania TPM ukázali, že zemiakové hranolčky od výrobcu D ovplyvnili kvalitu oleja už po 20 hodinách fritovania, u výrobcu C životnosť oleja bola o 4,5 hodiny fritovania dlhšia.

Hodnota čísla kyslosti, ktorý sa používa na hodnotenie kvality oleja, je ukazovateľom obsahu voľných mastných kyselín. V ideálnom prípade by mal mať kuchynský olej číslo kyslosti v rozsahu 0,00 – 3,00 mg KOH.g⁻¹ oleja. Nižšia kyslosť je znakom kvalitného oleja. Všeobecne platí, že pre akýkoľvek jedlý olej môže číslo kyslosti vyššie ako 3,00 mg KOH.g⁻¹ viesť ku gastrointestinálnym ťažkostiam, hnačke a poškodeniu pečene (Hassanien et al., 2014).

Počas celej doby fritovania sme v jednotlivých vzorkách olejov sledovali zmeny hodnôt čísla kyslosti a peroxidového čísla (grafy 2 a 3). Východisková hodnota čísla kyslosti repkového oleja fritovaného pri teplote 175 °C/4 min bola pri vzorke C na úrovni 0,4488 mg KOH.g⁻¹ a na konci fritovania po dosiahnutí hraničnej hodnoty TPM 24 % 0,8976 mg KOH.g⁻¹. U vzorky D bola počiatočná hodnota čísla kyslosti rovnaká ako

v predchádzajúcom prípade ($0,4488 \text{ mg KOH.g}^{-1}$), na konci však klesla na $0,2244 \text{ mg KOH.g}^{-1}$. Vychádzajúc z vyššie uvedeného akceptovateľného rozsahu $0,00 - 3,00 \text{ mg KOH.g}^{-1}$ možno konštatovať, že repkový olej určený na fritovania hranolčiekov C a D splnil tieto požiadavky.



Graf 1: Hodnoty TPM (%) v repkovom oleji určenom na fritovanie hranolčiekov C a D

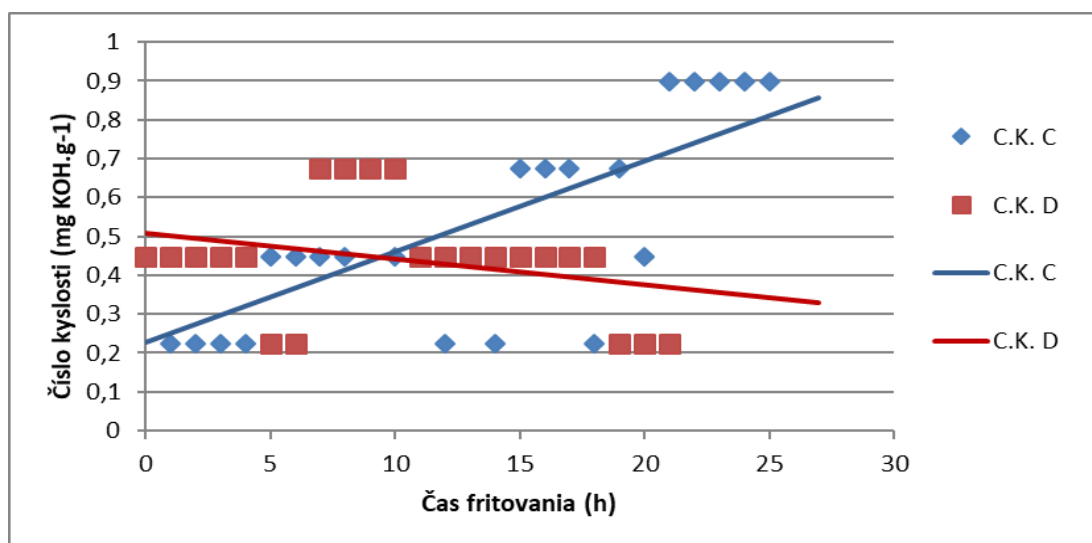
Peroxidové číslo je parameter bežne používaný na hodnotenie produktov primárnej oxidácie mastných kyselín (Arefi et al., 2022).

Zvýšenie peroxidového čísla počas fritovania je spôsobené útokom voľných radikálov na nenasýtené mastné kyseliny s akumuláciou produktov primárnej oxidácie v rafinovanom oleji (Kaur et al., 2020).

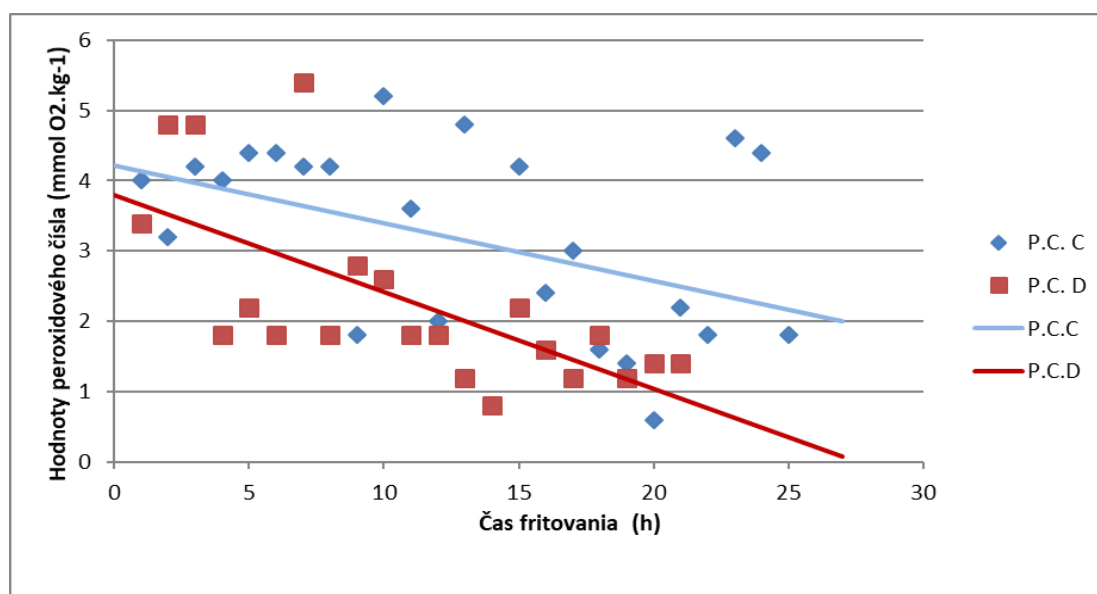
Peroxidová hodnota sa často používa ako index na monitorovanie oxidácie oleja a kontrolu kvality oleja počas skladovania a spracovania. Peroxidové číslo je definované ako miliekvivalent alebo milimol hydroperoxidov na kilogram oleja ($\text{meq O}_2/\text{kg oleja}$) (Mahboubifar et al., 2016; Yu et al., 2015).

Hodnota peroxidového čísla pre vzorku C začínala na úrovni $4 \text{ mmol O}_2.\text{kg}^{-1}$ (prvé fritovanie) a končila $1,8 \text{ mmol O}_2.\text{kg}^{-1}$. Je zaujímavé, že pri vzorke D bol trend opačný. T.z. po prvom fritovaní sme zistili $0,2 \text{ mmol O}_2.\text{kg}^{-1}$, po dosiahnutí TPM 24 % dosiahol peroxidové číslo hodnotu $1,4 \text{ mmol O}_2.\text{kg}^{-1}$.

Túto skutočnosť dokumentuje aj Sekretár et al. (2012), ktorý uvádza, že ak sú tuky a oleje vystavené vysokej teplote (vyprážanie, fritovanie, pečenie), oxidujú veľmi rýchlo. Vzniknuté primárne oxidačné produkty (hydroperoxydy mastných kyselín) sa pri vysokej teplote ($170 \text{ }^\circ\text{C}$ a viac) rozkladajú, preto sa na sledovanie priebehu oxidácie viac používajú UV metódy a stanovenie p-anizidínového čísla. Typickými znakmi degradácie oleja pri zvýšených teplotách sú zvyšujúca sa kyslosť, celkový obsah polárnych materiálov (TPM), stmavnutie oleja, polymerizované TAG, zníženie jódového čísla alebo obsah polynenasýtených mastných kyselín (Gertz, 2014).



Graf 2: Hodnoty čísla kyslosti (mg KOH.g⁻¹) v repkovom oleji určenom na fritovanie hranolčekov C a D



Graf 3: Hodnoty peroxidového čísla (mmol O₂.kg⁻¹) čísla repkového oleja pri 175 °C/4 min pri vzorke hranolčekov C a D

Vzhľadom k tomu, že peroxidy sú veľmi prchavé, kvalitu oleja sa preto odporúča sledovať v čerstvom stave (Zhang et al. 2007).

Na základe zistených výsledkov navrhujeme: dodržiavať pri vyprážaní a fritovaní len oleje na to určené dodržiavať stanovené teploty a čas vzhľadom na druh pokrmu, dodržiavať stanovený pomer medzi potravínou a olejom, použitý olej na konci dňa prefiltrovať, čím sa odstráni zvyšky jedla, olej uchovávať na tmavom a chladnom mieste a pravidelne kontrolovať kvalitu oleja. Olej vykazujúci známky prepálenia treba ihneď vymeniť. Práve z tohto hľadiska je dôležité pravidelne merať najmä hodnotu TPM (%), ktorá je indikátorom tepelno-oxidačných zmien oleja. Opotrebovaný, resp. prefritovaný olej negatívne ovplyvňuje chuť potravín, ovplyvňuje ich kvalitu (stávajú sa nasýtené

olejom), môže spôsobiť bolesti žalúdka a iné tráviace ťažkosti, no menia sa aj iné kvalitatívne charakteristiky potravín a samotného oleja.

Záver

Správny výber fritovacieho oleja je veľmi dôležitý, pretože má priamy vplyv na kvalitu fritovaných potravín, nakoľko sa v procese fritovania stáva ich obsahom. Potraviny určené na vyprážanie sa stávajú nasýtené olejom, čo ovplyvňuje ich senzorické a tiež aj nutričné vlastnosti. Používanie nekvalitného oleja môže mať vplyv na zdravie konzumenta a byť nevhodným až rizikovým pre konzumáciu.

PodĎakovanie: Práca bola podporená projektom KEGA č. 020SPU-4/2021: „Inovácia metodologického zázemia a obsahu profilových potravinársko-gastronomických predmetov so zameraním na zvýšenie konkurencieschopnosti absolventov“

Literatúra

- Arefi, A., Hensel, O. Sturm, B. 2022. Thermal science and Engineering Progerss. In *Food Journal of Science*, vol. 34, no. 1, p. 101389. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2022.101389>.
- Fellows, P. J. 2009. *Food Processing Technology*. 3. vyd. Woodhead Publishing, 928 p. ISBN 978-1-84569-216-2.
- Garayo, T., Moreira, K. 2002. Investigation of lipid-derived formation in potato chips fried in repeatedly used sunflower oil. In *Food Research International*, vol. 121, p. 919-925. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.020>.
- Gertz, Ch. 2014. Fundamentals of the frying process. In *European Journal of Lipid Science and Technology*, vol. 116, no. 6, p. 669-674. Dostupné na: <http://doi/10.1002/ejlt.201400015>.
- Hassanien, M., Sharoba, A. 2014. Pheological characteristics of vegetable oils as affected by deep frying of French fries. In *Journal Food Meas. Characteristics*, vol. 8, p. 173-179. Dostupné na: [10.1007/s11694-014-9178-3](https://doi.org/10.1007/s11694-014-9178-3).
- Kaur, A., Singh, B. 2020. Changes in chemical properties and oxidative stability of refined vegetable oils during short-term deep-frying cycles. In *Journal Food Process Presery*, vol. 44, p. 1445. Dostupné na: [10.1111/jfpp.14445](https://doi.org/10.1111/jfpp.14445).
- Mahboubifar, M., Yousefinejad, S., Alizadeh, M., Hemmateenejad, B. 2016. Prediction of the acid value, peroxide value and the percentage of some fatty acids in edible oils during long heating time by chemometrics analysis of FTIR-ATR spectra. In *Journal of the Iranian Chemical Society*, vol. 13, no. 12, p. 2291-2299. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13738-016-0948-1>.
- Manglik, R. M. 2006. On the Advancements in Boiling, Two-Phase Flow Heat Transfer, and Interfacial Phenomena. In *Journal of Heat Transfer*, vol. 128, no. 12, p. 1237-1243, Dostupné na: <https://doi.org/10.1115/1.2374897>.
- Mehta, B.M., Darji, V.B., Aparnathi, K.D. 2015. Comparison of five analytical methods for the determination of peroxide value in oxidized ghee. In *Food Chemistry*, vol. 185, p. 449-453. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.023>.
- Metz, R., Grüner, H., Kessler, T. 2008. *Restaurace a Host*. 1. vyd. Praha: Europa-Sobotáles, 604 s. ISBN 978-80-86706-18-4.
- Pilipenko, T. V., Nilova, L., Malyutenkova, S. M., Tverskoi, V. R. 2020. Electrophysical methods for controlling the quality of vegetable oil in a digital economy. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Scientific*

Conference "Digital Transformation on Manufacturing, Infrastructure and Service" 21-22 November 2019, St. Petersburg, Russian Federation, vol. 940. Dostupné na: 10.1088/1757-899X/940/1/012078.

Sekretár, S., Hlásniková, J., Tmáková, L., Vrbíková, L., Kreps, F., Schmidt, Š. 2012. Oxidačné zmeny v tukoch a metódy ich sledovania. In *Zborník vedeckých prác Laboralim 2012*. Nakladateľstvo STU, 2012, s. 66-70, ISBN 978-80-227-3696-1.

Yu, X., Li, Q., Sun, D., Dong, X., Wang, T. 2015. Determination of peroxide value of edible oils by FTIR spectroscopy using polyethylene film. In *Analytical Methods*, vol. 7, no. 5. Dostupné na: 10.1039/C4AY02718C.

Zhang, N., Li, Y., Wen, S., Sun, Y., Chen, Y., Gao, Y., Sagymbek, A., Yu, X. 2021. Analytical methods for determining the peroxide value of edible oils: A mini-review. In *Food Chemistry*, vol. 358, p. 129834. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129834>.

Kontaktná adresa

PaedDr. Michaela Gabašová, Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: gabasova.michaela@gmail.com

Počet somatických buniek v kozom mlieku: možný vzťah k výskytu patogénov

Somatic cell counts in goat milk: possible pathogen occurrence

Gancárová, B.¹, Tvarožková, K.¹, Tančin, V.^{1,2}, Uhrinčať, M.², Vršková, M.²

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Ústav chovu zvierat, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 76, Slovenská republika

²NPPC-Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 95141 Lužianky, Slovenská republika

Súhrn

Cieľom našej štúdie bolo určiť prevalenciu patogénov vo vzorkách kozieho mlieka a opísať ich vplyv na počet somatických buniek (SCC). Vzorky mlieka z polovic vemená (n=68) boli rozdelené na základe SCC do 3 skupín (SCC1 <500, SCC2 <500≥1000, SCC3≤1000, všetky ×10³ buniek ml⁻¹). Prítomnosť patogénu mal štatisticky významný vplyv na skóre somatických buniek (SCS) (P<0.01). Prítomnosť patogénov bola zistená v 19,12 % vzoriek mlieka a jedinými identifikovanými patogénmi boli koaguláza-negatívne stafylokoky (CNS). Najčastejšími CNS boli *S. simulans* spolu so *S. caprae* (oba po 30,77 %) a *S. chromogenes* (po 15,38 %).

Záverom možno konštatovať, že jedinými patogénmi identifikovanými vo vzorkách mlieka z polovic vemená kôz boli CNS. Pre lepšie pochopenie ich významu pri hodnotení zdravotného stavu prostredníctvom PSB si vyžaduje ďalšie štúdium.

KLúčové slová: *subklinická mastitída, kozie mlieko, patogény, koaguláza-negatívne stafylokoky*

Abstract

The aim of our study was to determine the prevalence of pathogens in half udder milk samples and describe their effect on somatic cell counts. Milk samples from the half udder (n=68) were divided based on SCC into 3 groups (SCC1 <500, SCC2 <500≥1000, SCC3≤1000, all ×10³ cells ml⁻¹). The presence of pathogens had a statistically significant effect on somatic cell score (SCS) (P<0.01). Bacterial presence was detected in 19.12% of milk samples and the only pathogens identified were coagulase-negative staphylococci (CNS). The most common CNS were *S. simulans* together with *S. caprae* (both 30.77%), and *S. chromogenes* (15.38%).

In conclusion, the only pathogens identified in milk samples from goat udder halves were CNS. Further study is needed to better understand their significance in the assessment of health status through SCC.

Key words: *subclinical mastitis, goat milk, pathogens, coagulase-negative staphylococci*

Introduction

Subclinical mastitis is considered to be one of the most important problems in dairy goats. This form of mastitis is more common in goats than clinical mastitis (Akter et al., 2020) and has a negative impact on milk production and the welfare of goats (Pirzada et al., 2016). Most subclinical mastitis is caused by coagulase-negative staphylococci (CNS), which are common environmental pathogens in goats (Tvarožkova et al., 2023). CNS are traditionally considered minor pathogens with lower pathogenicity and slightly increasing SCC compared to major pathogens (Taponen and Pyörälä, 2009). However, Leitner et al.

(2012) described that SCC increased approximately 3-fold more in goats and sheep than in cows during CNS infection.

The aim of this study was to describe the prevalence of pathogens and describe the effect of pathogens on somatic cell counts.

Materials and methods

Animals used

The study was carried out on a family dairy goat farm located in central Slovakia during evening milking. In the farm, there are 71 goats, which the farmer divided into two groups -goats in lactation and goats in a dry period. The goats in lactation (n=34) consisted of 4 different breeds of goats on the farm, 2 Alpine goats, 4 Anglo-Nubian goats, 7 White short haired goats. Additionally, 21 crossbreeds of the following breeds were milked and involved in this study. The goats had kidded at the beginning of February to the end of March, and only two goats had kidded earlier in August. Thus, the half udder milk samples were collected in the early lactation stage (on the mean 43 days of lactation).

Milk samples

A total of 68 half udder milk samples from 34 goats were collected. Only clinically healthy goats without any visual abnormalities in udder or milk were included. The first squirts of milk from teats were discarded and subsequently, the teat end was cleaned with 70% alcohol. Then the milk samples were collected for bacteriological cultivation using sterile tubes (5 ml) and followed by sampling for determination of SCC and milk composition (50 ml). Samples for SCC determination were cooled to +5 °C and transported to the laboratory. Samples for bacteriology were frozen at -20°C until thawing and cultivation.

Bacteriology

Bacterial colonies were identified by cell morphology and by MALDI-TOF MS (Bruker Daltonics, Bremen, Germany) as described in the study by Tvarožková et al. (2023).

Statistical analyses

Milk samples were divided into three SCC groups on the basis of half udder SCC (SCC1 <500, SCC2 <500≥1000, SCC3≤1000, all ×10³ cells ml⁻¹). The data were further classified into Statistical analysis was performed using the One-way ANOVA in SAS7.1 (2014) for the relationship between SCC groups and the pathogens. For statistical evaluation, SCC were recalculated to SCS: LOG₂ (SCC/100 000) + 3. Multiple comparisons between groups (A-without pathogen and B- with pathogen presence) were made by applying the Tukey's Studentized Range (HSD) Test. The differences were considered statistically significant at P≤0.05. The statistical model was:

$$y_i = \mu + M_i + e_i$$

y_i – SCS

μ – overall mean

M_i – fixed factor present of pathogens (two levels: A-without and B -with)

e_i – random error

Results and discussion

Bacterial presence was detected in 19.12% of milk samples comparable to those of Bagnicka et al. (2011) and McDougall et al. (2010). All of the detected pathogens belonged to the coagulase-negative *Staphylococcus* species. CNS were the most frequent isolates in many studies of goat milk around the world (Tvarožková et al. 2023; Akter et al. 2020; Anderson et al., 2019; Rupp et al., 2019). The most common CNS were *S. simulans* with *S. caprae* (both 30.77%) and *S. chromogenes* (15.38%). Others detected CNS were *S. capitis*, *S. warneri* and *S. equorum* with prevalence 7.69%.

Table 1 shows that the presence of pathogens had a statistically significant effect on SCC ($P < 0.01$). Bacterial-positive samples were found in 10 %, 50% and 37.5% in the SCC1, SCC2 and SCC3, respectively.

Table 1: Effect of the pathogens on SCC

Pathogen presence	SCS		
	Mean	SEM	N
A-without	3.70 ^a	0,2285	56
B-with	5.54 ^b	0,5398	12

Conclusion

In conclusion, the presence of pathogens had a significant effect on SCC ($P < 0.01$). Our results showed, that CNS were the only pathogens that were isolated from half udder milk samples in studied goats. Overall, CNS in goats can be considered as minor pathogens, but further study is needed to better define the pathogenicity of CNS species.

References

- Akter, S., Rahman, Md. M., Sayeed, Md. A., Islam, Md. N., Hossain, D., Hoque, Md. A., Koop, G. 2020. Prevalence, aetiology and risk factors of subclinical mastitis in goats in Bangladesh. *Small Rumin. Res.* vol. 184
- Anderson, K. V., Kearns, R., Lyman, R., Correa, M. T. 2019. Staphylococci in dairy goats and human milkers, and the relationship with herd management practices, *Small Ruminant Research*, vol. 171, pp. 13-22.
- Bagnicka, E., Winnicka, A, Józwick, A., Rzewuska, M., Strzałkowska, N., Kościuczuk, E., Prusak, B., Kaba, J., Horbańczuk, J., Krzyżewski, J. 2011. Relationship between somatic cell count and bacterial pathogens in goat milk. In *Small Ruminant Research*, vol. 100, no. 1, pp. 72-77.
- Koop, G., De Vliegher, S., Visscher, A. De., Supré, K., Haesebrouck, F., Nielen, M., van Werven, T. 2012. Differences between coagulase-negative *Staphylococcus* species in persistence and in effect on somatic cell count and milk yield in dairy goats. *J. of Dairy Science*, vol. 95, no 9, pp. 5075-5084
- Leitner, G., Merin, U., Krifucks, O., Blum, S., Rivas, A. L., Silanikove, N. 2012. Effects of intra-mammary bacterial infection with coagulase negative staphylococci and stage of lactation on shedding of epithelial cells and infiltration of leukocytes into milk: Comparison among cows, goats and sheep. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, vol. 147 pp. 202-210.

- Mcdougall, S., Supré, K., De Vliegheer, S., Haesebrouck, F., Hussein H., Clausen, L., Prosser, C. 2010. Diagnosis and treatment of subclinical mastitis in early lactation in dairy goats. In *Journal of Dairy Science*, vol. 93, no. 10, pp. 4710-4721.
- Moroni, P. Pisoni, G., Antonini, M., Ruffo, G., Carli, S., Varisco, G., Boettcher, P. 2005. Subclinical Mastitis and Antimicrobial Susceptibility of *Staphylococcus caprae* and *Staphylococcus epidermidis* Isolated from Two Italian Goat Herds. *J. Dairy Sci.*, vol. 88, no. 5, pp. 1694-1704
- Pirzada, M., Malhi, K. K., Kamboh, A. A., Rind, R., Abro S. H., Lakho S. A., Bhutto K.R., Huda, N. 2016. Prevalence of subclinical mastitis in dairy goats caused by bacterial species. *J. Anim. Health Prod.*, vol. 4, no. 2, pp. 55-59,
- Rosa, N. M., Penati, M., Fusar-Poli, S., Addis, M. F., Tola, S. 2022. Species identification by MALDI-TOF MS and gap PCR-RFLP of non-aureus *Staphylococcus*, *Mammaliicoccus*, and *Streptococcus spp.* associated with sheep and goat mastitis. In *Veterinary Research*, vol. 53,
- Rupp, R., Huau, C., Caillat, H., Fassier, T., Bouvier, F. Ampouille, E., Clément, V., Palhière, I., Larroque, H., Tosser-Klopp, G., Jacquet, P. – Rainard, P. 2019. Divergent selection on milk somatic cell count in goats improves udder health and milk quality with no effect on nematode resistance. *Journal of Dairy Science*, vol. 102, no.6, pp. 5242-5253.
- Supré, K., Haesebrouck, F., Zadoks, R.N., Vaneechoutte, M., Piepers, S., De Vliegheer S. 2011. Some coagulase-negative Staphylococcus species affect udder health more than others. *Journal of Dairy Science* vol. 94, pp. 2329-2340.
- Taponen S. and Pyörälä S. 2009. Coagulase-negative staphylococci as cause of bovine mastitis—Not so different from Staphylococcus aureus? *Veterinary Microbiology* vol. 134, no.1-2, pp. 29-36.
- Tvarožková, K., Vašíček, J., Uhrinčat', M., Mačuhová, L., Hleba, L., and Tančin, V. 2021. The presence of pathogens in milk of ewes in relation to the somatic cell counts and subpopulations of leukocytes. *Czech Journal of Animal Science* vol. 66, pp. 315-322.
- Tvarožková, K., Tančin, V., Uhrinčat', M., Oravcová, M., Hleba, L., Gancárová, B., Mačuhová, L., Ptáček, M., Martnet, P-G. 2023. Pathogens in milk of goats and their relationship with somatic cell count. *Journal of Dairy Research*, vol. 90, no. 2. pp. 173-177.

Acknowledgement:

The research was supported by the APVV-21-0134 “Subclinical mastitis in ewes and goats farms: pathogens, somatic cells and udder morphology” and by the VEGA 1/0597/22 “Aetiology of somatic cell counts changes in the mammary gland of goats: physiological and pathological aspects” and by the GA FAPZ 06/2023

Contact address: Gancárová Barbora, Institute of Animal Husbandry, Slovak University of Agriculture in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak republic, E-mail: xgancarova@uniag.sk.

Vybrané chemické a procesné kontaminanty potravín *Selected chemical and process food contaminants*

Golian, J., Jakabová, S., Benešová, L.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Potraviny predstavujú potenciálny zdroj toxických organických látok nebezpečných pre človeka, do potravín sa dostávajú vo forme najčastejších chemických kontaminantov, charakteristických pre každú potravinu a cestu vstupu. Okrem vody a pôdy to môžu byť aj iné zdroje kontaminantov a to predovšetkým obalové materiály, tepelné opracovanie potravín, ich skladovanie a vzájomné interakcie medzi zložkami potravín. Pomerne menej informácií existuje o chemických látkach napr. v nezrelom ovocí alebo o látkach, ktoré vznikajú opakovaným tepelným ošetrovaním niektorých zložiek potravín. Skúmanie procesných kontaminantov vo vybraných potravinách bude predmetom aj nového vedeckého projektu.

Kľúčové slová: *potraviny, kontaminanty, procesné zmeny*

Abstract

Food is a potential source of toxic organic substances dangerous for humans, they enter food in the form of the most common chemical contaminants, characteristic of each food and entry route. In addition to water and soil, there can also be other sources of contaminants, primarily packaging materials, thermal processing of food, and their storage and mutual interactions between food components. Relatively less information exists about chemical substances, e.g. in unripe fruit or substances that arise from repeated heat treatment of some food components. The investigation of process contaminants in selected foods will also be the subject of a new scientific project.

Key words: *food, contaminants, process changes*

Chemické látky v potravinách

Chemikálie tvoria základ všetkých látok na svete, takže aj potraviny sú zložené z chemických látok. Chemické zlúčeniny ako tuky, sacharidy, bielkoviny či vláknina tvoria základ našej každodennej potravy. Väčšina chemikálií v našej potrave je však neškodná, ba dokonca nevyhnutná pre náš život. Chemikálie sa v potravinách vyskytujú prirodzene, ale môžu sa do nich dostávať aj inými spôsobmi, ako poľnohospodárskou činnosťou spracovaním potravín alebo prepravou (EFSA, 2015a). Práve tak sa do potravy môžu dostávať škodlivé chemické látky, ktoré nazývame chemické kontaminanty. Môžeme ich rozdeliť na kontaminanty nachádzajúce sa už v surovej potrave (pesticidy, mykotoxíny, veterinárne liečivá a iné), kontaminanty z prepravy (perzistentné organické polutanty), zo spracovania potravín (polycyklické aromatické uhľovodíky, akrylamidy) a v neposlednom rade kontaminanty, ktoré sa do potravín dostávajú vplyvom obalových materiálov (perfluorované látky, zmäččovače plastov) (Cladière et al., 2018).

Chemické kontaminanty vznikajúce pri tepelnej príprave a tepelnej úprave potravín

Tepelná úprava ako proces je charakterizovaná ako aplikácia tepla na potravinárske výrobky, a to vedením, konvekciou alebo žiarením na inaktiváciu patogénov a enzýmov a bezpečné uchovanie potravín (Fellows and Fellows, 2017; Knoerzer, 2016). Proces

tepelnej úpravy potravín je nevyhnutný pre konzerváciu potravín, preto má dôležitý význam najmä v potravinárskom priemysle, keďže umožňuje dlhodobejšie skladovanie potravín (Mogol and Gökmen, 2016). Rovnako tento proces súvisí aj s dôležitými atribútmi kvality potravín, ako je chuť, textúra, vzhľad či nutričný obsah (Moreno-Vilet et al., 2018). Pri tepelnej príprave potravín dochádza k chemickým a fyzikálnym procesom, ktoré menia vlastnosti surovín. Nastáva zrážanie bielkovín a poškodenie bunkových štruktúr takto pripravovaných potravín. Dostatočne dlhá tepelná úprava spôsobí zmäknutie pripravovaných surovín, čím sa zabezpečí konzistencia vhodná na užívanie. Zároveň dochádza k uvoľňovaniu štiav, obsiahnutých v surovinách. Medzi metódy tepelnej prípravy potravín patrí napríklad varenie, pečenie, grilovanie či údenie (Soukruhu, 2019).

Negatívne účinky tepelnej úpravy potravín

Tepelná úprava umožňuje chemické zmeny, pri ktorých vzniká v potravinách nadbytok nových molekúl. Niektoré z nich sú zdraviu prospešné, ako napríklad antioxidanty, antimutagénne látky a iné. Rovnako však môžu tepelne indukované chemické zmeny viesť aj k formácii mnohých toxických zlúčenín, predstavujúcich zdravotné riziko pre človeka. Výskyt tohto druhu kontaminantov je jeden z najviac zdravie ohrozujúcich pre človeka, preto je nevyhnutné znižovať ich tvorbu v rôznych druhoch potravín. Medzi najznámejšie kontaminanty vznikajúce pri tepelnej úprave potravín patria akrylamid, chlórpropanoly, furán či polycyklické aromatické uhľovodíky (Mogol and Gökmen, 2016). Mnohé z týchto látok patria medzi karcinogény (Cil and Ut, n.d.). Ich množstvo môže byť výrazne ovplyvnené metódou tepelnej úpravy, dĺžkou tepelnej úpravy a jej teplotou, výberom vhodnej metódy spracovania, ale aj modifikáciou už existujúcej metódy tepelnej úpravy potravín. Nakoľko je teda známe, že produkcia týchto látok je silne ovplyvnená procesmi a metódami tepelnej úpravy pri varení potravín, najlepšou prevenciou verejného zdravia je preto dodržiavanie odporúčaní, určených na ich limitáciu pri domácom alebo industriálnom varení (Soladoye et al., 2017).

Polycyklické aromatické uhľovodíky – PAHs

Tieto látky predstavujú pomerne veľkú skupinu vysoko hydrofóbných a rozmanitých organických látok, zložených z dvoch alebo viacerých kondenzovaných aromatických kruhov (Zelinkova and Wenzl, 2015). Sú semi-volatilné, s nízkou rozpustnosťou vo vode a vysokou tendenciou adsorbovať sa na organické látky (Leach, 1989). PAHs sa rovnako dajú charakterizovať ako všadeprítomné látky znečisťujúce životné prostredie, keďže ich môžeme nájsť vo vode, vzduchu, v sedimentoch, pôde a rastlinách, čo spôsobuje kontamináciu vodných a suchozemských druhov. Aj preto sa v potravinách pre výživu ľudí môžu vyskytnúť vysoké hodnoty koncentrácií PAHs (Paris et al., 2018). Produkujú sa počas neúplného spaľovania v dôsledku neoptimálnej teploty, obsahu kyslíka a vysokej vlhkosti (Leese and Harkins, 1989). Vyvíjajú sa z priemyselných emisií (spaľovanie plynu, ropy, uhlia), poľnohospodárskych zdrojov (spaľovanie dreva, strnisk, slamy), ale najmä pri príprave potravín (Abdel-Shafy and Mansour, 2016). Potraviny živočíšneho pôvodu sa kontaminujú týmito škodlivinami hlavne počas ich spracovania, ktoré zahŕňa tepelné ošetrovanie ako údenie, sušenie, grilovanie či varenie (Singh et al., 2016). Spotreba potravy tvorí hlavnú expozičnú cestu PAHs pre nefajčiarov a dospelých bez expozície v pracovnom prostredí (Alomirah et al., 2011). Ich koncentrácie v ovoci a zelenine sú zvyčajne nižšie ako v tukových výrobkoch, mliečnych výrobkoch či v mäse. Spomedzi všetkých druhov potravín, práve mäso, mäsové výrobky, tuky a oleje sú

považované za hlavných prispievateľov denného príjmu PAHs po užití (Paris et al., 2018). Medzinárodná agentúra pre výskum rakoviny (IARC) klasifikuje PAHs ako prioritné znečisťujúce látky, a to pre ich karcinogénne a mutagénne vlastnosti (IARC, 2010). Organizmy sú ovplyvňované pomocou rôznych toxických mechanizmov, ako je napríklad interferencia s normálnym fungovaním bunkových membrán a ich enzýmových systémov (Bogdanović et al., 2019).

Akrylamid

Akrylamid je chemická látka, ktorá sa tvorí hlavne v škrobových potravinách. Vzniká v nich procesom varenia pri vysokej teplote, vrátane pečenia, vyprážania, praženia, ale aj priemyselným spracovaním pri teplote nad 120 °C a nízkej vlhkosti. Chemický proces, ktorý to umožňuje, sa nazýva Maillardova reakcia. Akrylamid sa tvorí z cukrov a aminokyselín (hlavne z asparagínu) – tie sa prirodzene vyskytujú v mnohých potravinách (EFSA, 2019). Medzi potraviny s najvyššou hladinou akrylamidov patria zemiakové hranolčeky, zemiakové lupienky, chlieb, sušienky a káva (Mogol and Gökmen, 2016). Zemiakové hranolčeky sú veľmi náchylné na tvorbu akrylamidu pre ich vysoký obsah prekursorov v hľuzách a intenzitu tepelného spracovania (Medeiros Vinci et al., 2011). Štúdie, zamerané na osud akrylamidov po užití, zistili značné zvýšenie množstva akrylamidu v tráviacich šťavách po konci žalúdočného trávenia zemiakových hranolčekov. Je to spôsobené tým, že intermediáty ako Schiffova báza, ktoré sa v hranolčekoch hromadia počas smaženia, sú potenciálnymi prekursorami akrylamidu v žalúdočných podmienkach (Mogol and Gökmen, 2016). Ako prvé upozornili na vysoké hladiny akrylamidov v potravinách v roku 2002 švédske úrady (Tareke et al., 2002). Okamžite to vyvolalo veľký rozruch, keďže akrylamid je IARC klasifikovaný ako karcinogénna látka pre človeka (IARC, 1994). Napokon aj Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA) podal vyhlásenie, že úrovne dietetickej expozície akrylamidu vo všetkých vekových skupinách naznačujú obavy pre jeho karcinogénne účinky (EFSA, 2015b). Európska komisia na to v roku 2017 zareagovala zavedením zmierňujúceho opatrenia na zníženie množstva akrylamidu v potravinách a rovnako aj určila referenčné úrovne pre viaceré kategórie potravín (Európska komisia, 2017). Množstvo akrylamidov v potravinách sa dá redukovať mnohými spôsobmi. Napríklad po ošúpaní zemiakových hranolčekov a použití aditív ako pyrofosforečnan disodný a chlorid vápenatý dochádza k redukcii množstva akrylamidov v hranolčekoch až 7 krát. Medzi najčastejšie sa využívajúce spôsoby má však aj mnoho nepotravinárskych priemyselných využití (papiernický, stavebný, metalurgický či textilný priemysel) a nájdeme ho dokonca v tabakovom dyme (Taeymans et al., 2004; Xie et al., 2009). K predúprave na zníženie hladiny akrylamidov patrí pridanie chemických reagentov alebo fritovanie pomocou fritézy AirFryer – to jest fritézy, ktorá využíva na fritovanie horúci vzduch (Sansano et al., 2015). Fritovanie týmto druhom fritézy znižuje množstvo akrylamidov dokonca až o 90 % v porovnaní s klasickým fritovaním, pri ktorom je jedlo ponorené do oleja (Mogol and Gökmen, 2016).

Chemické kontaminanty vstupujúce do potravín z obalových materiálov

Obalové materiály tvoria základný prvok konzervácie potravinovej kvality. Majú nezastupiteľnú úlohu pri kontrole výmeny plynov a výparov s vonkajšou atmosférou, a tým prispievajú k zachovaniu kvality potravín počas ich skladovania. Zabezpečujú aj bezpečnosť potravín, a to prevenciou chorôb prenášaných potravinami a ochranou pred kontamináciou potravín. Najväčšou výhodou obalových materiálov je, že predlžujú

trvanlivosť daného produktu, a s tým priamo súvisí aj znižovanie potravinového odpadu (Matar et al., 2018; Verghese et al., 2015). Najčastejšie sa na obaly potravín používajú materiály ako papier, sklo, plasty, lepenka, či kovy. Zvyknú sa k nim pridávať farby, lepidlá, rôzne nátery a iné. Tieto materiály prichádzajú do priameho kontaktu s potravinami, a tak sa môžu do potravín dostávať nežiaduce chemické zložky (Karmaus et al., 2018). Kontakt potraviny so zlúčeninou z obalového materiálu môže byť zámerný alebo neúmyselný. Zámerne pridané chemikálie sú látky, o ktorých je známe, že sa v daných obalových materiáloch majú vyskytovať, keďže v nich zvyknú plniť nejakú technickú funkciu. Naopak, neúmyselne pridané chemikálie sú buď neznáme nečistoty alebo neznáme reakčné produkty (FDA, 2017). Látkam, ktoré migrujú z obalových materiálov do potravy, je nevyhnutné venovať značnú pozornosť, pretože môžu výrazne ovplyvniť nie len kvalitu potravín, ale aj jej bezpečnosť pre spotrebiteľa. Migrujúce látky, ktoré ovplyvňujú vlastnosti a bezpečnosť potravín, považujeme za kontaminanty (Karmaus et al., 2018). Na zabezpečenie bezpečného používania obalových materiálov či materiálov, prichádzajúcich do styku s potravinami, uskutočnili rôzne regulačné agentúry výskum a vytvorili pokyny a predpisy, týkajúce sa materiálov určených na styk s potravinami. Medzi inštitúcie, ktoré vypracovali takýto rámec hodnotenia bezpečnosti potravín, patria Európska komisia a Úrad pre potraviny a liečivá (FDA). V dnešnej dobe predstavuje značný problém aj to, že identifikácia chemických látok, ktoré obsahujú obalové materiály, je pomerne zložitá – určenie zloženia látok spôsobuje ťažkosti, keďže materiály sa produkujú rôznymi subjektami v rámci dodávateľského reťazca (Karmaus et al., 2018).

Zmäkčovače plastov

Plastifikátory (alebo inak zmäkčovadlá) sú priemyselné chemikálie, zvyšujúce plasticitu, pružnosť a trvanlivosť materiálov (Zhou et al., 2011). Tvoria triedu rôznych prísad, používaných pri výrobe plastov, ktoré sú slabo viazané na polyméry. Tieto vlastnosti uľahčujú ich prechod z materiálov prichádzajúcich do styku s potravinami a z rôznych plastových predmetov pre domácnosť, čím prichádzajú do kontaktu s ľuďmi prostredníctvom spotreby potravy, absorpcie kože a inhalácie. Existuje mnoho štúdií potvrdzujúcich možnosť migrácie zložiek z balenia do upraveného produktu (Lee, 2010; Sanches Silva et al., 2007). Migráciu definujú ako prechod chemických zlúčenín difúziou alebo absorbovaním z obalu do potravín (Arvanitoyannis, Kotsanopoulos, 2014; Fasano et al., 2012; Lau and Wong, 2000; Tehrany and Desobry, 2004). Medzi hlavné parametre, ktoré môžu ovplyvniť migráciu zmäkčovadiel do potravín, patria chemické vlastnosti zlúčeniny, kontaktný povrch, typ potraviny, teplota balenia, tepelné alebo sterilizačné ošetrenie a doba skladovania výrobku (Arvanitoyannis and Bosnea, 2004).

Negatívne účinky zmäkčovačov plastov

Mnohé zmäkčovače plastov patria do skupiny látok, ktoré vzbudzujú obavy (SVHC) (Diamanti- Kandarakis et al., 2009). Kontaminácia potravín migráciou monomérov alebo prísad je regulovaná zdravotnými predpismi, pretože predstavuje potenciálne zdravotné riziko pre človeka. Z tohto dôvodu musia byť obalové materiály určené na balenie potravín zaregistrované a schválené po posúdení neprítomnosti toxických účinkov na spotrebiteľa a organoleptických zmien potravín (Cherif Lahimer et al., 2017; Muncke et al., 2017). Hlavný expozičný zdroj zmäkčovadiel pre človeka predstavujú balené potraviny a nápoje (Fromme et al., 2007; Goulas et al., 2007; Loyo-Rosales et al., 2004; Vandenberg et al., 2007).

Monitorovanie chemických látok v potravinách a európska legislatíva

Ako bolo spomenuté, chemikálie, ktorým sme vystavení v potrave, môžu mať rôzne toxikologické vlastnosti, z ktorých niektoré majú účinky na ľudí a zvieratá. Práve z tohto dôvodu bolo nevyhnutné začať sa zaoberať stanovovaním bezpečných hladín chemických látok v potravinách (EFSA, 2015a). Táto snaha je poháňaná požiadavkami spotrebiteľov a regulačných orgánov na bezpečné potraviny, keďže sa zdá, že počet a závažnosť nebezpečenstiev spojených s chemickou kontamináciou v celom potravinovom dodávateľskom reťazci sa každoročne zvyšuje (Elliot, Rutledge, 2010). Vedci sa snažia stanovovať ich bezpečné hladiny prítomnosti v potravinách, aby v spolupráci s riadiacimi-správnymi orgánmi, ako napríklad Európska komisia, mohli stanoviť ich limity v potravinárskych produktoch, a tak eliminovať ich potenciálne negatívne účinky na spotrebiteľov. Bezpečné hladiny sa vzťahujú buď na jednorazový (krátkodobý) príjem chemických zlúčenín, tzv. akútna expozícia, alebo na ich akumuláciu v tele za určitý čas, tzv. chronická expozícia (EFSA, 2015a).

Záver

Kontaminanty v potravinách predstavujú riziko pre bezpečnosť potravín pretože predstavujú zdravotné riziko pre konzumentov. Mnohé kontaminanty vznikajú v technologickom procese výroby potravín, resp. pri technologickej úprave potravín v gastronómii. Ich štúdium je veľmi dôležité z pohľadu určenia prijateľných limitov a poznania látok, ktoré v jednotlivých procesoch vznikajú. Značné riziko predstavujú ultratepelne ošetrované potraviny a potraviny opakovane tepelne ošetrované. Pre stanovenie procesných kontaminantov bude do budúcnosti veľmi dôležité poznať metódy ich stanovenia vrátane bezpečných limitov tolerovateľných pre človeka.

Literatúra

- Abdel-Shafy, H. I., Mansour, M. S. M. 2016. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation. *Egypt. J. Pet.* 25, 107–123. <https://doi.org/10.1016/J.EJPE.2015.03.011>
- Alomirah, H., Al-Zenki, S., Al-Hooti, S., Zaghoul, S., Sawaya, W., Ahmed, N., Kannan, K., 2011. Concentrations and dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) from grilled and smoked foods. *Food Control* 22, 2028–2035. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2011.05.024>
- Arvanitoyannis, I. S., Bosnea, L. 2004. Migration of Substances from Food Packaging Materials to Foods. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 44, 63–76. <https://doi.org/10.1080/10408690490424621>
- Arvanitoyannis, I.S., Kotsanopoulos, K. V., 2014. Migration Phenomenon in Food Packaging. Food–Package Interactions, Mechanisms, Types of Migrants, Testing and Relative Legislation—A Review. *Food Bioprocess Technol.* 7, 21–36. <https://doi.org/10.1007/s11947-013-1106-8>
- Bogdanović, T., Pleadin, J., Petričević, S., Listeš, E., Sokolić, D., Marković, K., Ozogul, F., Šimat, V. 2019. The occurrence of polycyclic aromatic hydrocarbons in fish and meat products of Croatia and dietary exposure. *J. Food Compos. Anal.* 75, 49–60. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2018.09.017>
- Cherif Lahimer, M., Ayed, N., Horriche, J., Belgaied, S. 2017. Characterization of plastic packaging additives: Food contact, stability and toxicity. *Arab. J. Chem.* 10, S1938–S1954. <https://doi.org/10.1016/J.ARABJC.2013.07.022>

- Cil, I., Ut, S., N.D. Cronicon EC Pharmacology and Toxicology Mini Review Thermal Processing Contaminants in Foods.
- Cladière, M., Delaporte, G., Le Roux, E., Camel, V. 2018. Multi-class analysis for simultaneous determination of pesticides, mycotoxins, process-induced toxicants and packaging contaminants in tea. *Food Chem.* 242, 113–121. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.08.108>
- Diamanti-Kandarakis, E., Bourguignon, J. P., Giudice, L. C., Hauser, R., Prins, G. S., Soto, A. M., Zoeller, R. T., Gore, A. C. 2009. Endocrine-Disrupting Chemicals: An Endocrine Society Scientific Statement. *Endocr. Rev.* 30, 293–342. <https://doi.org/10.1210/er.2009-0002>
- EFSA, 2015a. http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/chemicalsinfood15.pdf
- EFSA, 2015b. <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/150604>
- EFSA, 2019. <https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/acrylamide>
- Elliot, Ch., Rutledge, P. 2010. BioCop – Monitoring chemical contaminants in foods, 2010. *Trends Anal. Chem.* 29, 1237–1238. <https://doi.org/10.1016/J.TRAC.2010.10.003>
- Fasano, E., Bono-Blay, F., Cirillo, T., Montuori, P., Lacorte, S. 2012. Migration of phthalates, alkylphenols, bisphenol A and di(2-ethylhexyl)adipate from food packaging. *Food Control* 27, 132–138. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.03.005>
- Európska komisia, 2017, <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/2158/oj>
- Fellows, P. J., Fellows, P. J. 2017. Dielectric, ohmic and infrared heating. *Food Process. Technol.* 813–844. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100522-4.00019-5>
- FDA, 2017, <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=174.5>
- Fromme, H., Mosch, C., Morovitz, M., Alba-Alejandre, I., Boehmer, S., Kiranoglu, M., Faber, F., Hannibal, I., Genzel-Boroviczény, O., Koletzko, B., Völkel, W. 2010. Pre- and Postnatal Exposure to Perfluorinated Compounds (PFCs). *Environ. Sci. Technol.* 44, 7123–7129. <https://doi.org/10.1021/es101184f>
- Goulas, A. E., Zygoura, P., Karatapanis, A., Georgantelis, D., Kontominas, M. G. 2007. Migration of di(2-ethylhexyl) adipate and acetyltributyl citrate plasticizers from food-grade PVC film into sweetened sesame paste (*Halawa tehineh*): Kinetic and penetration study. *Food Chem. Toxicol.* 45, 585–591. <https://doi.org/10.1016/J.FCT.2006.10.003>
<https://www.soukrbu.cz/upload/files>
- IARC, 1994, <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono60.pdf>
- IARC, 2010, <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono92.pdf>
- Karmaus, A. L., Osborn, R., Krishan, M. 2018. Scientific advances and challenges in safety evaluation of food packaging materials: Workshop proceedings. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 98, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2018.07.017>
- Knoerzer, K., 2016. *Food Process Engineering. Ref. Modul. Food Sci.* <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.03333-3>
- Lau, O. W., Wong, S. K. 2000. Contamination in food from packaging material. *J. Chromatogr. A* 882, 255–70.
- Leach, S. 1989. Physical and Chemical Properties of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Symp. - Int. Astron. Union 135, 155–171. <https://doi.org/10.1017/S0074180900125197>
- Lee, K. T. 2010. Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials. *Meat Sci.* 86, 138–150. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2010.04.035>

- Leese, K. E., Harkins, S. M. 1989. Effects of burn rate, wood species, moisture content, and weight of wood loaded on woodstove emissions. Report for December 1984-December 1985.
- Loyo-Rosales, J. E., Rosales-Rivera, G. C., Lynch, A. M., Rice, C. P., Torrents, A. 2004. Migration of Nonylphenol from Plastic Containers to Water and a Milk Surrogate. *J. Agric. Food Chem.* 52, 2016–2020. <https://doi.org/10.1021/jf0345696>
- Matar, C., Gaucel, S., Gontard, N., Guilbert, S., Guillard, V. 2018. Predicting shelf life gain of fresh strawberries “Charlotte cv” in modified atmosphere packaging. *Postharvest Biol. Technol.* 142, 28–38. <https://doi.org/10.1016/J.POSTHARVBIO.2018.03.002>
- Medeiros Vinci, R., Mestdagh, F., Van Poucke, C., Kerkaert, B., de Muer, N., Denon, Q., Van Peteghem, C., De Meulenaer, B. 2011. Implementation of Acrylamide Mitigation Strategies on Industrial Production of French Fries: Challenges and Pitfalls. *J. Agric. Food Chem.* 59, 898–906. <https://doi.org/10.1021/jf1042486>
- Mogol, B. A., Gökmen, V. 2016. Thermal process contaminants: acrylamide, chloropropanols and furan. *Curr. Opin. Food Sci.* 7, 86–92. <https://doi.org/10.1016/J.COFS.2016.01.005>
- Moreno-Vilet, L., Hernández-Hernández, H. M., Villanueva-Rodríguez, S. J. 2018. Current status of emerging food processing technologies in Latin America: Novel thermal processing. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 50, 196–206. <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2018.06.013>
- Muncke, J., Backhaus, T., Geueke, B., Maffini, M. V., Martin, O. V., Myers, J. P., Soto, A. M., Trasande, L., Trier, X., Scheringer, M. 2017. Scientific Challenges in the Risk Assessment of Food Contact Materials. *Environ. Health Perspect.* 125, 95001. <https://doi.org/10.1289/EHP644>
- Sansano, M., Juan-Borrás, M., Escriche, I., Andrés, A., Heredia, A. 2015. Effect of Pretreatments and Air-Frying, a Novel Technology, on Acrylamide Generation in Fried Potatoes. *J. Food Sci.* 80, T1120–T1128. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12843>
- Paris, A., Ledauphin, J., Poinot, P., Gaillard, J. L. 2018. Polycyclic aromatic hydrocarbons in fruits and vegetables: Origin, analysis, and occurrence. *Environ. Pollut.* 234, 96–106. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2017.11.028>
- Sanches Silva, A., Cruz, J. M., Sendón Garcí'a, R., Franz, R., Paseiro Losada, P. 2007. Kinetic migration studies from packaging films into meat products. *Meat Sci.* 77, 238–245. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2007.03.009>
- Singh, L., Varshney, J.G., Agarwal, T., 2016. Polycyclic aromatic hydrocarbons' formation and occurrence in processed food. *Food Chem.* 199, 768–781. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2015.12.074>
- Taeymans, D., Wood, J., Ashby, P., Blank, I., Studer, A., Stadler, R.H., Gondé, P., Eijck, P., Lalljie, S., Lingnert, H., Lindblom, M., Matissek, R., Müller, D., Tallmadge, D., O'brien, J., Thompson, S., Silvani, D., Whitmore, T. 2004. A Review of Acrylamide: An Industry Perspective on Research, Analysis, Formation, and Control. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 44, 323–347. <https://doi.org/10.1080/10408690490478082>
- Tehrany, E. A., Desobry, S. 2004. Partition coefficients in food/packaging systems: a review. *Food Addit. Contam.* 21, 1186–1202. <https://doi.org/10.1080/02652030400019380>
- Soladoye, O. P., Shand, P., Dugan, M. E. R., Gariépy, C., Aalhus, J. L., Estévez, M., Juárez, M. 2017. Influence of cooking methods and storage time on lipid and protein oxidation and heterocyclic aromatic amines production in bacon. *Food Res. Int.* 99, 660–669. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2017.06.029>

Tareke, E., Rydberg, P., Karlsson, P., Eriksson, S., Törnqvist, M. 2002. Analysis of Acrylamide, a Carcinogen Formed in Heated Foodstuffs. *J. Agric. Food Chem.* 50, 4998–5006. <https://doi.org/10.1021/jf020302f>

Vandenberg, L.N., Hauser, R., Marcus, M., Olea, N., Welshons, W. V. 2007. Human exposure to bisphenol A (BPA). *Reprod. Toxicol.* 24, 139–177. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2007.07.010>

Vergheese, K., Lewis, H., Lockrey, S., Williams, H. 2015. Packaging's Role in Minimizing Food Loss and Waste Across the Supply Chain. *Packag. Technol. Sci.* 28, 603–620. <https://doi.org/10.1002/pts.2127>

Xie, S., Wang, K., Zhu, R., Zhu, X., Wei, W. 2009. Solid phase extraction–ultra performance liquid chromatography for the determination of acrylamide in mainstream cigarette smoke. *Mendeleev Commun.* 19, 344–345. <https://doi.org/10.1016/J.MENCOM.2009.11.018>

Zhou, Y., Wang, H., Chen, Y., Jiang, Q. 2011. Environmental and food contamination with plasticisers in China. *Lancet* 378, e4. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(11\)61700-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(11)61700-5)

Zelinkova, Z., Wenzl, T. 2015. The Occurrence of 16 EPA PAHs in Food – A Review. *Polycycl. Aromat. Compd.* 35, 248–284. <https://doi.org/10.1080/10406638.2014.918550>

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-22-0402.

Kontaktná adresa

prof. Ing. Jozef Golian, Dr., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, e-mail: jozef.golian@uniag.sk.

Stanovení vybraných fenolických látek ve vínech Ryzlinku rýnského *Selected phenolic compounds assesment in Riesling wines*

Gross, M., Diviš, P., Šumberová, M.
Vysoké učení technické v Brně

Souhrn

Tato práce ukazuje profil vín odrůdy Ryzlink rýnský původem z Moravské vinařské oblasti z hlediska obsahu vybraných fenolických látek jako jednoho z ukazatelů autenticity vín. Vedle celkového obsahu fenolických látek bylo ve vzorcích stanoveno 6 fenolických látek pomocí HPLC, přičemž byla validována opakovatelnost a linearita metody stanovení.

Klíčová slova: *víno, fenolické látky, HPLC*

Abstract

This study shows the profile of Riesling varietal wines originating from the Moravian wine region in terms of the content of selected phenolic substances as one of the indicators of wine authenticity. In addition to the total phenolic content, 6 phenolic compounds were determined in the samples by HPLC, and the repeatability and linearity of the method of determination were validated.

Key words: *wine, phenolic compounds, HPLC*

Úvod

Detailní, rychlá a přesná analýza komponent vína je jedním trendů a výzev analytické chemie potravin dneška. Vína konkrétní provenience, ročníku či odrůdy si nesou svůj chemický otisk prstu ve svém látkovém složení – těkavých, fenolických nebo např. minerálních látek. Profilace typických obsahů těchto látek je proto užitečným nástrojem v boji proti různým praktikám falšování vína. Fenolické látky jsou více charakteristické pro červená vína, u bílých vín není jejich analýza natolik rozšířená.

Záběrem práce bylo validovat vybrané parametry metody pro stanovení fenolických látek ve vínech a následně ji použít k analýze vzorků vín odrůdy Ryzlink rýnský.

Materiál a metodika

Pro práci byla sestavena sada 20 vzorků přívlastkových vín odrůdy Ryzlink rýnský, všechna původem z České republiky, konkrétně po pěti vzorcích z každé podoblasti Moravské vinařské oblasti, ročníky 2019 – 2021, pořízena v běžné tržní síti. Vzorky byly měřeny bezprostředně po otevření lahví, naředěny 1:1 mQ vodou a přefiltrovány přes PTFE stříkačkový filtr.

Celkový obsah fenolických látek (TPC) byl stanoven spektrofotometricky pomocí Folin-Ciocalteuova činidla z hodnoty absorbance vzorku při 760 nm, zjištěné hodnoty jsou uvedeny jako miliekvivalenty gallové kyseliny k objemu vína (mGAE ~ mg_{GAE}/l).

Vybrané fenolické látky byly stanoveny využitím kapalinové chromatografie s hmotnostní a DAD detekcí (Agilent Infinity 1260). Separace byla provedena na koloně Kinetex 5µm EVO C18 100 Å 250 × 4,6 mm pomocí gradientové eluce (1% kyselina mravenčí : methanol = 90:10, gradient 20 min do poměru 10:90, průtok 1 ml/min) při teplotě 35 °C. Detekce pomocí DAD na vlnových délkách 280 a 320 nm a MS na příslušných poměrech *m/z* (viz dále).

Data byla zpracována programy Microsoft Excel a Statistica 13.

Výsledky a diskuze

Celkový obsah fenolických látek ve vínech nabýval hodnot od 174 do 381 mGAE, souhrn TPC uvádí Tabulka 1. Zjištěné hodnoty odpovídají měřením Valáška a kol. (2019) s hodnotami 194-281 mGAE, resp. 175-465 mGAE u studie Faitové a kol. (2004).

Tabulka 1: Popisná statistika pro TPC dle podoblastí (mGAE)

Podoblast	Průměr	Medián	Minimum	Maximum	Sm. odch.
Mikulovská	260,1	264,6	174,2	330,8	37,4
Velkopavlovická	234,2	226,6	180,1	303,3	44,2
Slovácká	310,6	300,7	214,8	381,0	23,9
Znojemská	259,7	231,2	219,6	341,8	38,1

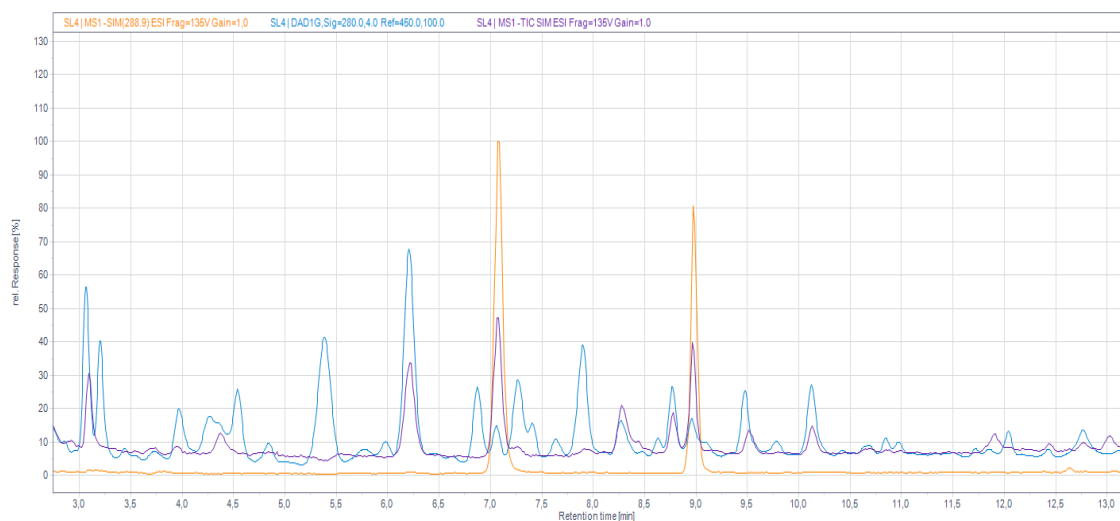
Je potřeba podotknout, že spektrofotometrie s Folin-Ciocalteuovým činidlem náleží mezi nepříliš selektivní metody pro stanovení fenolických látek, neboť v ní mohou interferovat další reduktans, v případě réвовých vín především redukcující cukry, přesto je ale zavedeným ukazatelem při chemické charakterizaci vín.

Metoda HPLC byla navržena ke stanovení 7 analytů v bílých vínech, k čemuž byla v několika parametrech validována, jak ukazuje Tabulka 2. Výsledky validace ukazují vynikající opakovatelnost a kalibrovatelnost stanovení při použití detektoru diodového pole, hlavní výhodou hmotnostně spektrometrické detekce je pak vedle velmi dobrého lineární proložení kalibrace řádově větší rozsah stanovení a větší citlivost. Ukázkou separace a přítomnosti dalších neidentifikovaných analytů v reálném vzorku uvádí Obrázky 1 a 2.

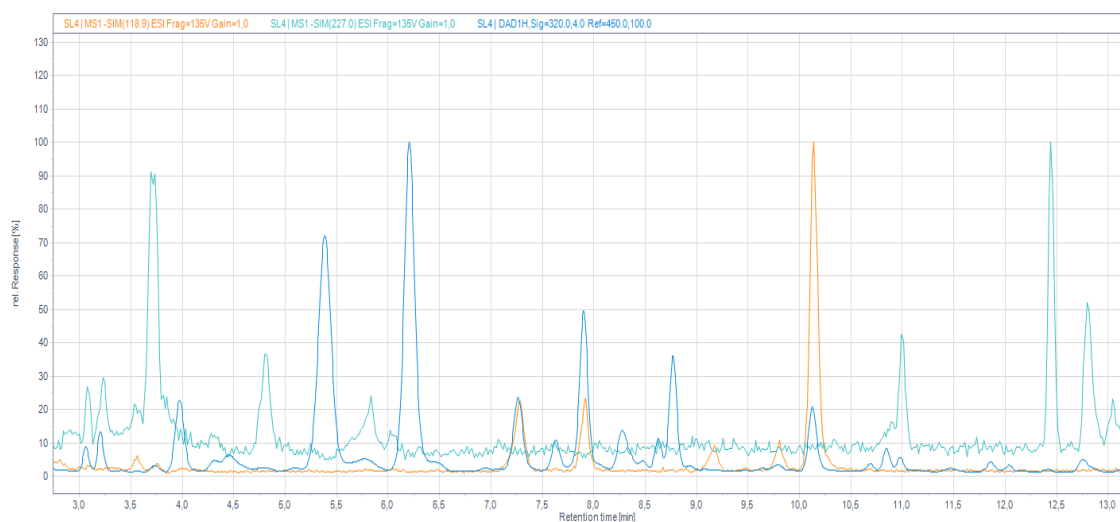
Tabulka 2: Popisné a validační parametry jednotlivých analytů (RT – retenční čas [min], m/z – snímaná hmota pomocí MS, RSD – opakovatelnost stanovení vyjádřená relativní směrodatnou odchylkou 7 opakování [%], R² – koeficient spolehlivosti lineárního proložení kalibrace, lin. rozsah – linearita stanovení [mg/l])

Analyt	RT	m/z	RSD	R ²	lin. rozsah
Gallová kyselina	3,1	169	7	0,9984	0,001-10
Katechin	7,0	289	4	0,9949	0,001-5
Kávová kyselina	8,2	179	19	0,9997	0,01-10
Epikatechin	8,9	289	7	0,9965	0,001-5
Kumarová kyselina	10,1	119	3	0,9993	0,005-10
Sinapová kyselina	11,1	208	5	0,9997	0,005-10
Resveratrol	12,8	227	11	0,9986	0,005-5

Analyt	RT	λ	RSD	R ²	lin. rozsah
Gallová kyselina	3,1	280	3	1,0000	0,1-10
Katechin	7,0	280	4	0,9999	0,1-10
Kávová kyselina	8,2	320	2	0,9999	0,1-10
Epikatechin	8,9	280	1	1,0000	0,1-10
Kumarová kyselina	10,1	320	1	1,0000	0,1-10
Sinapová kyselina	11,1	320	1	0,9999	0,1-10
Resveratrol	12,8	320	1	0,9997	0,1-10



Obrázek 1: Ukázka chromatografické separace 1 (modře: signál DAD při 280 nm; fialově: signál MS v režimu TIC; žlutě: signál MS pro m/z 289 s píky katechinu a epikatechinu v čase 7,0, resp. 8,9 min)



Obrázek 2: Ukázka chromatografické separace 2 (modře: signál DAD při 320 nm; zeleně: signál MS pro m/z 227 s píkem resveratrolu v čase 12,8 min; žlutě: signál MS pro m/z 119 s píkem kumarové kyseliny v čase 10,1 min)

Z výše validovaných analytů bylo kvantifikováno 6 fenolických látek: 3 fenolické kyseliny, 2 flavonoidy a resveratrol jako zástupce stilbenů. Výsledky jsou uvedeny v Tabulce 3. Sinapová kyselina byla nalezena nad mezí kvantifikace pouze ve 3 případech a byla proto ze souhrnných dat vypuštěna. Nejvyšších hodnot ze stanovovaných látek nabývala gallová kyselina, průměrně 4,7 – 13,2 mg/l, tyto hodnoty odpovídají zavedeným pozorováním Waterhouse a kol. (2002), který za běžný obsah této kyseliny v bílých vínech považuje hodnotu 10 mg/l. Katechiny jsou pokládány za vhodné analyty při autentifikaci vín (Pavloušek a kol. 2013), ve vzorcích ryzlinku dosahovaly průměrných koncentrací 0,1 – 2,0 mg/l u katechinu, resp. 0,1 – 0,9 mg/l u epikatechinu, což přibližně odpovídá typickému poměru 2:1 těchto látek ve vínech. Za nanejvýš

vyrovnané napříč podoblastmi je možné označit obsahy resveratrolu, které nabývaly hodnot 0,03 mg/l.

Tabulka 3: Popisná statistika vybraných analytů dle podoblastí (mg/l)

Obl.	Analyt	Prům.	Med.	Min.	Max.	Odch.
Mik	Gallová kyselina	11,78	12,27	0,41	21,47	9,25
	Katechin	0,13	0,10	0,00	0,30	0,11
	Kávová kyselina	0,26	0,22	0,00	0,64	0,22
	Epikatechin	0,12	0,11	0,00	0,27	0,07
	Kumarová kyselina	1,24	0,99	0,74	2,52	0,66
	Resveratrol	0,03	0,03	0,02	0,04	0,01
VP	Gallová kyselina	4,74	5,21	0,85	7,69	3,35
	Katechin	0,35	0,35	0,05	0,65	0,28
	Kávová kyselina	0,80	0,51	0,14	2,05	0,86
	Epikatechin	0,21	0,20	0,03	0,42	0,17
	Kumarová kyselina	1,72	1,35	0,63	3,56	1,31
	Resveratrol	0,03	0,03	0,01	0,03	0,01
Sl	Gallová kyselina	13,20	8,85	0,81	30,86	12,84
	Katechin	1,97	0,21	0,09	7,44	3,15
	Kávová kyselina	0,41	0,37	0,14	0,84	0,26
	Epikatechin	0,91	0,12	0,05	4,14	1,81
	Kumarová kyselina	1,00	0,70	0,41	1,70	0,62
	Resveratrol	0,03	0,03	0,00	0,04	0,02
Zn	Gallová kyselina	9,67	3,71	1,12	34,99	14,27
	Katechin	0,72	0,18	0,14	2,40	0,97
	Kávová kyselina	0,55	0,41	0,00	1,94	0,80
	Epikatechin	0,56	0,16	0,13	1,80	0,71
	Kumarová kyselina	1,70	1,57	0,30	4,04	1,52
	Resveratrol	0,03	0,03	0,02	0,04	0,01

Vzhledem k nenormální distribuci dat proměnných byl pro analýzu rozptylu použit neparametrický Kruskal-Wallisův test. Z jeho výsledků nevyplýval žádný statisticky významný rozdíl v obsazích stanovených látek napříč podoblastmi. Korelační analýza ukázala tři významné pozitivní korelace: korelaci 77,8 % TPC a obsahu gallové kyseliny, 96,2% korelaci mezi obsahy izomerů katechinu a 84,5% korelaci koncentrací kávové a kumarové kyseliny, které jsou si strukturně velmi podobné a vychází ze stejného místa metabolismu rostlin. Na závěr provedená klastrová analýza a analýza hlavních komponent neposkytly žádné racionální rozdělení vzorků mezi podoblasti.

Závěr

Problematika autentifikace vína patří mezi aktuální problémy, spojení instrumentální analytické chemie a chemometrie má potenciál přijít s možnými řešeními. Sledování obsahu fenolických látek je již zavedenou metodou pro kontrolu pravosti červených vín, fingerprint těchto látek v bílých vínech se však zdá být příliš slabý, bude zřejmě potřeba důkladněji prozkoumat kvalitativní složení a vyvinout citlivější metody stanovení specifických analytů. V uvedené práci byly validovány parametry jednoduché a poměrně rychlé metody stanovení fenolických látek, která vykazuje výbornou opakovatelnost

i citlivost. Další práce by se měla věnovat studiu neidentifikovaných látek a další profilaci.

Literatura

Faitová, K., A. Hejtmánková, J. Lachman, V. Pivec a J. Dudjak. 2004. The contents of total polyphenolic compounds and trans-resveratrol in white Riesling originated in the Czech Republic. *Czech Journal of Food Sciences*, 22(6), 215-221. ISSN 12121800.

Pavloušek, P. a M. Kumšta. 2013. Authentication of Riesling wines from the Czech Republic on the basis of the non-flavonoid phenolic compounds. *Czech Journal of Food Sciences*, 31(5), 474-482. ISSN 12121800.

Valášek, P., J. Mlček, A. Adámková, Milada Křivánková, P. Valášek Jr., M. Adámek a E. Sedláčková. 2019. Comparison of Contents of Selected Esters, Higher Alcohols and Total Content of Polyphenolic Substances in Wines of the Varieties 'Chardonnay' and 'Riesling' by vintage. *Mitteilungen Klosterneuburg*, 69(2), 115-123. ISSN 0007-5922. Waterhouse, A. L. Wine Phenolics. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2002, 957(1), 21-36. ISSN 00778923.

Poděkování

Tato práce byla podpořena projektem FCH-S-23-8330 Vysokého učení technického v Brně.

Kontaktní adresa

Ing. Michal Gross, VUT v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, e-mail: michal.gross@vut.cz.

Metóda STAR v detekcii salinomycínu v tkanivách hydiny po podávaní humínových látok

STAR method in the detection of salinomycin in poultry tissues after administration of humic substances

Hriciková, S., Kožárová, I.

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

Súhrn

V tomto experimente bol analyzovaný reziduálny obsah salinomycínu vo vybraných tkanivách hydiny, pričom bola sledovaná schopnosť humínových látok znižovať obsah tohto liečiva v tkanivách. V experimente boli porovnávané dve skupiny kurčiat, zatiaľ čo bola kontrolná skupina kŕmená iba komerčným krmivom, krmivo experimentálnej skupiny bolo suplementované o 0,5 % humínových látok. Na detekciu rezíduí salinomycínu v tkanivách hydiny bola použitá metóda STAR. Prítomnosť rezíduí bola zistená na platniach *K. rhizophila* a *B. stearothermophilus* v oboch skupinách, pričom obsah rezíduí v tkanivách bol nižší v experimentálnej skupine. Výsledky experimentu preukázali schopnosť humínových látok znižovať obsah rezíduí antimikrobiálnych látok v tkanivách hydiny.

Kľúčové slová: STAR, salinomycín, humínové látky, hydina

Abstract

In this experiment, the residual content of salinomycin in selected poultry tissues was analysed, while the ability of humic substances to reduce the content of this drug in tissues was monitored. In the experiment, two groups of chickens were compared, while the control group was fed only commercial feed, the feed of experimental group was supplemented with 0.5% humic substances. The STAR method was used to detect salinomycin residues in poultry tissues. The presence of residues was detected on plates of *K. rhizophila* and *B. stearothermophilus* in both groups, while the content of residues in tissues was lower in experimental group. The results of the experiment demonstrated the ability of humic substances to reduce the content of residues of antimicrobial substances in poultry tissues.

Key words: STAR, salinomycin, humic substances, poultry

Úvod

Salinomycín, kokcidiostatikum klasifikované podľa nariadenia (ES) 1831/2003 ako kŕmna doplnková látka používaná vo výžive hydiny, je liečivo podávané preventívne počas doby odchovu hydiny. Rezíduá salinomycínu môžu predstavovať hrozbu pre spotrebiteľa, ak ich obsah prekročí maximálny reziduálny limit (MRL) v tkanivách určených na konzum. Screening rezíduí farmakologicky účinných látok v produktoch živočíšneho pôvodu je preto nevyhnutný a definuje ho Nariadenie (EÚ) 2017/625 v súlade s príslušnou terciárnou legislatívou.

Humínové látky môžu vplývať na zníženie rezíduí farmakologicky účinných látok v produktoch živočíšnej výroby a prispieť tak k ochrane spotrebiteľa. Humínové látky môžu taktiež pozitívne ovplyvniť produkčné ukazovatele, zdravotný stav hydiny a podporiť imunitný systém (Domínguez-Negrete *et al.* 2007, Popa *et al.* 2022).

Cieľom tejto štúdie bolo analyzovať rezíduá salinomycínu vo vzorkách tkanív hydiny pomocou metódy STAR a zároveň posúdiť vplyv podávania humínových látok na obsah salinomycínu vo vyšetrovaných tkanivách.

Materiál a metodika

Štandardy: Streptomycín (S6501, Sigma-Aldrich Pty Ltd, Darmstadt, Nemecko), Tylozín (T6134, Sigma-Aldrich), Chlórtracyklín (C4881, Sigma-Aldrich), Ciprofloxacín (17850, Sigma-Aldrich), Sulfadimidín/Sulfamethazín (S6256, 5637, Sigma-Aldrich), Salinomycín (S4526, Sigma-Aldrich).

Krmivo: krmné zmesi (De Heus a.s., Bučovice, Česká republika): BR1 (1. – 10. deň výkrmu, s obsahom nikarbazínu $101 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), BR2 (11. – 27. deň výkrmu, s obsahom salinomycínu $70 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), BR3 (28. – 37. deň výkrmu bez prídavku kokcidostatika).

Humínové látky: Humac Natur AFM (Humac s.r.o., Košice, Slovensko).

Experimentálne zvieratá: V experimente bolo použitých 80 ks brojlerových kurčiat (Ross 308), ktoré boli náhodne rozdelené do 2 skupín po 40 ks.

1. skupina: kontrolná, kurčatá kŕmené komerčným krmivom BR1, BR2 a BR3.

2. skupina: experimentálna, kurčatá kŕmené krmivom BR1, BR2, BR3 s prídavkom 0,5 % Humac Natur AFM od prvého dňa výkrmu.

Vzorky tkaniva: Vzorky tkaniva svalov, žalúdka, srdca, pečene, kože a obličiek skupiny K a H boli získané *post mortem*.

Mikrobiálny inhibičný platňový test: Screeningový test na stanovenie rezíduí antibiotík s použitím piatich bakteriálnych kmeňov (metóda STAR; R-25): *Bacillus subtilis* BGA, *Kocuria rhizophila* ATCC 9341, *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Escherichia coli* ATCC 11303, *Bacillus stearothermophilus* ATCC 10149. Vzorky sú považované za pozitívne, ak vykazujú zónu inhibície väčšiu ako 2 mm na platniach *B. subtilis*, *K. rhizophila*, *B. cereus*, *E. coli* a/alebo zónu inhibície väčšiu ako 4 mm na platni *B. stearothermophilus*.

Výsledky a diskusia

Štandardy: Citlivosť testovacích bakteriálnych kmeňov na jednotlivé štandardy antibiotík uvádza Tabuľka 1, ktorá zobrazuje veľkosti inhibičných zón [mm] s uvedením štandardnej odchýlky (SD). *B. subtilis* preukázal citlivosť na ciprofloxacín v koncentrácii $0,1 \text{ }\mu\text{g/ml}$ vytvorením inhibičnej zóny $8,06 \text{ mm}$. V prípade streptomycínu ($c = 2 \text{ }\mu\text{g/ml}$) vznikla inhibičná zóna $4,75 \text{ mm}$. V prípade *K. rhizophila* bola citlivosť ($3,88 \text{ mm}$) preukázaná na tylozín ($c = 1 \text{ }\mu\text{g/ml}$), v prípade *B. cereus* citlivosť ($5,22 \text{ mm}$) na chlórtracyklín ($c = 0,2 \text{ }\mu\text{g/ml}$) a v prípade kmeňa *E. coli* bola citlivosť ($6,58 \text{ mm}$) potvrdená na ciprofloxacín ($c = 0,1 \text{ }\mu\text{g/ml}$). *B. stearothermophilus* typicky citlivý ($21,54 \text{ mm}$) na sulfamethazín ($c = 1 \text{ }\mu\text{g/ml}$) vykazoval citlivosť ($5,39 \text{ mm}$) aj na tylozín ($c = 1 \text{ }\mu\text{g/ml}$). V prípade salinomycínu bola citlivosť potvrdená u *B. stearothermophilus* a to v koncentráciách $0,5 \text{ }\mu\text{g/ml}$ ($5,38 \text{ mm}$) a $1,0 \text{ }\mu\text{g/ml}$ ($8,32 \text{ mm}$).

Tkanivo:

Obsah rezíduí antimikrobiálnych látok bol sledovaný vo vzorkách tkanív svaloviny (stehenná a prsná), žalúdka, srdca, pečene, kože a obličiek. Vzorky tkanív boli analyzované metódou STAR a vyhodnotené meraním inhibičnej zóny [mm] s udaním štandardnej odchýlky (SD). Porovnávaná bola kontrolná skupina a experimentálna skupina. V prípade kontrolnej skupiny (Tabuľka 2) boli rezíduá antimikrobiálnych látok detekované na platniach *K. rhizophila*, kde boli za pozitívne označené vzorky stehennej a prsnej svaloviny a pečene. Na platni *B. stearothermophilus* boli inhibičné zóny

všetkých vzoriek väčšie ako 4 mm a teda pozitívne. V prípade experimentálnej skupiny (Tabuľka 3) boli rezíduá antimikrobiálnych látok detekované v rovnakých vzorkách taktiež na platniach *K. rhizophila* a *B. stearotherophilus*. Porovnanie výsledkov preukázalo zníženie obsahu antimikrobiálnych látok v tkanivách kurčiat experimentálnej skupiny, ktorým boli podávané humínové látky v porovnaní s kontrolnou skupinou.

Tabuľka 1: Výsledky hodnotenia antimikrobiálnej aktivity vybraných štandardov metódou STAR

Štandard	Bakteriálny testovací kmeň				
	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Kocuria rhizophila</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Bacillus stearotherm.</i>
STM	4,75 ± 0,09				
TYL		3,88 ± 0,25			5,39 ± 0,08
CHTC			5,22 ± 0,02		
CFC	8,06 ± 0,51			6,58 ± 0,31	
SD					21,54 ± 0,15
SAL 0.1					2,59 ± 0,18
SAL 0.5					5,38 ± 0,14
SAL 1.0					8,32 ± 0,15

STM = streptomycín, TYL = tylozín, CHTC = chlór tetracyklín, CFC = ciprofloxacín, SD = sulfamethazín, SAL = salinomycín. Číselné hodnoty sú udané v mm, s vyjadrením štandardnej odchýlky.

Schopnosť humínových látok pôsobiť ako účinný sorbent bola preukázaná v prípade liečiv tylozín a sulfamethazín podávaných preventívne vo výžive hydiny podobne ako salinomycín (Guo *et al.* 2016).

Humínové látky majú schopnosť viazať na seba kontaminanty a toxíny v organizme prostredníctvom ich vysokej sorpčnej afinity k organickým zlúčeninám založenej na výmene iónov (Guo *et al.* 2016).

Tabuľka 2: Výsledky analýzy rezíduí antimikrobiálnych látok v tkanivách hydiny kontrolnej skupiny

Tkanivo	Bakteriálny testovací kmeň				
	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Kocuria rhizophila</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Bacillus stearothermophilus</i>
Stehno		2,64 ± 0,13			5,43 ± 0,38
Prsia		3,23 ± 0,41			5,42 ± 0,45
Žalúdok					5,73 ± 0,66
Srdce		1,71 ± 0,24			7,61 ± 0,54
Pečeň		4,28 ± 0,26			10,53 ± 0,65
Koža					6,46 ± 0,67
Obličky					7,51 ± 0,54

Číselné hodnoty sú udané v mm, s vyjadrením štandardnej odchýlky.

Tabuľka 3: Výsledky analýzy rezíduí antimikrobiálnych látok v tkanivách hydiny experimentálnej skupiny

Tkanivo	Bakteriálny testovací kmeň				
	<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Kocuria rhizophila</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Bacillus stearothermophilus</i>
Stehno		2,45 ± 0,38			4,62 ± 0,52
Prsia		2,72 ± 0,37			5,33 ± 0,41
Žalúdok					4,16 ± 0,48
Srdce		0,86 ± 0,25			6,40 ± 0,24
Pečeň		1,93 ± 0,18			9,30 ± 0,46
Koža					5,80 ± 0,51
Obličky					6,44 ± 0,52

Číselné hodnoty sú udané v mm, s vyjadrením štandardnej odchýlky.

Záver

Analýza vzoriek tkanív experimentálnej a kontrolnej skupiny preukázala prítomnosť rezíduí farmakologicky účinných látok na platniach *B. stearothermophilus* vo všetkých vyšetovaných vzorkách. Obsah rezíduí týchto kontaminantov bol však výrazne nižší v experimentálnej skupine, kde boli kurčatám podávané humínové látky v porovnaní s kontrolnou skupinou. Výsledky experimentu preukázali schopnosť humínových látok znižovať obsah rezíduí antimikrobiálnych látok v tkanivách hydiny.

Literatúra

- Domínguez-Negrete et al. Effect of the Addition of Humic Substances as Growth Promoter in Broiler Chickens Under Two Feeding Regimens. *Animals*, 2007. 9, 1101.
- Guo, X. et al. Sorption of Tylosin and Sulfamethazine on Solid Humic Acid. *Journal of Environmental Sciences*, 2016. 43, 208–15.
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1831/2003 z 22. septembra 2003 o doplnkových látkach určených na používanie vo výžive zvierat. *Úradný vestník Európskej únie* L 268, 2003, s. 29-43.
- Nariadenie európskeho parlamentu a rady (EÚ) 2017/625 z 15. Marca 2017 o úradných kontrolách a iných úradných činnostiach vykonávaných na zabezpečenie uplatňovania potravinového a krmivového práva a pravidiel pre zdravie zvierat a dobré životné podmienky zvierat, pre zdravie rastlín a pre prípravky na ochranu rastlín. *Úradný vestník Európskej únie* L 95, 2017, s. 1-142.
- Popa, D. G. et al. Humic Substances as Microalgal Biostimulants - Implications for Microalgal Biotechnology. *Marine Drugs*, 2022. 20, 327.
- R-25. Screeningový test na stanovenie rezíduí antibiotík s použitím piatich bakteriálnych kmeňov, [online]. [cit. 2022-08-07]. Dostupné na internete: <https://www.svps.sk/zakladne_info/Lab_diagnostika_metody.asp>.

Podakovanie

Táto štúdia bola podporená Grantom KEGA Č. 015UVLF-4/2021 a Agentúrou pre výskum a vývoj na základe zmluvy APVV-18-0039.

Spoločnosti Humac s.r.o., Košice, Slovensko ďakujeme za poskytnutie humínových látok.

Tento experiment bol schválený Etickou komisiou pre starostlivosť a používanie zvierat Univerzity veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach ako klinická štúdia (EKVP/2022-09).

Kontaktná adresa

Mgr. Simona Hriciková, UVLF Košice, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81, Košice, e-mail: simona.hricikova@student.uvlf.sk.

Hodnotenie obsahu soli a senzoričských vlastností čerstvých syrov zo Slovenskej produkcie

Evaluation of salt content and sensory properties of fresh cheeses from the Slovak production

Jakabová, S., Golian, J., Benešová, L., Zajác, P., Čapla, J., Čurlej, J., Árvay, J., Zelenáková, L.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Produkcija syrov je spojená s analýzami ich nutričných parametrov ako aj so senzoričským hodnotením a prijateľnosťou produktu konzumentami. Príspevok sa zameriava na stanovenie jedného zo základných chemických parametrov – obsahu soli a na senzoričské hodnotenie čerstvých syrov, vyrobených z kravského, ovčieho a kozieho mlieka. Obsah soli pozitívne koreloval so senzoričskými vlastnosťami, výraznejšie však s parametrom chuti a vône ($p=0,54$). Obsah soli sa pohyboval od 0,12 do 1,97 g/100g čerstvého syra, pričom najnižšie obsahy boli zistené v prírodných ovčích syroch. Z celkového hodnotenia bol ako najlepší syr vybraný syr kravská hrudka s farebným korením A1.2 ($17,50\pm 1,12$), nasledovaný ovčou hrudkou C1.1 ($17,00\pm 0,00$). Najnižšie skóre pri senzoričskom hodnotení získal ovčí čerstvý syr C1.4 ($12,25\pm 0,83$).

Kľúčová slova: *senzoričská analýza, sol', čerstvé syry*

Abstract

Cheese production is associated with the analysis of its nutritional composition as well as with the sensory evaluation of the acceptance of the products. The paper is aimed at the determination of basic chemical parameter – content of salt and sensory evaluation of fresh cheeses from cow's, ewe's and goat's milk. The salt content positively correlated with sensory properties, more prominently with the taste and aroma parameter ($p=0.54$). The salt content ranged from 0.12 to 1.97 g/100g of fresh cheese, with the lowest contents found in natural sheep cheeses. Among the overall evaluations, cow's curd cheese with colour seasoning A1.2 was selected as the best cheese (17.50 ± 1.12), followed by ewe's curd cheese C1.1 (17.00 ± 0.00). The lowest score in sensory evaluation was obtained by ewe's fresh cheese C1.4 (12.25 ± 0.83).

Key words: *sensory analysis, salt content, fresh cheeses*

Úvod

Mlieko a mliečne produkty ako smotana, maslo, jogurt, kefír a syr sa konzumujú po celom svete už tisícročia. Mlieko a ďalšie mliečne výrobky sú neodmysliteľné pre každodenný život (Tamura et al., 2021). Syr je všeobecným názvom pre skupinu fermentovaných mliečnych potravinových produktov, vyrábaných vo veľkom množstve chutí a foriem po celom svete. Aj keď hlavným cieľom výroby syra je zachovávať hlavné zložky mlieka, syr sa vyvinul na potravinu s gurmánskymi kvalitami a zároveň je vysoko výživný (Fox, McSweeney, 2017). Nutričné zloženie syrov sa líši v závislosti od druhu syra. Vo všeobecnosti sú syry bohaté na tuky, nasýtené mastné kyseliny a cholesterol, pričom obsah tukov sa v jednotlivých druhoch syrov značne líši v závislosti od použitého mlieka a technológie. Tuk v syre všeobecne obsahuje približne 66 % nasýtených, 30 % mononenasýtených a 4 % polynenasýtených mastných kyselín, čo zo syra robí významný zdroj nenasýtených a nasýtených tukov v ľudskej výžive (O'Brien, O'Connor, 2017).

Obsah bielkovín v syroch sa pohybuje od 3 do 40 % (O'Callaghan, O'Connor a O'Brien, 2017). Väčšina syrov je tiež významným zdrojom vitamínov ako vitamínu A, riboflavínu, vitamínu B12 a kyseliny listovej. Dôležitou zložkou syra je aj soľ, ktorá má tri hlavné funkcie: pôsobí ako konzervačný prostriedok, priamo prispieva k aromatickým vlastnostiam a je zdrojom sodíka v strave. Spolu s požadovaným pH, aktivitou vody a redoxným potenciálom pomáha soľ chrániť syr tým, že minimalizuje degradáciu a zabráni rastu patogénov (Guinee, Carić a Kalab, 2004). Everett a Auty (2008) uvádzajú, že soľ obmedzuje pôsobenie baktérií v syre a zároveň má sekundárny účinok zvýraznenia chuti. Slanosť je jednou z najdôležitejších chuťových charakteristík syra a priamo koreluje s požiadavkami zo strany spotrebiteľov (Kilcast a den Ridder, 2007; Skeie et al., 2014). Slaná chuť je veľmi preferovaná mnohými ľuďmi a slanosť je považovaná za jednu zo štyroch základných chutí. Obsah soli výrobku sa môže koncentrovať v dôsledku postupnej straty vody a zvýšenia obsahu sušiny. Tento efekt bol pozorovaný viacerými autormi (Estrada et al., 2019; Illescas-Chavez & Vélez-Ruiz, 2009; Santapaola et al., 2013). NaCl ovplyvňuje dozrievanie syra hlavne svojimi účinkami na aktivitu vody. Medzi hlavné účinky soli patria kontrola rastu a aktivity mikroorganizmov; kontrola rôznych enzýmových aktivít v syre; synerézia tvarohu a tým aj zníženie vlhkosti syra, čo taktiež ovplyvňuje vyššie uvedené; a fyzikálne zmeny v bielkovinách syra, ktoré ovplyvňujú textúru syra, rozpustnosť bielkovín a pravdepodobne aj confirmáciu bielkovín (Fox et al., 2004).

V našom príspevku sa zameriavame na čerstvé syry z kravského, kozieho a ovčieho mlieka zo slovenskej produkcie, ktoré boli súčasťou súťažného hodnotenia syrov Memoriálu doc. Gyarmatyho 2023, pričom cieľom bolo hodnotenie obsahu soli vo vzťahu k ich senzorickému hodnoteniu.

Materiál a metodika

Experimentálny set vzoriek pozostával zo vzoriek čerstvých syrov z kravského, ovčieho a kozieho mlieka, ktoré sú charakterizované v tabuľke 1.

Analýza obsahu soli bola realizovaná na vzorkách čerstvých syrov. Z každej vzorky bolo duplicitne do 50 ml PP centrifugačnej skúmavky navážené $2,00 \pm 0,01$ g, následne sa do vzorky pridala deionizovaná voda zahriata na 40 °C v množství 30 ml a vzorka sa homogenizovala v dezintegrátore pri otáčkach do 12 000 rpm. Výsledný homogenizát sa presunul do odmernej banky, nasledoval oplach dezintegrátora a kvantitatívne preliatie zvyškov vzorky do odmernej banky a doplnenie na objem 100 ml deionizovanou vodou. Z takto predupravených vzoriek sa umiestnilo 30 ml do centrifugačných skúmaviek a odstredilo sa pri 5000 rpm. po dobu 2 min. Supernatant sa analyzoval na obsah soli (na základe koncentrácie chloridov) pomocou coulometrického titrátora chloridov M 926 (O.K. Service, BioPro). Objem dávkovanej vzorky bol 0,5 ml a výsledky boli vyjadrené v mg Cl⁻/l a prepočítané na obsah NaCl v 100g čerstvého syra.

Senzorická analýza bola vykonaná pomocou panelu hodnotiteľov, ktorého sa zúčastnilo 10 hodnotiteľov. Teplota syra bola nastavená na 10 °C a teplota miestnosti bola 21 °C. Organoleptické vlastnosti jednotlivých vzoriek boli hodnotené pomocou testu s rozsahom 0 – 10 bodov (0 – nevyhovujúci, neštandardný, 10 – vynikajúci, nadpriemerný). Senzorická skupina hodnotila atribúty: vzhľad a konzistencia, chuť a vôňa. V závere sa body pre obidve skupiny atribútov spočítali do celkového hodnotenia (maximum 20 bodov).

Sumarizácia údajov a príprava tabuliek sa realizovala v programe Excel (Microsoft, Redmond, WA, USA), na štatistickú analýzu sa použil program Past4.03 (Hammer et al.,

2001) pričom na štatistické vyhodnotenie sme použili Shapiro – Wilkov test (test normality dát), Linear r (Pearson) test korelácie sledovaných parametrov a analýzu hlavných komponentov (PCA).

Tabuľka 1: Charakteristika vzoriek čerstvých syrov

Vzorka	Charakteristika syra	Deklarovaný obsah sušiny (%)	Deklarovaný obsah soli (g/100g)
A1 syry z kravského mlieka čerstvé			
A1.1	kravská hrudka pažítka, čerstvý syr ochutený, polomäkký, plnotučný	min. 45	1,5
A1.2	kravská hrudka s farebným korením, čerstvý syr ochutený, polomäkký, plnotučný	min. 45	1,5
B1 syry z kozieho mlieka čerstvé			
B1.1	kozí syr čerstvý	neuveденé	neuveденé
B1.3	čerstvý kozí syr prírodný	neuveденé	neuveденé
B1.4	čerstvý syr, Aglio olio pepperoncino	neuveденé	neuveденé
C1 syry z ovčieho mlieka čerstvé			
C1.1	ovčia hrudka, prírodný, plnotučný, mäkký, nezrejúci syr	min. 40	<0,1
C1.2	ovčí hrudkový syr, prírodný, plnotučný, nezrejúci, polomäkký syr	min. 40	neuveденé
C1.3	ovčí hrudkový syr 100%, prírodný plnotučný, polomäkký, nezrejúci syr	47	neuveденé
C1.4	ovčí čerstvý syr	48	0,066
C1.5	ovčia hrudka, čerstvý polomäkký, plnotučný syr	neuveденé	neuveденé

Výsledky a diskusia

Testom normality sme zistili neparametrické rozdelenie dát (pre $p < 0,05$). Priemerné hodnoty pre nameraný obsah soli a senzorické parametre ako aj smerodajné odchýlky uvádzame v Tabuľke 2.

Tabuľka 2: Výsledky stanovenia obsahu soli a senzorického hodnotenia čerstvých syrov

Vzorka	Nameraný obsah soli	Vzhľad a konzistencia	Chuť a vôňa	Celkové senzorické hodnotenie
	g/100g	body	body	body
A1.1	1,79±0,03	8,75±0,43	8,75±0,43	13,25±7,08
A1.2	1,97±0,01	8,50±0,50	9,00±0,71	17,50±1,12
B1.1	0,20±0,01	6,75±0,43	6,25±0,43	13,00±0,71
B1.3	1,05±0,02	8,00±0,00	7,75±0,43	15,75±0,43
B1.4	1,37±0,02	7,75±0,43	6,00±0,71	13,75±0,83
C1.1	0,15±0,01	8,25±0,43	8,75±0,43	17,00±0,00
C1.2	0,12±0,00	8,50±1,12	6,75±0,83	15,25±1,48
C1.3	0,13±0,00	8,50±0,50	7,25±0,83	15,75±0,83
C1.4	0,13±0,00	6,25±0,43	6,00±0,71	12,25±0,83
C1.5	0,13±0,00	7,75±0,43	6,00±0,00	13,75±0,43

Pozn.: výsledky sú vyjadrené ako priemerné hodnoty ± smerodajná odchýlka

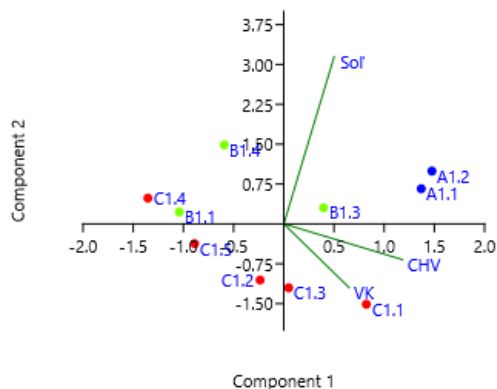
Kvalita tradičného produktu sa môže líšiť od farmy po farmu a mliekarnu (Zeleňáková et al., 2020; Zajác et al., 2019). Obsah soli je významným parametrom vlastností syrov, vplývajúcim na kvalitu produktu a jeho senzorické charakteristiky. Tento parameter však nie všetci výrobcovia zaradení do nášho experimentu uvádzajú na balení výrobku (Tabuľka 1). Obsah soli je obmedzený legislatívou Slovenskej republiky na 2,5 g/100g (MH SR, 2015). Vo výrobe syra je soľ vysoko dôležitá z niekoľkých dôvodov, vrátane mikrobiologickej kontroly prostredníctvom znižovania aktivity vody, účasti na synerézii syra a rovnováhy minerálnych látok, regulácie biochemických procesov a prispievania k chuti (McSweeney et al., 2017). Obsah soli bol najvyšší vo vzorkách čerstvého kravského syra. Výrobcom deklarovaná hodnota obsahu soli bola prekročená o 30 % v prípade vzorky A1.2 a o 20 % v prípade vzorky A1.1. Vzorky však nemali prekročený povolený obsah soli podľa legislatívy. V prípade kozích syrov bol najvyšší obsah soli zistený vo vzorke B1.4, ktorého originálne balenie neobsahovalo výživové údaje k obsahu soli ani celkovému obsahu sušiny. V čerstvých ovčích syroch, ktoré reprezentovali ovčie hrudky, boli zistené nízke obsahy soli na úrovni 0,12 – 0,15 g/100g. Výrobcovia uvádzali obsah soli na úrovni nižšej ako 0,1 g/100g a vzhľadom na uvedený chlorid vápenatý v zložení výrobkov, mohli byť výsledky skreslené a obsah soli by, bolo vhodné stanoviť aj cez obsah sodíka vo vzorkách. Celkovo však možno konštatovať, že obsah soli v čerstvých syroch bol na nízkych úrovniach, vzhľadom na povahu týchto plnotučných, polomäkkých prírodných syrov prevažne bez prídavku ochucujúcich zložiek.

Korelácia obsahu soli so senzorickými vlastnosťami bola pozitívna a logicky vyššia s parametrom Chuť a vôňa, čo naznačuje, pozitívny vplyv obsahu soli na hodnotenie senzorických vlastností (Tabuľka 3).

Tabuľka 3: Korelácia senzorických vlastností a obsahu soli v čerstvých syroch

	Chuť a vôňa	Soľ
Vzhľad a konzistencia	0,67981	0,41689
Chuť a vôňa		0,54037

Ako výsledok multivariačnej analýzy na základe sledovaných senzorických parametrov a obsahu soli sa použila analýza hlavných komponentov (PCA), pričom výsledkom je biplot PCA (Obrázok 1). PCA mapa zobrazuje súčasne naše pozorovania, ako aj skúmané premenné v jednom zobrazení (Jakabová et al., 2021). Súradnice x a y biplotu vysvetľujú 92,77 % celkovej variácie pozorovaní, pričom komponent 1 zahŕňa 76,34% a komponent 2 predstavuje 13,44% variácie. V našom biplote boli dôležitejšie premenné pri senzorickom hodnotení obsah soli a chuť a vôňa, takmer žiadny vplyv nemala konzistencia a vzhľad.



Obrázok 1: PCA biplot sensorických atribútov

Pozn.: CHV – chuť a vôňa
VK – vzhľad a konzistencia

Záver

Pre posudzovanie vlastností syrov sú chemické a sensorické parametre jednými z východiskových údajov o produkte. Pri hodnotení čerstvých syrov z troch typov mlieka sme zistili variabilitu v obsahu soli z dôvodu aplikácie ochucujúcich zložiek, pričom u syrov prírodných bez ochutenia, sme nepozorovali významnú variabilitu v obsahu soli (C1.1.až C1.5) bez ohľadu na výrobcu. Sensorické vnímanie jednotlivých čerstvých syrov bolo ovplyvnené chemickým parametrom obsahom soli, čo potvrdila pozitívna korelácia parametra Chuť a vôňa *versus* obsah soli. Z hľadiska vplyvu na variabilitu vzoriek malo hodnotenie vzhľadu a konzistencie najmenší dopad, a významnejšie sa tu prejavili atribúty chuť a vôňa a obsah soli, čo je vizuálne potvrdené pomocou analýzy hlavných komponentov.

Literatura

- Estrada, O., Ariño, A. and Juan, T. 2019. Salt distribution in raw sheep milk cheese during ripening and the effect on proteolysis and lipolysis. *Foods*, vol. 8, no. 3, p.100.
- Everett, D.W. and Auty, M.A. 2008. Cheese structure and current methods of analysis. *International Dairy Journal*, vol.18, no. 7, pp.759-773.
- Fox, P.F., McSweeney, P.L. 2017. Cheese: an overview. *Cheese*, pp.5-21.
- Fox, P.F., McSweeney, P.L., Cogan, T.M. and Guinee, T.P. eds. 2004. Cheese: Chemistry, physics and microbiology, Volume 1: General aspects. Elsevier.
- Guinee, T.P., Carić, M., Kalab, M. 2004. Pasteurized processed cheese and substitute/imitation cheese products. *Cheese: chemistry, physics and mikrobiology*, vol. 2, pp. 349-394. Academic Press.
- Hammer, Ø. and Harper, D.A. 2001. Past: paleontological statistics software package for education and data anlysis. *Palaeontologia electronica*, vol.4, no. 1, p.1.
- Illescas-Chavez, E. and Vélez-Ruiz, J.F. 2009. Effect of the salting process on the mass transfer kinetics of manchego-type cheese. *International Journal of Food Properties*, 12(4), pp.791-807.
- Jakabová, S., Benešová, L., Kročko, M., Zajác, P., Čapla, J., Partika, A., Golian, J., Štefániková, J. 2021. Evaluation of nutritional composition and sensory properties of cheese, cheese spreads and traditional butter from Slovak production. *Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 15, pp. 285-295

- Kilcast, D., Den Ridder, C. 2007. Sensory issues in reducing salt in food products. *Reducing salt in foods*, p. 201-220. Woodhead publishing.
- McSweeney, P.L.H., Fox, P.F., Cotter, P.D., Everett, D.W. 2017. Cheese: chemistry, physics and microbiology (4th edn.). London, UK: Elsevier Academic Press.
- MH SR. Ministry of Health of the Slovak Republic. Decree No. S08975-OL-2014 laying down requirements for edible salt in foodstuffs. *Journal of the Ministry of Health of the Slovak Republic*, 2015, no. 61, pp. 50-57.
- O'Brien, N. M., O'Connor, T. P. 2017. Nutritional aspects of cheese. *Cheese* (pp. 603-611). Academic Press.
- O'Callaghan, Y. C., O'Connor, T. P., O'Brien, N. M. 2017. Nutritional Aspects of Cheese. *Fundamentals of Cheese Science*. Boston, USA: Springer.
- Santapaola, J., Maldonado, S., Medina, J.L. 2013. NaCl diffusion kinetics in dry salting of goat cheese. *Journal of Food Engineering* vol. 118, no. 2, pp. 172-177.
- Skeie, S., Ardö, Y., Everett, D.W. 2014. Salt in cheese flavour. In: The Importance of NaCl in cheese Manufacture and Ripening of Cheese. Special Issue of the International Dairy Federation SI-1401, IDF Brussels, pp. 42–45.
- Tamura, H., Ueno, S., Naka, A., Zhao, H., Yonekura, L., Isogai, T., Wakui, R., Shiota, M. 2021. Characterisation of aroma profile and evaluation of aroma quality in sweet cream butter. *International Dairy Journal*, vol. 114, p. 104935.
- Zajác, P., Martišová, P., Čapla, J., Čurlej, J., Golian, J. 2019. Characteristics of textural and sensory properties of Oštiepok cheese. *Potravinárstvo - Slovak Journal of Food Sciences*, vol 13, no. 1, pp. 116-130.
- Zeleňáková, L., Ševčík, M., Jakobová, S., Zajác, P., Čanigová, M., Habánová, M., Wyka, J. 2020. Measuring and comparing the water activity and salt content in Parenica cheeses made by traditional and industrial technology. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, vol. 71, no. 3.

Pod'akovanie

Analýzy a príspevok vznikli s finančnou podporou projektu Agentúry pre podporu výskumu a vývoja – projekt č. APVV-22-0402, projektu VEGA č. 1/0239/21. Pod'akovanie patrí projektu Demand-driven research for the sustainable and innovative food, Drive-4SIFood 313011V336, spolufinancovaným Európskou úniou.

Kontaktná adresa

Prof. Ing. Jozef Golian, Dr., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, e-mail: jozef.golian@uniag.sk.

Antimikrobiální účinek esenciálních olejů *in vitro* za různých inkubačních podmínek
Antimicrobial activity of essential oils in vitro under different incubation conditions

Jirsová, E., Hulánková, R.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem práce bylo *in vitro* stanovení minimální inhibiční koncentrace (MIC) mikrodiluční metodou u esenciálních olejů z oregana (*Origanum vulgare*) a skořice (*Cinnamomum zeylanicum*) vůči významným potravinovým patogenům (*Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli* O157, *Staphylococcus aureus* a *Bacillus cereus*) za různých inkubačních podmínek. Mezi aerobní a anaerobní kultivací nebyl prokázán statisticky významný rozdíl (u obou průměrná MIC 0,046 %, P = 0,743), a to ani s ohledem na další faktory. Stejně tak nebyl zaznamenán rozdíl mezi inkubační teplotou 20 a 30 °C. Při 10 °C se MIC podařilo stanovit pouze u *L. monocytogenes* a *Y. enterocolitica*. U této teploty byly zjištěny statisticky významně nižší hodnoty MIC (0,021 - 0,029 %, P = 0,001) než při vyšších teplotách (0,043 - 0,059 %). Testování antimikrobiálních účinků v prostředí lépe simulujícím podmínky při skladování potravin může napomoci lepšímu odhadu účinnosti esenciálních olejů v praxi.

Klíčová slova: *esenciální oleje, MIC, mikrodiluční metoda, patogenní bakterie*

Abstract

The aim of this work was the *in vitro* determination of the minimum inhibitory concentration (MIC) by the microdilution method, using essential oils from oregano (*Origanum vulgare*) and cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) against important foodborne pathogens (*Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli* O157, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus*) under different incubation conditions. There was no statistically significant difference between aerobic and anaerobic cultivation (mean MIC 0.046% for both, P = 0.743) no matter the levels of other factors. Likewise, no difference was noted between the incubation temperature of 20 and 30 °C. At 10 °C, the MIC could be determined only for *L. monocytogenes* and *Y. enterocolitica*. Statistically significantly lower MIC values were found at this temperature (0.021 - 0.029%, P = 0.001) than at higher temperatures (0.043 - 0.059%). Testing antimicrobial effects in an environment better simulating food storage conditions can enable better estimation of the effectiveness of essential oils in practice.

Key words: *essential oils, MIC, microdilution method, pathogenic bacteria*

Úvod

Esenciální oleje (EO) jsou vyráběny z různých částí i druhů rostlin. V současné době jsou stále více vyhledávané i v potravinářském průmyslu jako zelená alternativa chemických konzervantů a antioxidantů (Van de Vel et al., 2017). V posledních dekádách byly antimikrobiální vlastnosti celé řady EO zkoumány jak *in vitro*, tak v široké škále potravin. Bohužel se ukázalo, že pro výraznou inhibici mikroorganismů v potravinách jsou reálně potřeba vyšší koncentrace EO než při pokusech *in vitro*. Vyšší koncentrace však mohou negativně ovlivňovat senzorický profil potravin. Bylo navrženo několik důvodů tohoto rozdílného působení. Jedním z nich je složení potravin, kdy se mohou složky EO částečně

navázat na bílkoviny či škrob. Většina složek EO je navíc lipofilní, tudíž se u potravin s vyšším podílem tuku dostává jen malé množství EO do vodné fáze, která obsahuje mikroorganismy (Gutierrez et al., 2009; Hulánková a Bořilová, 2020). Jako další důvod se naopak uvádí vyšší komplexnost potravin, které obsahují širokou škálu živin, díky nimž mohou bakterie rychleji opravit poškození buňky způsobené EO (Burt, 2004).

Rozdíly mezi testováním v laboratorních médiích a v potravinách však mohou být ovlivněny i dalšími faktory. Při stanovování antimikrobiálních účinků *in vitro* se používají ideální inkubační podmínky, tj. u většiny patogenů teploty 30-37 °C. Tyto teploty však neodpovídají skladovacím teplotám potravin, zejména těch podléhajících rychlé zkáze, které se skladují při chladírenských teplotách. Dalším faktorem je balení potravin, kde se vytváří anaerobní prostředí. Většina významných potravinářských patogenů s výjimkou kampylobakterů a klostridií je fakultativně anaerobní. Podmínky prostředí ovlivňují bakteriální metabolismus a změna metabolických drah v důsledku adaptace na méně příznivé prostředí může ovlivnit interakci účinných složek EO s cílovými buněčnými komponenty (v anaerobní prostředí se např. mění struktura buněčné stěny *Staphylococcus aureus*). Na druhou stranu může docházet k autooxidaci složek EO a tím ke změně účinnosti. Obdobně teplota ovlivňuje tekutost buněčné membrány, která je jednou z hlavních cílů působení EO, a zároveň teplota ovlivňuje fyzikálně-chemické vlastnosti EO (Van de Vel et al., 2017).

Cílem práce proto bylo ověřit, nakolik je antimikrobiální účinek EO ovlivněn aerobními a anaerobními podmínkami kultivace a kultivační teplotou.

Materiál a metodika

Byla stanovena minimální inhibiční koncentrace (MIC) *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* Enteritidis, *Escherichia coli* O157, *Staphylococcus aureus* a *Bacillus cereus*. U každého druhu byl pro stanovení MIC použit jeden sbírkový kmen (ATCC 13932, ATCC 9610, ATCC 13076, ATCC 700728, ATCC 25923, ATCC 14579) a směs pěti izolátů z potravin. Pro testování byly použity dva komerční druhy EO - oreganový (*Origanum vulgare*; karvakrol 74 %) a skořicový (*Cinnamomum zeylanicum*; trans-cinnamaldehyd 64 %, eugenol 18 %). MIC byla stanovena mikrodiluční metodou v médiu Tryptone Soya Broth (v případě *L. monocytogenes* obohaceným kvasničným extraktem) dle dříve popsání metodiky (Hulánková, 2022). Inkubace probíhala při teplotě 30 °C, 20 °C nebo 10 °C do doby, než došlo k viditelnému růstu v pozitivní kontrole bez EO. Anaerobní podmínky byly dosaženy vyvíječem anaerobní atmosféry (AnaeroGen, Oxoid, UK).

Pro statistickou analýzu byl použit smíšený lineární model, kde byl zahrnut náhodný efekt kmene/směsi kmenů a pevných efektů druh EO, teplota, O₂ a species včetně jejich interakcí. Parametry modelu byly odhadnuty metodou omezené maximální věrohodnosti (REML), vliv jednotlivých efektů byl vyhodnocen pomocí analýzy rozptylu 3. typu se Satterthwaitovou aproximací.

Statistická analýza byla provedena v programu R s použitím balíčku lmerTest. Mnohonásobné porovnání bylo provedeno v balíčku emmeans metodou nejmenších čtverců s korekcí Holm-Bonferroni. Za statisticky významnou byla považována hodnota $P < 0,05$.

Výsledky a diskuze

Hodnoty MIC se u aerobního a anaerobního prostředí statisticky významně nelišily ($P = 0,743$), a to bez ohledu na kmen/směs kmenů, teplotu či použitý olej. Průměrná

naměřená hodnota MIC v aerobním prostředí byla $0,046 \pm 0,012$ %. Anaerobní prostředí mělo stejnou hodnotu MIC $0,046 \pm 0,013$ %. Někteří autoři zjistili vyšší antimikrobiální aktivitu hlavních složek EO v anaerobním prostředí (Juven et al., 1994; Chueca et al., 2014), zatímco ve studii Hammer et al. (1999) také nebyly zaznamenány významné rozdíly mezi aerobní a anaerobní kultivací.

Dalším sledovaným faktorem byla teplota. Ze získaných výsledků lze říct, že nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi teplotami 20 a 30 °C, nicméně byla pozorována vyšší účinnost EO při teplotě 10 °C (Tab. 1, $P = 0,001$). Při této teplotě však byl zaznamenán růst pouze u psychrotrofních bakterií *L. monocytogenes* a *Y. enterocolitica*. Schopnost růstu při nižších než optimálních teplotách je dána změnou složení lipidových frakcí. Nižší teplota má za následek vyšší stimulaci k tvorbě nenasycených mastných kyselin. Tento děj má vliv na snížení teploty tuhnutí lipidů v buněčných membránách (Erkmen a Bozoglu, 2016). Z hlediska teplot jsou údaje v literatuře spíše opačné než v této práci. Veldhuizen et al. (2007) naopak pozorovali u *L. monocytogenes* vyšší účinnost karvakrolu při teplotě 30 °C než při teplotách 10 - 20 °C. Obdobně Belda-Galbis et al. (2014) naměřili u *L. monocytogenes* a *E. coli* vyšší MIC karvakrolu při nižších teplotách (8 a 15 °C) než při 30 a 37 °C. Tyto rozdíly byly vysvětlovány nižší metabolickou aktivitou nebo aktivací obranných mechanismů vůči stresu. Rozdíl mezi těmito a našimi výsledky mohl dát tím, že v našem případě byly bakteriální suspenze předem adaptovány na chlad (24 h při 10 °C) před vlastní přípravou eseje. Tato adaptace mohla paradoxně oslabit životaschopnost buněk a jejich odolnost vůči EO. Obdobně ve studii McMahon et al. (2007) teplotní stres zvýšil citlivost patogenních bakterií vůči antibiotikům.

Tabulka 1: Průměrné hodnoty MIC v % u jednotlivých kombinací patogenů, EO a teplot

Druh	EO	10 °C	20 °C	30 °C
<i>Listeria monocytogenes</i>	Skořice	$0,021 \pm 0,003^a$	$0,058 \pm 0,006^b$	$0,059 \pm 0,007^b$
	Oregano	$0,045 \pm 0,005$	$0,056 \pm 0,005$	$0,054 \pm 0,007$
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Skořice	$0,025 \pm 0,005^a$	$0,043 \pm 0,010^{ab}$	$0,050 \pm 0,010^b$
	Oregano	$0,029 \pm 0,003^a$	$0,043 \pm 0,006^b$	$0,048 \pm 0,006^b$
<i>Bacillus cereus</i>	Skořice	–	$0,034 \pm 0,007$	$0,036 \pm 0,007$
	Oregano	–	$0,041 \pm 0,007$	$0,044 \pm 0,005$
<i>Escherichia coli</i>	Skořice	–	$0,058 \pm 0,014$	$0,054 \pm 0,010$
	Oregano	–	$0,048 \pm 0,006$	$0,052 \pm 0,006$
<i>Staphylococcus aureus</i>	Skořice	–	$0,041 \pm 0,007$	$0,042 \pm 0,008$
	Oregano	–	$0,048 \pm 0,004$	$0,052 \pm 0,004$
<i>Salmonella</i> Enteritidis	Skořice	–	$0,064 \pm 0,008$	$0,058 \pm 0,007$
	Oregano	–	$0,044 \pm 0,007$	$0,048 \pm 0,008$

Písmena ^{a,b} označují statisticky významný rozdíl

Závěr

Nebyla prokázána statistická významnost mezi inkubací v aerobním a anaerobním prostředí, a to obecně i s ohledem na bakteriální druh a teplotu. Zvýšená inhibice například v potravinách balených v ochranné atmosféře tedy pravděpodobně souvisí pouze s bakteriostatickým účinkem oxidu uhličitého a případnými změnami pH, ne

s druhem metabolismu. Naopak teplota může ovlivnit účinnost EO a při jejich aplikaci do potravin je dalším faktorem, který je třeba vzít v potaz při odhadu účinnosti.

Literatura

- Belda-Galbis, C.M., Leufvén, A., Martínez, A., & Rodrigo, D. 2014. Predictive microbiology quantification of the antimicrobial effect of carvacrol. *Journal of Food Engineering*, vol. 141, pp. 37-43.
- Burt, S. 2004. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods - A review. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 94, pp. 223-253.
- Chueca, B., Pagán, R., & García-Gonzalo, D. 2014. Oxygenated monoterpenes citral and carvacrol cause oxidative damage in *Escherichia coli* without the involvement of tricarboxylic acid cycle and Fenton reaction. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 189, pp. 126-131.
- Erkmen, O., & Bozoglu, T. F. 2016. *Food Microbiology: Principles into Practice*. Chichester, West Sussex: John Wiley. ISBN 9781119237846.
- Gutierrez, J., Barry-Ryan, C., & Bourke, P. 2009. Antimicrobial activity of plant essential oils using food model media: Efficacy, synergistic potential, and interactions with food components. *Food Microbiology*, vol. 26, pp. 142-150.
- Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. 1999. Influence of organic matter, cations and surfactants on the antimicrobial activity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil *in vitro*. *Journal of Applied Microbiology*, vol. 86, pp. 985-990.
- Hulankova, R., & Borilova, G. 2020. Modeling dependence of growth inhibition of *Salmonella Typhimurium* and *Listeria monocytogenes* by oregano or thyme essential oils on the chemical composition of minced pork. *Journal of Food Safety*, vol. 40, pp. 1-9.
- Hulánková, R. 2022. The influence of liquid medium choice in determination of minimum inhibitory concentration of essential oils against pathogenic bacteria. *Antibiotics*, vol. 11, no. 2, 150.
- Juven, B. J., Kanner, J., Schved, F., & Weisslowicz, H. 1994. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *Journal of Applied Bacteriology*, vol. 76, no. 6, pp. 626-631
- McMahon, M. A., Xu, J., Moore, J. E., Blair, I. S., & McDowell, D. A. 2007. Environmental stress and antibiotic resistance in food-related pathogens. *Applied Environmental Microbiology*, vol. 73, no. 1, pp. 211-217.
- Van de Vel, E., Sampers, I., & Raes, K. 2019. A review on influencing factors on the minimum inhibitory concentration of essential oils. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 59, no. 3, pp. 357-378.
- Veldhuizen, E. J. A., Creutzberg, T. O., Burt, S. A., & Haagsman, H. P. 2007. Low temperature and binding to food components inhibit the antibacterial activity of carvacrol against *Listeria monocytogenes* in steak tartare. *Journal of Food Protection*, vol. 70, no. 9, pp. 2127-2132.

Poděkování

Tato práce byla podpořena Institucionálním výzkumem Veterinární univerzity Brno.

Kontaktní adresa

Mgr. Radka Hulánková, Ph.D., VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: hulankovar@vfu.cz.

Zmena texturálnych a organoleptických vlastností vplyvom teploty a času pri príprave sous-vidе maslovej tekvice
Changes in texture and organoleptic properties due to temperature and time during sous-vidе Butternut squash preparation

Joanidis, P.¹, Benešová, L.¹, Mezeyová, I.², Kačániová, M.^{2,3}, Štefániková, J.¹

¹AgroBioTech Research Centre, Slovak University of Agriculture in Nitra

²Institute of Horticulture, Faculty of Horticulture and Landscape Engineering, Slovak University of Agriculture in Nitra

³Department of Bioenergetics, Food Analysis and Microbiology, Institute of Food Technology and Nutrition, University of Rzeszow, Cwiklinskiej 1, 35-601 Rzeszow, Poland

Súhrn

V tejto štúdií bol po prvýkrát skúmaný vplyv rôznych kombinácií teplôt a časov pri príprave sous-vidе maslovej tekvice na texturálne a organoleptické vlastnosti. Kontrolná vzorka a 16 rôznych kombinácií teploty/času boli hodnotené pomocou texturometra a senzorickej analýzy s 10 vyškolenými hodnotiteľmi. Na základe práce noža/húževnatosti a pevnosti boli stanovené optimálne kombinácie: 70 °C/20 min a 70 °C/25 min. Podľa senzorickej analýzy boli tieto vzorky rozdielne v parametroch: intenzita oranžovej farby, jemnosť, vláknitosť a žuvateľnosť. Vzorka pripravená sous-vidе technikou varená pri 70 °C/25 min bola vyhodnotená ako tmavšie oranžová, mäkšia, vláknitejšia a lepšie žuvateľná. Preto odporúčame použiť túto kombináciu na prípravu sous-vidе maslovej tekvice.

KLúčové slová: senzorickej analýzy, texturometria, *Cucurbita moschata*, varenie vo vákuu

Abstract

In this study the influence of various temperature and time combinations during sous-vidе cooking on the textural and organoleptic attributes of Butternut squash was investigated for the first time. The raw control sample and 16 different combinations of vacuum cooking temperature/time were evaluated using texturometry and sensory analysis with 10 trained assessors. Based on the shear/toughness and firmness, optimal conditions were established as 70 °C/20 min and 70 °C/25 min. According to the sensory analysis these samples were different in parameters: orange colour, tenderness, fibrousness, and chewiness. The sous-vidе sample cooked at 70 °C/25 min was evaluated as darker in orange colour, softer, more fibrous, and less chewable. Therefore, we suggest using this combination for sous-vidе Butternut squash preparation.

Keywords: sensory analysis, texturometry, *Cucurbita moschata*, vacuum cooking

Introduction

Sous-vidе (SV) is a cooking technique where food is cooked under a vacuum at low temperatures for a long period of time. Usually, for meat, temperatures below 70 °C are used, while for vegetables temperatures are higher around 85 – 100 °C. For vegetables, the SV method is used mostly due to improvement in the bioavailability and bioaccessibility of minerals, vitamins, phytochemicals, etc. (Kathuria, Dhiman, and Attri, 2022). Butternut squash represents one of the most important and traditional pumpkin species in the world (Adams et al., 2011). It is an early variety with pear-shaped fruits.

The typical orange colour is preferred by consumers as it is related to the higher carotenoid content (Conti et al., 2015). Besides that, it has been proven that this vegetable has antioxidant, anti-inflammatory, anti-carcinogenic, and anti-diabetic properties (Adams et al., 2011). The aim of our study was to monitor the changes in organoleptic and textural properties of SV prepared butternut squash due to a combination of different temperatures and times of cooking.

Material and methods

Samples of Butternut squash (*Cucurbita moschata* Duch. Ex Poir.) were obtained from the Botanical Garden of Slovak University of Agriculture in Nitra in 2022. All samples were of good quality, mature and healthy. Pumpkins were washed with tap water, peeled, and cut into 2 cm cubes, then mixed uniformly and divided into bags weighing 200 g/package. A vacuum packaging machine (Maxxo VMProfi) with a compressor capacity of 20 L/min, a suction capacity of 900 mbar, and vacuum bags designed for the given type of vacuum packaging machine were used. Evaluated pumpkin samples were prepared by sous-vide using different temperatures (70, 75, 80, and 85 °C) and times (5 – 30 min). Subsequently, they were shocked-cooled in the ice bath (1 °C) and stored in the refrigerator until the next day. A total of 17 different sample combinations were prepared by the SV method (Table 1) and the control sample (fresh Butternut squash). The textural properties of samples were measured by a texturometer TA.XT plus (Stable Micro Systems, Godalming, United Kingdom) with Warner Bratzler shear blade. The analysis was carried out according to Benešová et al. (2021) with the modification that the load cell used to measure the texture weighted 5 kg. Sensory analysis was carried out in the Sensory laboratory in AgroBioTech Research Centre. Ten trained sensory assessors (7 women/3 men, age 26-56) took part in the sensory analysis. Evaluated parameters were selected according to the previous sensory evaluation with selected assessors and according to Corrigan, Hurst, and Potter (2001). A total of 8 sensory parameters were evaluated on a 9-point intensity scale (1-the lowest intensity, 9-the highest intensity). Results were statistically evaluated using the Shapiro-Wilk test, ANOVA, and Tukey's test at a significance level of $\alpha \leq 0.05$ (XLSTAT software, v.2023.1.6) (Addinsoft, 2014).

Results and discussion

Differences in the SV conditions have an impact on textural changes, which can be related to tissue modifications (Rinaldi et al., 2020). From the average values measured by the texturometer (Table 1), it was found that for the work of the shear/toughness parameter, the highest values were recorded in the control raw sample 36.01 ± 5.90 N/mm.s, as it was a non-heat-treated sample. This result agrees with the findings of Rinaldi et al. (2020) and Trejo Araya et al. (2009) on carrots. Among the SV samples, the highest value of the shear/toughness parameter was measured for the SV sample cooked at 85 °C/5 min (14.05 ± 3.47 N/mm.s) and 75 °C/10 min (13.47 ± 4.82 N/mm.s), and the lowest values for the SV sample cooked at 85 °C/20 min (1.96 ± 0.42 N/mm.s). A statistically significant difference ($\alpha \leq 0.05$) was also confirmed between these samples. Conversely, no statistically significant difference ($\alpha \geq 0.05$) was found between SV pumpkin samples cooked at 70 °C and 80 °C at different time intervals. For the firmness parameter, the highest values were measured as expected in the control sample in the range of 3.44 ± 0.53 N/mm. This is consistent with the results of Rinaldi et al. (2020). Followed by the SV samples cooked at 75 °C/10 min (1.47 ± 0.58 N/mm) and 85 °C/5 min

(1.43 ± 0.31 N/mm) had no statistical difference between each other in firmness but were different ($\alpha \leq 0.05$) compared to the control. The samples cooked at 80 °C/ 20 min (0.26 ± 0.11 N/mm), 80 °C/25 min (0.18 ± 0.06 N/mm), and 85 °C/20 min (0.19 ± 0.05 N/mm) were considered the softest ($\alpha \geq 0.05$). A similar trend was observed for the firmness parameter as for the work of the shear/toughness parameter for SV samples at 70 °C and 80 °C at different time intervals, where no statistically significant difference was detected ($\alpha \geq 0.05$). To the best of the authors' knowledge, no study has been conducted and published to investigate the effect of different SV conditions combinations on the textural parameters of pumpkin samples.

Results of the sensory assessor's analysis of 17 different SV Butternut squash samples are presented in Table 2. The colour parameter was evaluated on a scale from pale to dark orange. The raw carrot sample was considered the palest orange (4.00) in comparison with all SV samples (4.30 – 6.70). Trejo Araya et al. (2009) compared raw carrot samples with different cooking techniques, where SV samples were darker than the control. The SV samples that received ≥ 6 points (9 samples) were statistically darker ($\alpha \leq 0.05$) than

Table 1: Average measured values of work of shear/toughness and firmness

Temperature (°C)	70				75				80				85				
Time (min)	Control	15	20	25	30	10	15	20	30	10	15	20	25	5	10	15	20
Work of shear/toughness (N/mm.s)	36.01 ± 5.90 ^a	5.79 ± 2.05 ^{cd}	5.03 ± 1.99 ^{cd}	4.70 ± 2.20 ^{cd}	4.09 ± 1.41 ^{cd}	13.47 ± 4.82 ^b	7.82 ± 3.22 ^c	7.29 ± 0.92 ^c	5.15 ± 1.62 ^{cd}	3.94 ± 1.28 ^{cd}	3.33 ± 1.07 ^{cd}	2.14 ± 0.89 ^d	1.53 ± 0.69 ^d	14.05 ± 3.47 ^b	3.68 ± 0.49 ^{cd}	3.61 ± 1.11 ^{cd}	1.96 ± 0.42 ^d
Firmness (N/mm)	3.44 ± 0.53 ^a	0.63 ± 0.25 ^{cd}	0.53 ± 0.17 ^{cd}	0.49 ± 0.21 ^{cd}	0.46 ± 0.16 ^{cd}	1.47 ± 0.58 ^b	0.87 ± 0.37 ^c	0.79 ± 0.07 ^c	0.55 ± 0.19 ^{cd}	0.47 ± 0.17 ^{cd}	0.38 ± 0.13 ^{cd}	0.26 ± 0.11 ^d	0.18 ± 0.06 ^d	1.43 ± 0.31 ^b	0.42 ± 0.02 ^{cd}	0.38 ± 0.08 ^{cd}	0.19 ± 0.05 ^d

Note: Results are the mean ± standard deviation of measurements (n=6). Mean values in the same row with different letters are significantly different by Tukey's test ($\alpha \leq 0.05$).

Table 2: Effect of different combinations of temperature and time of vacuum cooking on organoleptic properties of SV Butternut squash

Temperature (°C)	70				75				80				85				
Time (min)	Control	15	20	25	30	10	15	20	30	10	15	20	25	5	10	15	20
Orange colour intensity	4.00 ^d	6.50 ^{ab}	6.00 ^{abc}	6.30 ^{ab}	5.90 ^{abcd}	4.90 ^{abcd}	6.20 ^{abc}	4.70 ^{abcd}	4.30 ^{cd}	6.60 ^{ab}	6.70 ^a	6.20 ^{abc}	6.70 ^a	6.00 ^{abc}	5.20 ^{abcd}	5.60 ^{abcd}	5.70 ^{abcd}
Odour	5.00 ^a	4.90 ^a	5.40 ^a	5.20 ^a	5.80 ^a	4.80 ^a	5.80 ^a	5.90 ^a	5.90 ^a	5.20 ^a	5.80 ^a	5.10 ^a	5.20 ^a	6.10 ^a	6.50 ^a	5.90 ^a	6.30 ^a
Hardness	9.00 ^a	6.40 ^{bcd}	5.80 ^{bcdef}	5.70 ^{bcdef}	5.50 ^{bcdef}	7.10 ^{ab}	6.00 ^{bcde}	5.70 ^{bcdef}	4.10 ^{defg}	6.50 ^{abcd}	5.90 ^{bcdef}	4.60 ^{defg}	2.90 ^g	7.00 ^{abc}	4.50 ^{defg}	3.90 ^{efg}	3.50 ^{fg}
Fibrousness	8.00 ^a	5.80 ^{abc}	5.10 ^{bc}	5.20 ^{bc}	4.40 ^{bc}	6.50 ^{ab}	5.20 ^{bc}	5.30 ^{bc}	4.20 ^{bc}	5.50 ^{abc}	5.70 ^{abc}	4.70 ^{bc}	3.40 ^c	5.90 ^{abc}	4.30 ^{bc}	3.80 ^c	4.00 ^{bc}
Chewiness	8.00 ^a	5.90 ^{ab}	5.80 ^{ab}	4.80 ^{bcde}	4.80 ^{bcde}	6.20 ^{ab}	5.60 ^{bc}	5.30 ^{bcd}	3.90 ^{bcde}	6.00 ^{ab}	5.40 ^{bcd}	4.30 ^{bcde}	3.20 ^{de}	6.10 ^{ab}	4.00 ^{bcde}	3.30 ^{de}	2.90 ^e
Sweet taste	4.00 ^a	5.50 ^a	4.50 ^a	4.60 ^a	4.10 ^a	3.80 ^a	3.70 ^a	4.40 ^a	4.20 ^a	5.10 ^a	4.30 ^a	4.70 ^a	5.10 ^a	3.90 ^a	4.60 ^a	4.80 ^a	5.00 ^a
Pumpkin taste	3.00 ^a	4.30 ^a	5.40 ^a	5.30 ^a	4.90 ^a	4.10 ^a	4.20 ^a	4.20 ^a	4.40 ^a	4.90 ^a	4.40 ^a	4.40 ^a	4.70 ^a	4.70 ^a	4.80 ^a	5.20 ^a	5.00 ^a
Overall taste balance	5.80 ^a	6.20 ^a	5.70 ^a	6.10 ^a	6.40 ^a	4.20 ^a	5.20 ^a	5.10 ^a	4.60 ^a	6.00 ^a	5.10 ^a	5.70 ^a	6.10 ^a	5.10 ^a	6.10 ^a	5.80 ^a	4.80 ^a

Note: Values represent means of 10 sensory assessors. Different letters in superscript in the same row represent significant differences ($\alpha \leq 0.05$).

the control. No significant differences ($\alpha \geq 0.05$) were observed in the parameters odour and sweet taste which agrees with the study of Trejo Araya et al. (2009) in SV carrots. Our results indicated significant differences ($\alpha \leq 0.05$) in all textural parameters (hardness, fibrousness, and chewiness). On the contrary, authors Trejo Araya et al. (2009) did not find any significant differences ($\alpha \geq 0.05$) in fibrousness between SV and raw carrot samples. The highest points in parameters hardness (9.00), fibrousness (8.00), and chewiness (8.00) were received in the raw pumpkin sample. In general, assessors decreased points in textural parameters in samples with increasing vacuum cooking temperature and time. In pumpkin taste, the highest points (5.40) were received by a sample prepared at 70 °C/20 min and no statistical differences were detected ($\alpha \geq 0.05$) in comparison with other samples. The best overall taste balance (6.20) had the sample cooked at 75 °C/30 min. However, the difference in comparison with other samples was not significant ($\alpha \geq 0.05$). The effect of different vacuum cooking times and temperatures on organoleptic parameters in pumpkin samples were not evaluating in the research studies. An interesting research study by Gomes da Silva et al. (2019) used a hedonic scale for sensory analysis of pumpkin prepared by various cooking methods. In general, 50 non-trained assessors liked the SV samples less in comparison with raw, boiled, steamed, and microwaved samples. The colour, flavour, and texture parameters were similar to our study, but the results are not comparable due to the different scales (hedonic vs. intensity).

Conclusions

Different combinations of temperature and time during sous-vide cooking affected the Butternut squash textural and organoleptic properties. Regardless of the temperature, an increase in cooking time led to a significant reduction in shear/toughness and firmness among SV samples compared to the control. Based on these parameters, optimal combinations of temperature and time were 70 °C/20 min and 70 °C/25 min. The orange colour intensity, hardness, fibrousness, and chewiness were significant parameters in sensory analysis. When comparing the samples cooked at 70 °C for 20 min and 25 min, the sample prepared for 25 min was evaluated as darker orange colour, softer, more fibrous, and less chewable even though there were no significant differences between these samples. Considering the overall taste balance parameter, we recommend 70 °C/25 min as the most suitable combination of vacuum cooking time and temperature for Butternut squash.

References

- Addinsoft. 2014. XLSTAT. *Analyse de Données et Statistique Avec MS Excel*. Addinsoft: New York, NY, USA.
- Adams, G. G., Imran, S., Wang, S., Mohammad, A., Kok, S., Gray, D. A., Channell, G. A., Morris, G. A., Harding, S. E. 2011. The hypoglycaemic effect of pumpkins as anti-diabetic and functional medicines. *Food Research International*, vol. 44, no. 4, pp. 862-867. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.016>
- Benešová, L., Jakabová, S., Lehocká, M., Ondruš, L., Čapla, J., Golian, J. 2021. Textural properties of cod fish depending on the country of origin. *Żywność w XXI wieku od producenta do konsumenta*. Warszawa: Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, 2021, pp. 20-26. ISBN 978-83-953897-2-6.

- Conti, S., Villari, G., Amico, E., Caruso, G. 2015. Effects of production system and transplanting time on yield, quality and antioxidant content of organic winter squash (*Cucurbita mochata* Duch.). *Scientia Horticulturae*, vol. 183, pp. 136-143. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.12.003>
- Corrigan, V. K., Hurst, P. L., Potter, J. F. 2001. Winter squash (*Cucurbita maxima*) texture: sensory, chemical, and physical measures. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, vol. 29, pp. 111-124. <https://doi.org/10.1080/01140671.2001.9514169>
- Gomes da Silva, M. F., Machado de Sousa, P. H., Figueiredo, R. W., Gouveia, S. T., Severino Lima, J. S. 2019. Cooking effects on bioactive compounds and sensory acceptability in pumpkin (*Cucurbita moschata* cv. Leite). *Revista Ciência Agronômica*, vol. 50, no. 3, pp. 394-401. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20190047>
- Kathuria, D., Dhiman, A. K., Attri, S. 2022. Sous vide, a culinary technique for improving quality of food products: A review. *Trends in Food Science and Technology*, vol. 119, pp. 57-68. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.031>
- Rinaldi, M., Santi, S., Paciulli, M., Ganino, T., Pellegrini, N., Viscotni, A., Vitaglione, P., Barbanti, D., Chiavaro, E. 2020. Comparison of physical, microstructural and antioxidative properties of pumpkin cubes cooked by conventional, vacuum cooking and sous vide methods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 10, no. 6, pp. 2534-2541. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10880>
- Trejo Araya, X. I., Smale, N., Zabarás, D., Winley, E., Forde, C., Stewart, C. M., Mawson, A. J. 2009. Sensory perception and quality attributes of high pressure processed carrots in comparison to raw, sous-vide and cooked carrots. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, vol. 10, no. 4, pp. 420-433. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.04.002>

Acknowledgments

Research was funded by the Operational Program Integrated Infrastructure within the project: Demand-driven research for the sustainable and innovative food, Drive4SIFood 313011V336, cofinanced by the European Regional Development Fund. We thank to the Grant Agency of The Slovak University of Agriculture in Nitra, project number 18-GASPU-2021 “Modern procedures and technologies increasing the quality of a selected sous-vide food model” and Operational Program Research and Innovation: "Support of research activities in the ABT RC", 313011T465, co-financed by the European Regional Development Fund.

Contact address:

Ing. Patrícia Joanidis, PhD., AgroBioTech Research Centre, SUA in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: patricia.joanidis@uniag.sk.

Drieň obyčajný ako potenciálny antioxidant pre mäsové výrobky

Cornus mas as a potential antioxidant for meat products

Jurčaga, L., Bobko, M., Dzurjovčin, S., Mesárošová, A., Bobková, A.,
Demianová, A., Poláková, K.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

V mäsovom priemysle sa dostáva do popredia trend náhrady syntetických antioxidantov za ich prírodné alternatívy, najmä z rastlinných zdrojov. V našej štúdií bol ako zdroj prírodných antioxidantov drieň obyčajný (*Cornus mas*). Počas nášho skúmania sme potvrdili, že prídavok prírodného extraktu dokáže signifikantne znížiť tvorbu malondialdehydu vo vzorkách párkov počas doby skladovania 21 dní. Prídavok extraktu drieňa však negatívne ovplyvňuje senzorické parametre, najmä chuť a vôňu. Pre použitie v praxi teda bude potrebné alternovať množstvo extraktu, postup extrakcie respektíve prípadnú kombináciu s inými zdrojmi.

Kľúčová slova: *Cornus mas, antioxidant, mäsový výrobok*

Abstract

The trend of replacing synthetic antioxidants with their natural alternatives, especially from plant sources, is coming to the fore in the meat industry. Our study used Cornelian cherry (*Cornus mas*) as a source of natural antioxidants. During our investigation, we confirmed that adding the natural extract can significantly reduce the formation of malondialdehyde in sausage samples during a storage period of 21 days. However, the addition of dogwood extract has a negative impact on sensory parameters, especially taste and smell. For use in practice, it will therefore be necessary to alternate the amount of extract, the extraction procedure, and possible combination with other sources.

Key words: *Cornus mas, antioxidant, meat product*

Úvod

Mäsové výrobky sú bohatým zdrojom bielkovín, vitamínov a minerálov, ktoré sú nevyhnutné pre zdravú a vyváženú stravu. Kuracie a bravčové mäso je, vďaka ich relatívnej cenovej dostupnosti pre bežnú populáciu, najčastejšie konzumovaným mäsom. Neustále narastajúci dopyt zákazníkov po kvalitnejších mäsových výrobkoch motivuje výrobcov zlepšovať už existujúce produkty a vyvíjať nové zdravé a bezpečné potraviny (Domingo et al., 2023).

V poslednom desaťročí si spotrebiteľia vyžadujú mäso a mäsové výrobky s kvalitným zložením. Existujú viaceré nové metódy spracovania mäsových výrobkov. Tieto metódy sú založené na predefinovaní mäsových výrobkov nahradením živočíšneho tuku rastlinným a rybím olejom a pridaním prísad ako vláknina, vitamíny, minerály a iné. Posledné menované zahŕňajú aj polyfenoly, ktoré sú prírodné antioxidanty, a majú tak vďaka svojim funkčným vlastnostiam priaznivé účinky na ľudské zdravie. Treba však brať do úvahy, že zmeny v zložení by však mohli mať vplyv na kvalitu a chuť nových mäsových výrobkov (Beriaín et al., 2018).

Plody a iné orgány drieňu obyčajného (*Cornus mas*) sa tradične využívajú ako cenné potravinárske, liečivé, okrasné, živé ploty, tieniace a/alebo medonosné (nektárovodajné) rastliny, pretože produkujú dostatok peľu a včely ich po dlhej zime uprednostňujú. Tieto rastliny len zriedkavo napádajú škodcovia a choroby a možno ich pestovať s minimálnym

použitím pesticídov. Z týchto dôvodov je veľmi vhodnou rastlinou pre ekologickú alebo bio produkciu (Milošević et al., 2022).

Materiál a metodika

Na výrobu mäkkého mäsového výrobku sme použili bravčové mäso, ktoré sme narezali na rezačke na jemnú zrnitú štruktúru. Takto upravené mäso sme vložili do kutra. Postupne sme k mäsu pridávali kutrovací prípravok, dusitanovú soliacu zmes, pálivú a sladkú papriku, čierne korenie, muškátový orech, šupinový ľad a extrakt z drieňu. Pripravili sme štyri skupiny párkov. Kontrolná skupina neobsahovala žiadny prídavok drieňu. Druhá skupina obsahovala kyselinu askorbovú v množstve 0,5 mg/kg. Do tretieho typu párkov sme pridali extrakt z drieňu obyčajného v množstve 3 ml/kg mäsového diela. A do štvrtého typu sme pridali tiež extrakt z drieňu v množstve 5 ml/kg. Tieto mäsové výrobky boli skladované, vákuovo balené 21 dní pri teplote 4 °C.

Na získanie extraktu drieňu obyčajného bola použitá metodika ako v práci autorov Shirahigue et al. (2010). Materiál (20 g) bol extrahovaný do 80% etanolu, ktorý bol odparený a suchý zvyšok rozpustený v 50 ml destilovanej vody.

Na posúdenie ochranného účinku extraktu drieňu obyčajného na oxidáciu lipidov v mäkkých mäsových výrobkoch bola použitá metóda TBARs podľa autorov Jurčaga et al. (2022).

Na posúdenie sensorických vlastností bola použitá 5 bodová sensorická škála piatich ukazovateľov. Sensorickej analýzy sa zúčastnilo sedem školených hodnotiteľov.

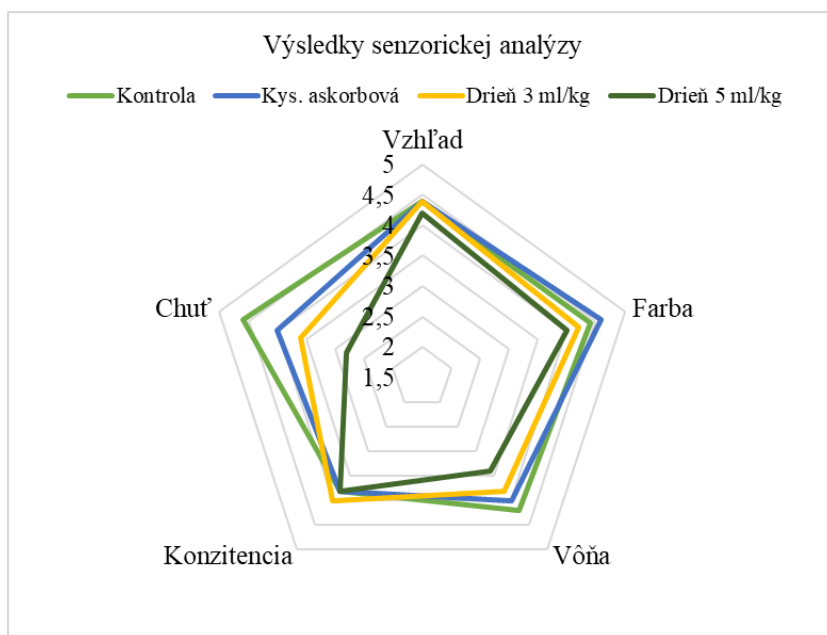
Na porovnanie a posúdenie štatisticky preukazných rozdielov ($\alpha = 0,05$) bol použitý softvér XLStat Addinsoft.

Výsledky a diskusia

Počas oxidácie lipidov vznikajú rôzne rozkladné zlúčeniny, spomedzi ktorých sú najdôležitejšie aldehydy. Tie spôsobujú aj nepríjemné pachute a arómy znehodnotených potravín. Celkové oxidačné znehodnotenie sa vyjadruje ako množstvo malondialdehydu (MDA) v 1 kilograme produktu. Počas nášho experimentu sme pozorovali najvyšší nárast MDA v kontrolnej skupine, bez prídavku akéhokoľvek antioxidantu. Tento nárast bol až o 56,91%. Naopak, pri použití kyseliny askorbovej sme pozorovali významne nižší nárast MDA, a to na úrovni 22,03%. Naším cieľom bolo porovnať účinnosť extraktu z drieňu obyčajného s týmto komerčne používaným antioxidantom. Pokusom bolo zistené, že antioxidačný účinok extraktu z drieňu obyčajného bol závislý na pridanej koncentrácii. Prídavok 3 ml/kg dosiahol nárast tvoreného MDA na úrovni 35,71% a prídavok 5 ml/kg len 27,46%. Pri vyššej koncentrácii teda dosiahol prírodný extrakt výsledky porovnateľné s komerčne používanou kyselinou askorbovou. Tieto výsledky naznačujú vysoký potenciál prírodného extraktu drieňu obyčajného, ako možnú náhradu syntetických antioxidantov v mäkkých mäsových výrobkoch. Porovnateľné výsledky dosiahli autori s použitím prírodných extraktov v mäsových výrobkoch. Autori Jia et al. (2012) použili extrakt z čiernych ríbezlí na obohatenie mletého bravčového mäsa a zistili, že tento prídavok dokázal signifikantne znížiť tvorbu MDA v analyzovaných vzorkách. Podobné pozitívne účinky boli potvrdené aj pri použití extraktov z rôzneho ovocia, ako napr. brusníc či hrozna (Karwowska and Dolatowski, 2017; Guerra-Rivas et al., 2016).

Senzorická analýza bola uskutočnená na konci doby skladovania mäkkých mäsových výrobkov (21. deň). Výsledky sensorickej analýzy ukázali, že extrakt z drieňu obyčajného nemá preukazný vplyv na vzhľad a konzistenciu mäkkého mäsového výrobku. Mierne negatívny vplyv bol pozorovaný na farbu párkov. Najvýraznejšie však pridanie

prírodného extraktu ovplyvnil najdôležitejšie spotrebiteľské parametre – chuť a vôňa. Všetci hodnotitelia referovali výraznú nepríjemnú chuť a dochuť výrobkov s pridaným extraktom z drieňu. Vôňa týchto výrobkov nebola popisovaná ako nepríjemná, ale narúšala typickú vôňu párkov a nebola zlučiteľná s preferenciami spotrebiteľov. Podobné výsledky dosiahli aj autori Tamkutė et al. (2021), ktorí používali extrakt z arónie v mletom bravčovom mäse. Autori opísali ovocnú/bobuľovú arómu týchto výrobkov, čo bolo negatívne hodnotené spotrebiteľmi. Naopak, autori Carpenter et al. (2007) nepozorovali negatívny dopad na senzorické vlastnosti mletého bravčového mäsa po použití extraktu z bobuľ medvedice lekárskej. Vplyv prírodných extraktov na senzorické ukazovatele mäsových výrobkov je veľmi variabilný a špecifický podľa použitého zdroja extraktu.



Obrázok 1: Grafické zobrazenie výsledkov senzorickej analýzy párkov s rôznymi prídavkami antioxidantov

Záver

Na základe našich výsledkov sme dokázali antioxidačný potenciál extraktu z drieňa obyčajného v mäkkých mäsových výrobkoch. Extrakt v koncentrácii 5 ml/kg výrobku dokázal inhibovať tvorbu MDA na úrovni porovnateľnej s komerčne používanou kyselinou askorbovou. Problémom pri aplikácii extraktu z drieňu je jeho výrazný negatívny vplyv na senzorické parametre, najmä chuť a vôňu. Naš prvotný výskum teda naznačuje nevhodnosť drieňa obyčajného, ako zdroja prírodných antioxidantov pre mäsový priemysel. Jeho ďalšie použitie je teda podmienené zmenou koncentrácie, zmenou extrakčného postupu alebo prípadnej kombinácií s inými zdrojmi a musí podliehať dodatočnému multidisciplinárnemu skúmaniu.

Literatúra

Beriain, M., Gómez, I., Ibáñez, F. C., Sarriés, M., & Ordóñez, A. 2018. Improvement of the functional and healthy properties of meat products. In *Elsevier eBooks* (pp. 1–74). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811442-1.00001-8>

- Carpenter, R., O'Grady, M., O'Callaghan, Y. C., O'Brien, N. M., & Kerry, J. P. 2007. Evaluation of the antioxidant potential of grape seed and bearberry extracts in raw and cooked pork. *Meat Science*, vol. 76, no. 4, pp. 604–610. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.01.021>
- Domingo, C. J. A., Sartagoda, K. J. D., Catandijan, N. J. C., & Yasin, N. K. 2023. Impact of vegetable fat on the sensory and physicochemical quality characteristics of chevon sausage. *Applied Food Research*, vol. 3, no. 1, p. 100265. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100265>
- Guerra-Rivas, C., Vieira, C., Rubio, B., MartíNez, B., Gallardo, B., Mantecón, Á. R., Lavín, P., & Manso, T. 2016. Effects of grape pomace in growing lamb diets compared with vitamin E and grape seed extract on meat shelf life. *Meat Science*, vol. 116, pp. 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.022>
- Jia, N., Kong, B., Liu, Q., Diao, X., & Xia, X. 2012. Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage. *Meat Science*, vol. 91, no. 4, pp. 533–539. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.010>
- Jurčaga, L., Bobko, M., Bučko, O., Mendelová, A., Belas, P., Kročko, M., Lidíková, J., Bobková, A., Demianova, A., Poláková, K., & Mesárosova, A. 2022. Effect of Amelanchier Extract on Lipid Oxidation and Sensory Features of Pork Sausages. *The Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, e9433. <https://doi.org/10.55251/jmbfs.9433>
- Karwowska, M., & Dolatowski, Z. J. 2016. Effect of acid whey and freeze-dried cranberries on lipid oxidation and fatty acid composition of nitrite-/nitrate-free fermented sausage made from deer meat. *Asian-australasian Journal of Animal Sciences*, vol. 30, no. 1, pp. 85–93. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0023>
- Milošević, T., Milošević, N., Simović, S., Ilić, R., & Mladenović, J. 2022. Diversity among native Serbian cornelian cherry (*Cornus mas* L.) accessions: An ideal plant for sustainable cultivation, source of antioxidants and functional food. *Scientia Horticulturae*, vol. 306, 111450. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111450>
- Shirahigue, L. D., Plata-Oviedo, M., De Alencar, S. M., D'Arce, M. A. B. R., De Souza Vieira, T. M. F., Oldoni, T. L. C., & Contreras-Castillo, C. J. 2010. Wine industry residue as antioxidant in cooked chicken meat. *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 45, no. 5, pp. 863–870. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02201.x>
- Tamkutė, L., Vaicekauskaitė, R., Melero, B., Jaime, I., Rovira, J., & Venskutonis, P. R. 2021. Effects of chokeberry extract isolated with pressurized ethanol from defatted pomace on oxidative stability, quality and sensory characteristics of pork meat products. *LWT*, vol. 150, 111943. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111943>

Pod'akovanie

Tato práce bola podporená Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR projektom KEGA 024SPU-4/2021.

Kontaktní adresa

Ing. Lukáš Jurčaga, PhD., Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra e-mail: lukas.jurcaga@uniag.sk.

Reofermentometrická analýza cesta s prídavkom lyofilizovaného ovocia

Reofermentometric analysis of dough with the addition of lyophilized fruit

Kolesárová, A., Mendelová, A., Solgajová, M., Zeleňáková, L., Mrázová, J.
Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra

Súhrn

Táto práca sa zaoberala účinkami prídavkov drobného bobuľového lyofilizovaného ovocia (plodov arónie a bazy čiernej) v zmesi so pšeničnou múkou v množstve 15 % na kvalitu cesta vyrobeného z tejto zmesnej múky, ktoré bolo porovnávané s kontrolou (cesto pripravené z pšeničnej múky). Na hodnotenie fermentácie experimentálnych ciest sa použil reofermetometer F4. Najlepšiu schopnosť tvorby kvasných plynov malo cesto s aplikáciou bazy čiernej, ktoré dosiahlo najvyššiu výšku cesta, najväčší objem vyprodukovaného a zadržaného plynu. Cesto s prídavkom arónie vyprodukovalo výrazne zvýšený celkový objem CO₂, ale počas analýzy aj výrazné množstvo plynu stratilo a retenčný objem bol porovnateľný s kontrolným pšeničným cestom.

KLúčové slová: reofermentometer, reológia cesta, zadržiavanie plynov, arónia čiernoplodá (*Aronia melanocarpa* L.), baza čierna (*Sambucus nigra* L.)

Abstract

This work dealt with the effects of additions of small berry freeze-dried fruits (chokeberry and black elderberry) in a mixture with wheat flour in the amount of 15% on the quality of the dough made from this mixed flour, which was compared with the control (dough prepared from wheat flour). A reofermetometer F4 was used to evaluate the fermentation of the experimental routes. The dough with the application of black elderberry had the best ability to produce fermentation gases, which reached the highest dough height, the largest volume of gas produced and retained. The chokeberry-supplemented dough produced a significantly increased total volume of CO₂, but also lost a significant amount of gas during analysis, and the retention volume was comparable to the control wheat dough.

Key words: Rheofermentometer, dough rheology, gas retention, chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.), black elderberry (*Sambucus nigra* L.)

Úvod

Chlieb a pekárenské výrobky sú jednou z najdôležitejších potravín, ktoré ľudia konzumujú vo veľkých množstvách (Krishtafovich et al., 2021). V súčasnosti prevláda trend obohacovania jednotlivých druhov cereálnych potravín o zdraviu prospešné zložky. Jednou z možností na zlepšenie nutričnej kvality chleba je čiastočné nahradenie pšenice nepekárskymi surovinami, ktoré sú cenené vďaka obsahu ingrediencií, ktoré sa v tradičných chleboch bežne nevyskytujú. Vznikajú tak rozmanité produkty s priaznivými zdravotnými účinkami (Almeida et al., 2013; Tebben and Shen, 2018; Torbica et al., 2019). Viacerí autori sa vo svojich prácach venovali riešeniu problému zvyšovania nutričnej hodnoty chleba a pekárenských výrobkov (Anil, M. 2007; Krishtafovich et al., 2021; Siddiq et al., 2009; Jannati et al., 2018; Romano et al., 2021; Bojňanská et al., 2021). Mimoriadne obľúbené je pre svoju atraktívnu chuť, príjemný vzhľad a bioaktívne zloženie drobné bobuľové ovocie (Martinsen et al., 2020). Tieto

bobule obsahujú významný obsah fenolových zlúčenín, z ktorých hlavnými triedami sú fenolové kyseliny, flavonoidy a stilbény a sú známe tým, že akumulujú vysoké množstvo antokyánov, ktoré sú v hlavnej miere zodpovedné za ich farbu (Albuquerque et al., 2020; Mikulic-Petkovsek et al., 2020). Drobné bobuľové ovocie s červenými plodmi má vďaka svojej farbe a chuti, zdravotným a funkčným výhodám a tiež technologickým vlastnostiam, viacero možností na využitie pri produkcii potravín (da Silva et al., 2017; Cedrim et al., 2018; Schulz et al., 2019). Pridávanie nepekárskych surovín sa podieľa na zmenách, ktoré následne ovplyvňujú celý proces výroby chleba, ovplyvňuje vlastnosti cesta, reologické správanie, textúru, objem a senzoryckú kvalitu výsledného produktu (Bojňanská et al., 2012; Rieder et al., 2012; Bresciani and Marti, 2019). Prídavok bielkovín netvoriacich lepek spôsobuje zriedenie a následné oslabenie pšeničného cesta (Autio and Salmenkallio-Marrtila, 2003). Pre zadržanie plynov a štruktúru chleba je dôležitá lepková sieť vyvinutá miešaním cesta. Na prognózovanie skutočného kysnutia cesta je vhodná analýza pomocou reofermentometra, ktorá odhaduje vlastnosti cesta počas fermentácie meraním uvoľneného CO₂ alebo vyrobeného tlaku. Vytvorený CO₂ slúži na expanziu cesta a dosiahnutie finálneho objemu bochníka chleba (Gao et al., 2017).

Z hľadiska maximálneho zachovania cenných zložiek v ovocí je veľmi dôležitý spôsob spracovania čerstvých bobúľ. Za najžiadanejšiu metódu sušenia je považovaná lyofilizácia, pretože produkty spracované touto metódou si zachovávajú vysokú nutričnú hodnotu (Calín-Sánchez et al., 2020; Sidor et al., 2021).

Cieľom tejto práce bolo vyhodnotiť vplyv prídavku lyofilizovaného ovocia - bazy čiernej (*Sambucus nigra* L.) a arónie čiernoplodej (*Aronia melanocarpa* L.) v množstve 15 % na reologické vlastnosti cesta, konkrétne jeho schopnosť tvoriť a zadržať fermentačné plyny.

Materiál a metodika

V tejto práci bola použitá pšeničná múka T650 (MLYN ZRNO, Miroslav Grznár, Slovak Republic). Na hodnotenie reologických vlastností cesta boli použité plody bazy čiernej a arónie čiernej, zbierané po dosiahnutí úplnej zrelosti (Nitra, Slovenská republika). Kvalitné plody bez stopiek a poškodených častí boli lyofilizované 5 dní pri -58 °C (ilShin Lab Co., Ltd., Korea) a následne homogenizované (BOSCH TSM6A01, Germany). Vo forme lyofilizovaného prášku sa pridávali do pšeničnej múky v množstve 15 %. Ako kontrola bola použitá len pšeničná múka bez prídavku (K).

Na monitorovanie vývoja cesta a objemu plynu, ktoré cesto zadržovalo a uvoľňovalo počas fermentácie bol použitý reofermentometer F4 (Chopin Technologies, Francúzsko). Jednotlivé cestá boli pripravené zmiešaním 250 g múčnej zmesi (85 % pšeničná múka + 15 % prídavok lyofilizovaného ovocia – arónie (A15) a bazy (B15)), 5 g droždia, 5 g soli, vody od 141 ml do 154 ml pridanej podľa väznosti múčnej zmesi (stanovenej prístrojom Mixolab). Cesto bolo miešané po dobu 7 min. (SP 12 D, Diosna Dierks & Söhne GmbH, Osnabrück, Germany). Po miesení bolo 315 g vzorky cesta vložené do fermentačnej nádoby a bolo hodnotené pri teplote 28,5 °C počas 180 minút. Parametre získané meraním: Hm (maximálna výška cesta, mm), T₁ (čas dosiahnutia maximálnej výšky); čas maximálnej tvorby plynu (T'₁), H'm (maximálna výška krivky uvoľňovania plynu, mm); T_x (čas uvoľnenia plynu, hodiny); celkový objem (objem vyprodukovaného plynu v ml CO₂); objem strateného CO₂ v ml (objem plynu uniknutého do prostredia); retenčný objem (objem zadržaného plynu v ceste na konci testu).

Na vyhodnotenie rozdielov medzi referenčnou vzorkou a vzorkami zmesi s prídavkom ovocia bola použitá analýza rozptylu (ANOVA) a Fisherov test ($p < 0,05$). Analýzy sa

uskutočnili trojmo a štatistická analýza bola vykonaná pomocou Statistica Cz 10 (TIBCO Software, Inc., Palo Alto, CA, USA) a MS Excel 2016 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA).

Výsledky a diskusia

Pre výrobu chleba s dobrým objemom je dôležitá schopnosť cesta tvoriť kvasné plyny. Analýza pomocou reofermentometra umožňuje súčasne pozorovať kvasinkovú fermentáciu a rast cesta, čo poskytuje dôkaz o korelácii medzi týmito dvoma faktormi (Huang et al., 2008). Vývoj cesta a schopnosť zadržiavať plyn cesta, ktoré obsahovalo ovocné prídavky v nutrične zaujímavom množstve 15 %, boli analyzované pomocou reofermentometra F4, ktorý zaznamenáva dve krivky počas kysnutia cesta. Jedna krivka popisuje vývoj cesta a druhá zaznamenáva tvorbu a zadržiavanie plynu.

Výsledky uvedené v tabuľke 1 ukázali významné ($p < 0,05$) rozdiely medzi prídavkami vo výške cesta (H_m). Aplikácia arónie preukázala zníženie H_m oproti kontrole o 43 %, naopak, baza čierna vo vzorkách cesta, zvýšila túto hodnotu o 35,6 % a boli odolnejšie voči zrúteniu/prepadu.

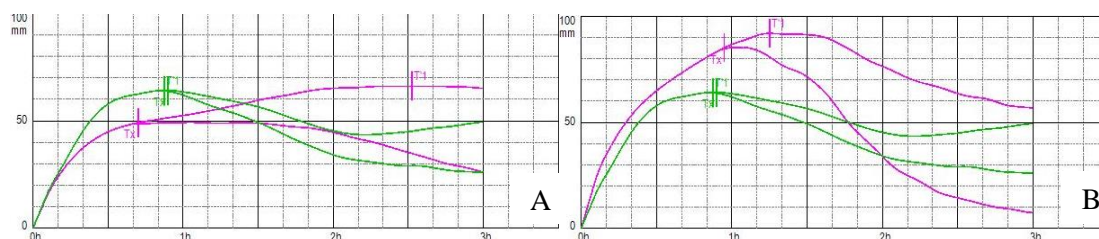
Cestá s prídavkom prášku lyofilizovaného ovocia dosiahli krivku vyprodukovaného kvasného plynu $H'm$ preukazne vyššiu ako kontrolné cesto.

Čas maximálnej tvorby plynu $T'1$ potrebný na dosiahnutie najvyššieho bodu krivky bol najkratší pri kontrolnom ceste (55,5 min.), ovocné prídavky v ceste tento čas výrazne predĺžili, v prípade B15 o 19,5 min. a A15 o 95 min. Pre kysnuté pečivo je vhodnejšie, aby čas meraný od začiatku skúšky až po uvoľnenie kvasného plynu do prostredia T_x (bod zlomu) bol čo najdlhší. Takýto najdlhší čas bol zistený len v ceste s prídavkom bazy čiernej, prídavok arónie znížili tento čas v porovnaní s kontrolným cestom, čo naznačuje skoršie uvoľňovanie plynu do prostredia (Obrázok 1).

Tabuľka 1: Reofermentometrické parametre cesta z kontrolnej múky a skúšobných zmesí.

vzorka	H_m (mm)	$H'm$ (mm)	T_x (min)	Celkový objem (mL)	Retenčný objem (mL)	Objem strateného CO_2 (mL)	Retenčný koeficient
K	84,1±0,5 ^b	61,6±1,1 ^a	49,5±1,6 ^b	1385±35,1 ^a	1165±42,5 ^a	220 ± 7,4 ^c	84,1 ± 0,9 ^c
A15	47,9±3,9 ^a	66,2±0,7 ^b	42±0,8 ^a	1539±31,0 ^b	1140±9,8 ^a	399 ± 21,2 ^b	74,1 ± 0,9 ^b
B15	114±1,6 ^c	92,1±0,7 ^c	57±1,6 ^c	1981±18,8 ^c	1323±8,9 ^b	658 ± 9,8 ^a	66,8 ± 0,2 ^a

K – kontrola, A15 – cesto s prídavkom arónie, B15 – cesto s prídavkom bazy; priemery označené rôznymi písmenami sú výrazne odlišné ($p < 0,05$)



Obrázok 1: Reofermentometrická krivka - porovnanie cesta s prídavkom arónie (A) a bazy čiernej (B) s kontrolou

Cesto s prídavkom arónie začalo uvoľňovať plyn do prostredia skôr, čo pravdepodobne súviselo so znížením lepku, ale celkový plyn vyprodukovaný v týchto vzorkách bol vyšší ako v kontrolnom ceste.

Pre zachytávanie plynu a udržiavanie štruktúry cesta je rozhodujúca viskoelastická trojrozmerná sieť tvorená gluténovým proteínom, škrobom a ďalšími zložkami (Verheyen et al., 2016). Je tendencia, že pridávanie nepšeničných surovín znižuje retenčnú schopnosť cesta, kedy dochádza k narušeniu matrice zo škrobu a lepku, čo zhorší zadržiavanie plynov, a to má za následok zníženie špecifického objemu chleba a pórovitosti (Rubel et al., 2015).

V pokusných cestách bol zistený výrazne zvýšený celkový objem CO₂ vyprodukovaného v ceste v porovnaní s kontrolným cestom ($p < 0,05$). Okrem množstva vyprodukovaného plynu je dôležitá aj schopnosť cesta tento plyn zadržiavať. Počas meraní reofermentometra stratili pokusné zmesi s prídavkom arónie a bazy výrazne vyššie množstvá CO₂ v porovnaní s kontrolou ($p < 0,05$), čo demonštruje retenčný koeficient nižší o 10 % (A15) a o 17,3 % (B15). Výsledný objem plynu zadržaného v ceste na konci testu (Retention volume) bol preukazne ($p < 0,05$) vyšší v ceste s prídavkom bazy (B15), a keďže sa v tomto ceste vyprodukovalo preukazne najväčšie množstvo kvasného plynu (Total volume), ani vysoké straty ho neznížili.

Záver

Schopnosť tvorby kvasných plynov je dôležitá pre výrobu chleba s dobrým objemom. Cesto s aplikáciou bazy čiernej v množstve 15 % dosiahlo najvyššiu výšku cesta, najväčší objem vyprodukovaného a zadržaného plynu. Cestá s prídavkom arónie v rovnakom množstve, vyprodukovali výrazne zvýšený celkový objem fermentačných plynov, ale počas merania aj výrazné množstvo plynu stratili a retenčný objem bol porovnateľný s kontrolným pšeničným cestom.

Literatúra

- Albuquerque, B. R., Pinela, J., Barros, L., Oliveira, M. B. P. P., Ferreira, I. C. F. R. 2020. Anthocyanin-rich extract of jaboticaba epicarp as a natural colorant: Optimization of heat- and ultrasound-assisted extractions and application in a bakery product. *Food Chemistry*, vol. 316, 126364. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126364>
- Almeida, E. L., Kil Chang, Y., Steel, C. J. 2013. Dietary fibre sources in bread: Influence on technological quality. *LWT-Food Science and Technology*, vol. 50, pp. 545-553, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.08.012>
- Anil, M. 2007. Using of hazelnut testa as a source of dietary fiber in breadmaking. *Journal of Food Engineering*, vol. 80 (1), pp. 61-67 <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.05.003>
- Autio, K., Salmenkallio-Marrtila, M. 2003. Understanding microstructural changes in biopolymers using light and electron microscopy. In: Kaletunc G and Breslauer KJ editors. Characterization of cereals and flours. New York, Basel: Marcel Dekker, Inc. p.387-408. ISBN 0-8247-0734-6
- Bojňanská, T., Frančáková, H., Líšková, M., Tokár, M. 2012. Legumes – the alternative raw materials for bread production. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, February Special issue, 876-886.
- Bojňanská, T., Musilová, J., Vollmannová, A. 2021. Effects of Adding Legume Flours on the Rheological and Breadmaking Properties of Dough. *Foods*, vol. 10(5):1087. <https://doi.org/10.3390/foods10051087>

- Bresciani A, Marti A. 2019. Using pulses in baked products: lights, shadows, and potential solutions. *Foods*, vol. 8:451. <https://doi.org/10.3390/foods8100451>
- Calín-Sánchez, Á., Lipan, L., Cano-Lamadrid, M., Kharaghani, A., Masztalerz, K., Carbonell-Barrachina, Á.A., Figiel, A. 2020. Comparison of traditional and novel drying techniques and its effect on quality of fruits, vegetables and aromatic herbs. *Foods*, vol. 9:1261. <https://doi.org/10.3390/foods9091261>
- Cedrim, P. C. A. S., Barros, E. M. A., Nascimento, T. G. D., Cedrim, P. C. A. S., Barros, E. M. A., & Nascimento, T. G. D. 2018. Propriedades antioxidantes do açaí (Euterpe oleracea) na síndrome metabólica. *Brazilian Journal of Food Technology*, vol. 21 (0). <https://doi.org/10.1590/1981-6723.09217>
- da Silva, R. F. R.; Barreira, J. C. M.; Heleno, S. A.; Barros, L.; Calhelha, R. C.; Ferreira, I.C.F.R. 2019. Anthocyanin Profile of Elderberry Juice: A Natural-Based Bioactive Colouring Ingredient with Potential Food Application. In *Molecules*, vol. 24:13, pp. 1-13. <https://doi.org/10.3390/molecules24132359>
- Gao, J., Lyn Tay, S., Hui Si Koh, A., Zhou, W. 2017. Dough and bread made from high- and low-protein flours by vacuum mixing: Part 2. Yeast activity, dough proofing and bread quality, *Journal of Cereal Science*, vol. 77, pp. 275-283, ISSN 0733-5210, <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.08.015>
- Huang, W., Kim, Y., Li, X., Rayas-Duarte, P. 2008. Rheofermentometer parameters and bread specific volume of frozen sweet dough influenced by ingredients and dough mixing temperature. *J. Cereal Sci.*, vol. 48, pp. 639-646. ISSN 0733-5210. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.02.008>
- Krishtafovich, V.I., Krishtafovich, D.V., Bronnikova, V.V., Savina, O.V. 2021. The Effect of Juniper Supplements on the Quality and Nutritional Value of Bread. In: Bogoviz, A.V. (eds) *The Challenge of Sustainability in Agricultural Systems. Lecture Notes in Networks and Systems*, vol 206. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-72110-7_96
- Martinsen, B. K., Aaby, K., Skrede, G. 2020. Effect of temperature on stability of anthocyanins, ascorbic acid and colour in strawberry and raspberry jams. *Food Chemistry*, vol. 316, 126297. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126297>
- Mikulic-Petkovsek, M., Koron, D., Rusjan, D. 2020. The impact of food processing on the phenolic content in products made from juneberry (*Amelanchier lamarckii*) fruits. *Journal of Food Science*, vol. 85, pp. 386-393. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15030>
- Rieder, A. Holtekjølen, A. K., Sahlstrøm, S., Moldestad, A. 2012. Effect of barley and oat flour types and sourdoughs on dough rheology and bread quality of composite wheat bread. *Journal of Cereal Science*, vol. 55(1), pp. 44-52, ISSN 0733-5210, <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.10.003>
- Romano, A., Gallo, V., Ferranti, P., Masi, P. 2021. Lentil flour: nutritional and technological properties, in vitro digestibility and perspectives for use in the food industry. *Current Opinion in Food Science*, vol. 40, pp. 157-167, ISSN 2214-7993, <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.04.003>
- Schulz, M., Katia, S., Seraglio, T., Della, F., Nehring, P., Camargo, A., et al. 2019. Blackberry (*Rubus ulmifolius* Schott): Chemical composition, phenolic compounds and antioxidant capacity in two edible stages. *Food Research International*, vol. 122, pp. 627-634. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.034>
- Siddiq, M., Nasirb, M., Ravia, R., Buttb, M. S., Dolanac, K. D., Harte, J. B. 2009. Effect of defatted maize germ flour addition on the physical and sensory quality of wheat bread.

LWT *Food Sci Technol*, vol. 42(2), pp. 464-470,
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.09.005>

Sidor, A., Drożdżyńska, A., Brzozowska, A., Gramza-Michałowska, A. 2021. The Effect of Plant Additives on the Stability of Polyphenols in Dried Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) Fruit. *Foods*, vol. 10(1), p. 44. <https://doi.org/10.3390/foods10010044>

Tebben, L., Shen, Y., Li, Y. 2018. Improvers and functional ingredients in whole wheat bread: A review of their effects on dough properties and bread quality. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 81, pp. 10-24. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.015>

Torbica, A., Belović, M., Tomić, J. 2019. Novel breads of non-wheat flours. *Food Chemistry*, vol. 282, pp. 134-140. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.12.113>

Verheyen, C., Albrecht, A., Becker, T., & Jekle, M. 2016. Destabilization of wheat dough: Interrelation between CO₂ and glutathione. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 34, pp. 320-325. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.03.006>

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená projektom APVV-18-0312 a KEGA 020SPU-4/2021.

Kontaktná adresa

Ing. Anna Kolesárová, PhD., SPU Nitra, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: anna.kolesarova@uniag.sk.

Čučoriedky a muchovník – zdroje bioaktívnych látok *Bilberry and Saskatoon berry – sources of bioactive substances*

Kopčeková, J., Mrázová, J., Fatrcová-Šramková, K., Habánová, M., Gažarová, M.,
Lenártová, P., Kolesárová, A., Zeleňáková, L.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Ovocie je bohatým zdrojom mnohých biologicky aktívnych látok. Zo všetkých druhov ovocia jednoznačne konzumácia bobuľovín vďaka vysokému obsahu bioaktívnych zložiek zabraňuje riziku mnohých ochorení, ako sú rakovina, kardiovaskulárne ochorenia, Alzheimerova choroba, diabetes, šedý zákal, a dokonca aj ochorenia súvisiace s vekom. Cieľom práce bolo stanoviť a porovnať rozdiely v zložení čučoriedky (*Vaccinium myrtillus* L.) a muchovníka (*Amelanchier alnifolia*). Z našich analýz vyplýva, že muchovník má vyšší obsah bielkovín, vlákniny, minerálnych látok a aj celkových cukrov ako čučoriedky. V porovnaní s čučoriedkami obsahujú plody muchovníka podstatne viac vitamínu C. Naopak v čučoriedkach sme stanovili vyšší celkový obsah polyfenolov, antokyanínov ako aj vyššiu antioxidantnú aktivitu. Čučoriedky a muchovník predstavujú perspektívny zdroj prírodných bioaktívnych zložiek, ktoré by mohli nahradiť syntetické antioxidanty a slúžiť ako potenciálny zdroj zdraviu prospešných látok v potravinárskom priemysle.

Kľúčové slová: čučoriedka, muchovník, celkový obsah fenolov, antokyány, antioxidantná aktivita

Abstract

Fruit is a rich source of many biologically active substances. Of all fruits, berry consumption clearly prevents the risk of many diseases such as cancer, cardiovascular disease, Alzheimer's disease, diabetes, cataracts, and even age-related diseases, due to its high content of bioactive compounds. The aim of this work was to determine and compare the differences in the composition of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and Saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia*). Our analyses show that Saskatoon berry has higher content of proteins, fibre, minerals and also total sugars than bilberries. Compared to bilberries, the Saskatoon berry contains significantly more vitamin C. On the other hand, in bilberries we determined a higher content of total polyphenols, anthocyanins as well as a higher antioxidant activity. Bilberries and Saskatoon berries represent a promising source of natural bioactive compounds that could replace synthetic antioxidants and serve as a potential source of health-promoting compounds in the food industry.

Key words: bilberry, Saskatoon berry, total phenolic content, anthocyanins, antioxidant activity

Úvod

Fytonutrienty alebo fytochemikálie sú prírodné bioaktívne zlúčeniny získané z rastlín, ktoré vykonávajú špecifické biologické aktivity a modifikujú rôzne fyziologické funkcie s cieľom zlepšiť celkové zdravie človeka (Prakash a Gupta, 2009; Carbonell-Capella et al., 2014). Mechanizmy účinku rôznych zlúčenín, najmä pokiaľ ide o zníženie rizika ochorení u jednotlivcov, nie sú úplne objasnené (Bubalo et al., 2018; Thodberg et al., 2018).

Ovocie je bohatým zdrojom mnohých biologicky aktívnych látok (Karasawa et al., 2018; Taiwe et al., 2019). Zo všetkých druhov ovocia jednoznačne konzumácia bobuľovín vďaka vysokému obsahu bioaktívnych zložiek zabraňuje riziku mnohých ochorení, ako sú rakovina, kardiovaskulárne ochorenia, Alzheimerova choroba, diabetes, šedý zákal, a dokonca aj ochorenia súvisiace s vekom (Halilova et al., 2010; Michalska et al., 2015, Mikulic-Petkovsek et al., 2015). Považujú sa za dobrý zdroj fenolových zlúčenín, najmä flavonoidov a fenolových kyselín, ktoré väčšinou prispievajú k ich vysokej antioxidačnej aktivite (Battino et al., 2009; Halilova et al., 2010). Mnohé zdravotné výhody, ktoré sa spájajú s bobuľovitým ovocím, môžu súvisieť s vysokým obsahom antokyánov (Konic-Ristic et al., 2011).

Plody čučoriedky (*Vaccinium myrtillus* L.) sú dôležitou súčasťou miestnej stravy v mnohých krajinách vrátane Slovenska. Sú cenené pre svoju príjemnú chuť a vôňu a často sa spracovávajú na džemy, konzervy, šťavy a alkoholické nápoje. Sú bohaté na antokyány, ktoré spôsobujú intenzívne tmavofialové sfarbenie plodov, ako aj všetkých spracovaných potravín vyrobených z plodov. Ich vysoká trhovú hodnotu je spôsobená ich pomerne ťažkou dostupnosťou - čučoriedkové kríky rastú len vo voľne rastúcich horských oblastiach (Zoratti et al., 2016; Vaneková et al., 2020).

V posledných dvoch desaťročiach sa bobule muchovníka (*Amelanchier alnifolia*) pestujú v mnohých častiach sveta (Seeram et al., 2008) pre ich vhodnosť na výrobu rôznych potravinárskych výrobkov a pre ich vysoký obsah živín a polyfenolov (Lavola et al., 2012). Doteraz sa muchovník využíval ako okrasný druh rastliny v Slovenskej a Českej republike. V poslednom období sa do popredia dostáva aj pre vysokú biologickú hodnotu plodov (Juríková et al., 2012).

Vzhľadom na zloženie plodov, ktoré sa týka najmä obsahu bioaktívnych látok, najmä polyfenolov, môžu plody drobného ovocia zohrávať veľmi priaznivú antioxidačnú, protizápalovú, protinádorovú, hypoglykemickú, antidiabetickú, antiradikálovú, protiplesňovú, antihypertenznú, antialergickú a antivírusovú úlohu (Zatylny et al., 2005; Rop et al., 2012; Juríková et al., 2013). Majú potenciálne preventívne a terapeutické účinky na mnohé ochorenia, ako sú rakovina, zápalové a kardiovaskulárne ochorenia, obezita, neurodegeneratívne patológie a svalová degenerácia (Konic-Ristic et al., 2011; Jin et al., 2015).

Cieľom práce bolo stanoviť a porovnať rozdiely v chemickom zložení čučoriedky (*Vaccinium myrtillus* L.) a muchovníka (*Amelanchier alnifolia*).

Materiál a metodika

Plne zrelé plody muchovníka a čučoriedok boli zozbierané ako čerstvé plody v období jún-august 2021. Vzorky muchovníka boli získané v Nitre a plody divorastúcich čučoriedok pochádzali z Volovských vrchov. Vzorky boli homogenizované a skladované pri teplote -20 °C až do uskutočnenia analýz. Analýzy boli vykonané na Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre.

Obsah základných živín sa stanovil nasledujúcimi metódami oficiálnych analytických metód - AOAC : popol (zvyšok po žíhaní pri 535 °C), hrubý proteín (N stanovený Kjeldahlovou metódou × 6,25) pomocou prístroja Kjeltex Auto 1030 (Foss, Dánsko), obsah tuku Soxhletovou metódou extrakcie tuku pomocou prístroja Tecator Soxtec System HT6 (Foss, Dánsko), hrubá vláknina Hennebergovou-Stohmannovou metódou a celkové cukry Luff-Schoorlovou titráciou. Obsah minerálnych látok sa stanovil atómovou absorpčnou spektroskopiou pomocou analyzátoru AVANTA (GBC Scientific Equipment, Austrália).

Celkový obsah fenolových látok (TPC) sa stanovil spektrofotometrickou metódou (Lachman et al., 2006) podľa Folinovej-Ciocalteuovej metódy pomocou spektrofotometra Shimadzu UV/VIS -1800 a vyjadrený je v mg ekvivalentov kyseliny galovej (GAE)/g. Fenolové zlúčeniny boli stanovené pomocou HPLC Agilent 1260 Infinity II (Agilent Technologies GmbH, Waldbronn, Nemecko) mierne modifikovanou metódou podľa Gabriele et al. (2018). Antioxidačná aktivita bola meraná pomocou testu na stabilný radikál 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl (DPPH) a výsledky boli vyjadrené ako percento inhibície radikálu (Brand-Williams et al., 1995). Obsah vitamínu C sa stanovil pomocou HPLC systému Waters Separations Module 2695 s UV detektorom 2996.

Výsledky a diskusia

Hlavným cieľom tohto výskumu bolo určiť zložky čučoriedok a muchovníka a porovnať rozdiely v ich chemickom zložení. Chemické zloženie a kvalita bobúľ závisia od mnohých faktorov, napr. od odrody, geografického pôvodu, klimatických podmienok, zrelosti pri zbere a podmienok skladovania (Zhao et al., 2007; Gołba et al., 2020).

Vo všeobecnosti 100 g čerstvých plodov čučoriedok obsahuje vodu (84 %), sacharidy (9,7 %), bielkoviny (0,6 %), tuk (0,4 %) a 0,3 g popola (Prior et al., 1998; Michalska et al., 2015). Mazza et al. (2006) uvádzajú, že plody muchovníka majú o niečo nižší obsah vody ako čučoriedky, čo sa potvrdilo aj v našom výskume. Z našich analýz vyplýva, že muchovník má vyšší obsah bielkovín, vlákniny, minerálnych látok a aj celkových cukrov ako čučoriedky. Obsah celkových cukrov v čučoriedkach bol $72,24 \pm 0,57$ g/kg, pričom podobné hodnoty uvádzajú aj Laaksonen et al. (2010). Základné chemické zloženie čučoriedok a muchovníka je uvedené v tab. 1.

Tabuľka 1: Základné chemické zloženie čučoriedok a muchovníka (g/kg sušiny)

Parameter	Čučoriedky	Muchovník
Sušina	$145,55 \pm 1,34$	$245,85 \pm 0,07$
Proteíny	$6,59 \pm 0,24$	$11,50 \pm 0,26$
Tuk	$6,13 \pm 0,06$	$3,39 \pm 0,08$
Vláknina	$11,18 \pm 0,28$	$14,24 \pm 0,46$
Popol	$2,28 \pm 0,02$	$7,87 \pm 0,04$
Celkové cukry	$72,24 \pm 0,57$	$118,25 \pm 0,92$

V čučoriedkach a muchovníku sa nachádza aj značne vysoký obsah minerálnych látok (napr. fosforu, draslíka a horčíka) (Prior et al., 1998; Kalt et al., 2008). Ako vyplýva z tab. 2, okrem mangánu majú bobule muchovníka výrazne vyšší obsah železa, horčíka, draslíka, vápnika a fosforu ako čučoriedky. Muchovník predstavuje dôležitý zdroj horčíka pre ľudskú stravu, čo potvrdili aj Rop et al. (2010) a Juriková et al. (2012).

Tabuľka 2: Obsah minerálnych látok čučoriedok a muchovníka

Parameter	Jednotka	Čučoriedky	Muchovník
Ca	g/kg	0,21	1,28
P	g/kg	0,13	0,37
Mg	g/kg	0,12	0,32
K	g/kg	0,06	0,23
Fe	mg/kg	7,47	12,25
Zn	mg/kg	2,51	4,42
Mn	mg/kg	23,93	4,76

V čučoriedkach aj v bobuliach muchovníka bolo identifikovaných mnoho fenolových zlúčenín a boli zistené rozdiely v ich fenolových profiloch, ktoré súvisia s mnohými faktormi (Su et al., 2012; Colak et al., 2016; Meczarska et al., 2017). Primárnymi fenolovými zlúčeninami v bobuľovínach sú flavonoidy, najmä antokyány (najmä kyanidíny) (Lavola et al., 2007; Lavola et al., 2012; Zhao et al., 2020). Čučoriedky majú vyšší obsah antokyanínov v porovnaní s inými druhmi bobuľového ovocia, ako sú jahody, brusnice, baza a maliny (Cocetta et al., 2012; Khattab et al., 2016). S výnimkou kyseliny chlorogénovej a benzoovej sme v čučoriedkach stanovili vyšší obsah bioaktívnych zlúčenín ako v muchovníku. Vyšší obsah fenolových zlúčenín v čučoriedkach súvisí aj s ich vyššou antioxidačnou aktivitou v porovnaní s muchovníkom. Korelácia medzi antioxidačnou kapacitou a fenolovými zlúčeninami bola zaznamenaná v prípade viacerých druhov ovocia (Mitic et al., 2013) (tab. 3).

Medzi ďalšie dôležité zložky čučoriedok a muchovníka patria vitamíny. V čerstvých plodoch čučoriedok boli zistené vitamíny C, tiamín, riboflavín, kyselina pantoténová, nikotínamid a β -karotén (Moeck et al., 1994). Medzi vitamíny nachádzajúce sa v muchovníku patria kyselina askorbová, tiamín, riboflavín, kyselina pantoténová, pyridoxín, kyselina listová, tokoferoly (Lavola et al., 2012; Jin et al., 2015; Lachowicz et al., 2017). Zistili sme, že porovnaní s čučoriedkami obsahujú plody muchovníka podstatne viac vitamínu C ako čučoriedky (tab. 3).

Tabuľka 3: Obsah bioaktívnych zložiek a antioxidačná aktivita čučoriedok a muchovníka

Parameter	Jednotka	Čučoriedky	Muchovník
Kyselina benzoová	mg/kg	-	154,60
Kyselina kávová	mg/kg	458,83	208,41
Kyselina kumárová	mg/kg	331,95	43,66
Rurín	mg/kg	173,17	37,08
Kyselina ferulová	mg/kg	755,23	348,95
Myricetín	mg/kg	605,38	182,43
Resveratrol	mg/kg	175,04	36,92
Kvercetin	mg/kg	124,10	33,50
Kyselina škoricová	mg/kg	-	16,86
Kyselina chlorogénová	mg/kg	1143,64	3187,07
Celkový obsah polyfenolov	mg GAE/g	17,92	6,46
Antokyány	mg/g	1,93	0,330
Vitamín C	mg/100 g	11,62	100,04
Antioxidačná aktivita	% inhibície DPPH	56,3	36,9

Záver

Cieľom práce bolo stanoviť a porovnať rozdiely v zložení čučoriedky (*Vaccinium myrtillus* L.) a muchovníka (*Amelanchier alnifolia*). V tejto štúdii sa ukázalo, že vo vybraných druhoch drobného ovocia boli výrazné rozdiely. Z našich analýz vyplýva, že muchovník má vyšší obsah bielkovín, vlákniny, minerálnych látok a aj celkových cukrov ako čučoriedky. V porovnaní s čučoriedkami obsahujú plody muchovníka podstatne viac vitamínu C ako čučoriedky. Naopak v čučoriedkach sme stanovili vyšší celkový obsah polyfenolov, antokyanínov ako aj vyššiu antioxidačnú aktivitu. Čučoriedky a muchovník predstavujú perspektívny zdroj prírodných bioaktívnych zložiek, ktoré by mohli nahradiť

syntetické antioxidanty a slúžiť ako potenciálny zdroj zdraviu prospešných látok v potravinárskom priemysle.

Literatúra

- Battino M., Beekwilder J., Denoyes-Rothan B., Laimer M., McDougall G.J., Mezzetti B.: Bioactive compounds in berries relevant to human health. *Nutr Rev* 2009;67 Suppl 1:S145-50. doi: 10.1111/j.1753-4887.2009.00178.x.
- Bubalo M. C., Vidović S., Radojčić Redovniković I., Jokić S.: New perspective in extraction of plant biologically active compounds by green solvents. *Food and Bioprocess Processing* 2018;108:52-73. doi:10.1016/j.fbp.2018.03.001.
- Carbonell-Capella J.M., Buniowska M., Barba F.J., Esteve M.J., Frígola A.: Analytical Methods for Determining Bioavailability and Bioaccessibility of Bioactive Compounds from Fruits and Vegetables: A Review. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2014;13(2):155-171. doi: 10.1111/1541-4337.12049.
- Cocetta G., Karppinen K., Suokas M., Hohtola A., Häggman H., Spinardi A., Mignani I., Jaakola L.: Ascorbic acid metabolism during bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) fruit development. *J Plant Physiol* 2012;169(11):1059-65. doi: 10.1016/j.jplph.2012.03.010.
- Colak N., Torun H., Gruz J., Strnad M., Hermosín-Gutiérrez I., Hayirlioglu-Ayaz S., Ayaz F.A.: Bog bilberry phenolics, antioxidant capacity and nutrient profile. *Food Chem* 2016;15;201:339-49. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.062.
- Gołba M., Sokół-Łętowska A., Kucharska A.Z.: Health Properties and Composition of Honeysuckle Berry *Lonicera caerulea* L. An Update on Recent Studies. *Molecules* 2020;25(3):749. doi: 10.3390/molecules25030749.
- Halilova H., Ercisli S.: Several Physico-Chemical Characteristics of Cherry Laurel (*Laurocerasos Officinalis* Roem.) Fruits, *Biotechnology & Biotechnological Equipment* 2010;24(3):1970-1973.
- Jin A.L., Ozga J.A., Kennedy J.A., Koerner-Smith J.L., Botar G., Reinecke D.M.: Developmental profile of anthocyanin, flavonol, and proanthocyanidin type, content, and localization in saskatoon fruits (*Amelanchier alnifolia* Nutt.). *J Agric Food Chem* 2015;63(5):1601-14. doi: 10.1021/jf504722x.
- Juríková T., Balla S., Sochor J., Pohanka M., Mlcek J., Baron M.: Flavonoid profile of Saskatoon berries (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) and their health promoting effects. *Molecules* 2013;18(10):12571-86. doi: 10.3390/molecules181012571.
- Jurikova, T., Sochor, J., Rop, O., Mlček, J., Balla, S., Szekeres, L., Zitný, R., Zitka, O., Adam, V., Kizek, R. Evaluation of polyphenolic profile and nutritional value of non-traditional fruit species in the Czech Republic--a comparative study. *Molecules*. 2012, 7(8):8968-81. doi: 10.3390/molecules17088968.
- Kalt W., MacKinnon S., McDonald J., Vinqvist M., Craft C., Howell A.: Phenolics of *Vaccinium* berries and other fruit crops. *J Sci Food Agric* 2008;88:68-76. doi: 10.1002/jsfa.2991.
- Karasawa M.M.G., Mohan C.: Fruits as Prospective Reserves of bioactive Compounds: A Review. *Nat Prod Bioprospect* 2018;8(5):335-346. doi: 10.1007/s13659-018-0186-6.
- Khattab R., Brooks M. S. L., Ghanem A.: Phenolic Analyses of Haskap Berries (*Lonicera caerulea* L.): Spectrophotometry Versus High Performance Liquid Chromatography, *International Journal of Food Properties* 2016;19(8):1708-1725, doi: 10.1080/10942912.2015.1084316.

- Konic-Ristic A., Savikin K., Zdunic G., Jankovic T., Juranic Z., Menkovic N.: Biological activity and chemical composition of different berry juices. *Food Chemistry* 2011;125(4):1412e1417.
- Lachowicz S., Oszmiański J., Seliga Ł., Pluta S.: Phytochemical Composition and Antioxidant Capacity of Seven Saskatoon Berry (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) Genotypes Grown in Poland. *Molecules* 2017;22(5):853. doi: 10.3390/molecules22050853.
- Lavola A., Karjalainen R., Julkunen-Tiitto R.: Bioactive polyphenols in leaves, stems, and berries of Saskatoon (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) cultivars. *J Agric Food Chem* 2012;60(4):1020-7. doi: 10.1021/jf204056s
- Loza-Mejía M.A., Salazar J.R.: Sterols and triterpenoids as potential anti-inflammatories: Molecular docking studies for binding to some enzymes involved in inflammatory pathways. *J Mol Graph Model*. 2015;62:18-25. doi: 10.1016/j.jmgm.2015.08.010.
- Meczarska K., Cyboran-Mikolajczyk S., Wloch A., Bonarska-Kujawa D., Oszmianski J., Kleszczynska H.: Polyphenol content and bioactivity of Saskatoon berry (*Amelanchier alnifolia* nutt.) leaves and berries. *Acta Pol Pharm* 2017;74(2):660-669.
- Michalska A., Łysiak G.: Bioactive Compounds of Blueberries: Post-Harvest Factors Influencing the Nutritional Value of Products. *Int J Mol Sci* 2015;16(8):18642-63. doi: 10.3390/ijms160818642.
- Mikulic-Petkovsek M., Schmitzer V., Slatnar A., Stampar F., Veberic R.: A comparison of fruit quality parameters of wild bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) growing at different locations. *J Sci Food Agric* 2015;5;95(4):776-85. doi: 10.1002/jsfa.6897.
- Moeck S.: *Vaccinium*. In: Hansel R., Keller K., Rimpler H., Schneider G., editors. *Hagers Handbuch der Pharmazeutischen Praxis. Volume 6 (P-Z)*. Berlin, Springer, 1994.
- Ozga J.A., Saeed A., Wismer W., Reinecke D.M.: Characterization of cyanidin- and quercetin-derived flavonoids and other phenolics in mature saskatoon fruits (*Amelanchier alnifolia* Nutt.). *J Agric Food Chem* 2007;55(25):10414-24. doi: 10.1021/jf072949b.
- Prakash D., Gupta K. R. The Antioxidant Phytochemicals of Nutraceutical Importance. *The Open Nutraceuticals Journal* 2009;2:20-35.
- Prior R.L., Cao G., Martin A., Sofic E., McEwen J., O'Brien C., Lischner N., Ehlenfeldt M., Kalt W., Krewer G., Mainland C.M.: Antioxidant Capacity as Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of *Vaccinium* Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1998;46(7):2686-2693. doi:10.1021/jf980145d.
- Rop O., Reznicek V., Mlcek J., Jurikova, T., Sochor J., Kizek R., Humpolicek P., Balik J.: Nutritional values of new Czech cultivars of Saskatoon berries (*Amelanchier alnifolia* Nutt.). *Hortic Sci* 2012;39(3):123-128.
- Rop, O., Jurikova, T., Kramarova, D., Reznicek, V., Humpolicek, V. Antioxidant capacity and mineral composition of new Czech cultivars of Saskatoon berries (*Amelanchier alnifolia* Nutt.). *Afr. J. Food Sci.* 2010; 15–19.
- Seeram N.P.: Berry fruits: compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease. *J Agric Food Chem* 2008;13;56(3):627-9. doi: 10.1021/jf071988k.
- Su Z.: Anthocyanins and Flavonoids of *Vaccinium* L. *Pharmaceutical Crops* 2012;3, 7-37.
- Taiwe G.S., Kuete V.: *KUETEENGLISH. Medicinal species and vegetables from South Africa*, Elsevier, 2017.
- Thodberg S., Del Cueto J., Mazzeo R., Pavan S., Lotti C., Dicenta F., Jakobsen Neilson E.H., Møller B.L., Sánchez-Pérez R.: Elucidation of the Amygdalin Pathway Reveals the

Metabolic Basis of Bitter and Sweet Almonds (*Prunus dulcis*). *Plant Physiol* 2018;178(3):1096-1111. doi: 10.1104/pp.18.00922.

Zatylny A., Ziehl W., St-Pierre R.: Physicochemical properties of fruit of 16 saskatoon (*Amelanchier alnifolia* Nutt.) cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* 2005;85: doi:10.4141/P04-065.

Zhao L., Huang F., Hui A.L., Shen G.X.: Bioactive Components and Health Benefits of Saskatoon Berry. *J Diabetes Res* 2020;3901636. doi: 10.1155/2020/3901636.

Zhao, Y.: Berry fruit. Value-added products for health promotion (Food Science and Technology) (1st ed.). New York, CRC Press, 2007.

Zoratti L., Klemetilä H., Jaakola L.: Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) Ecotypes. *Nutr Compos Fruit Cultiv* 2016;83-99.

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená projektom VEGA 1/0159/21 Determinácia účinkov biologicky aktívnych látok drobného ovocia na zdravie konzumentov.

Kontaktná adresa

Ing. Jana Kopčeková, PhD., Ústav výživy a genomiky, FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.kopcekova@uniag.sk.

Súčasn \acute{e} met \acute{o} dy stanovenia mykotox \acute{i} nov v potravin \acute{a} ch

Current methods of determination of mycotoxins in food

Kor \acute{e} nekov \acute{a} B., Jevinov \acute{a} , P.

*Univerzita veterin \acute{a} rskeho lek \acute{a} rstva a farm \acute{a} cie v Ko \acute{s} iciach, SR
Katedra hygieny, technol \acute{o} gie a zdravotnej bezpe \acute{c} nosti potrav \acute{i} n*

S \acute{u} hrn

Pr \acute{a} ca prin \acute{a} ša inform \acute{a} cie o progrese v met \acute{o} dach zist \acute{o} vania mykotox \acute{i} nov v r \acute{o} znych potravin \acute{a} ch. Zah \acute{r} ňa met \acute{o} dy kvalitat $\acute{i$ vn \acute{e} ako je tenko vrstvov \acute{a} chromatografia a semikvantitat $\acute{i$ vn \acute{e} ako s \acute{u} prietokov \acute{e} imunologick \acute{e} testy. Poukazuje na vyu \acute{z} itie kvantitat $\acute{i$ vn \acute{y} ch met \acute{o} d anal \acute{y} zy mykotox \acute{i} nov ako s \acute{u} ELISA met \acute{o} da, vysoko \acute{u} činn \acute{a} kvapalinov \acute{a} chromatografia, plynov \acute{a} chromatografia, hmotnostn \acute{a} spektrometria. Pr \acute{a} ca uv \acute{a} dza nov \acute{e} technol \acute{o} gie detekcie mykotox \acute{i} nov ako s \acute{u} infra \acute{c} erven \acute{a} spektroskopia, kapil \acute{a} rna elektrofor \acute{e} za, nukle \acute{a} rna magnetick \acute{a} rezonancia, biosenzory, elektronick \acute{y} nos. Kontrola mykotox \acute{i} nov pomocou t \acute{y} chto met \acute{o} d d \acute{a} va spotrebiteľovi z \acute{a} ruku bezpe \acute{c} nosti potrav \acute{i} n.

Kľ \acute{u} čov \acute{e} slov \acute{a} : *mykotox \acute{i} ny, met \acute{o} dy, anal \acute{y} za, potraviny*

Abstract

The work provides information on progress in the methods of detecting mycotoxins in various foods. It includes qualitative methods such as thin layer chromatography and semi-quantitative methods such as flow immunoassays. It points to the use of quantitative methods for the analysis of mycotoxins, such as the ELISA method, high-performance liquid chromatography, gas chromatography, mass spectrometry. The work introduces new technologies for the detection of mycotoxins such as infrared spectroscopy, capillary electrophoresis, nuclear magnetic resonance, biosensors and electronic nose. Controlling mycotoxins using these methods gives the consumer a guarantee of food safety.

Key words: *mycotoxins, methods, analysis, foods*

Úvod

V s \acute{u} časnej dobe existuje \acute{s} irok \acute{a} \acute{s} k \acute{a} la analytick \acute{y} ch met \acute{o} d stanovenia mykotox \acute{i} nov, ktoré sa vyzna \acute{c} ujú r \acute{o} znou \acute{u} činnosťou ich detekcie. Dan \acute{e} je to existenciou mnoh \acute{y} ch mykotox \acute{i} nov v potravin \acute{a} ch a ich rozdielnou chemickou \acute{s} trukt \acute{u} rou. Medzi kvalitat $\acute{i$ vn \acute{e} met \acute{o} dy anal \acute{y} zy mykotox \acute{i} nov pat \acute{r} i najstar \acute{s} ia chromatografick \acute{a} met \acute{o} da a to *tenkovrstvov \acute{a} chromatografia*, ktor \acute{a} sa pou \acute{z} iva ako r \acute{y} chla skr \acute{i} ningov \acute{a} met \acute{o} da (Shepard, 2008). K semikvantitat $\acute{i$ vn \acute{y} m met \acute{o} d \acute{a} m anal \acute{y} zy mykotox \acute{i} nov patria *prietokov \acute{e} imunologick \acute{e} testy*, ktoré umo \acute{z} ňujú testov \acute{a} ť vzorky priamo na mieste in \acute{s} pekcie. Je mnoho druhov r \acute{y} chlych vizu \acute{a} lnych imuno - analytick \acute{y} ch pr \acute{u} žkov na testovanie mykotox \acute{i} nov v r \acute{o} znych potravin \acute{a} ch. Nev \acute{y} hodou je ich n \acute{i} zka citlivosť a presnosť (Krska a Molinelli, 2008). Medzi naj \acute{c} astejšie pou \acute{z} ivan \acute{e} kvantitat $\acute{i$ vn \acute{e} met \acute{o} dy stanovenia mykotox \acute{i} nov pat \acute{r} i *ELISA met \acute{o} da*. Podstatou tejto imuno - chemickej met \acute{o} dy je interakcia medzi antig \acute{e} nom (mykotox \acute{i} nmi) a priraden \acute{y} mi protil \acute{a} tkami. Mno \acute{z} stvo tox \acute{i} n-enz \acute{y} m konjug \acute{a} tu viazan \acute{e} ho na protil \acute{a} tku ur \acute{c} uje \acute{u} roveň v \acute{y} voja farby z \acute{i} skan \acute{y} spektrofotometrick \acute{y} m meran \acute{i} m (Yao at al., 2015). V \acute{y} hodou met \acute{o} dy je r \acute{y} chlosť, \acute{s} pecifickosť a ľahk \acute{a} pou \acute{z} iteľnosť pre anal \acute{y} zu mykotox \acute{i} nov. Nev \acute{y} hodou met \acute{o} dy je potenci \acute{a} lna kr \acute{i} žov \acute{a} reakcia v z \acute{a} vislosti od \acute{s} pecifickej matrice. S \acute{u} prava na anal \acute{y} zu stanovuje iba 1 mykotox \acute{i} n a je ur \acute{c} en \acute{a} na jednorazov \acute{e} pou \acute{z} itie. Met \acute{o} da ELISA sa pou \acute{z} iva

na detekciu a kvantifikáciu AF, AFM1, OTA, ZEA, DON, fumonizínov a toxínu T-2 a validované v širokej škále potravinových matric (Pereira et al., 2014). *Vysokoučinná kvapalinová chromatografia* (HPLC) je separačná technika, ktorá sa vyznačuje tým, že ako mobilnú fázu využíva kvapalinu a spája vysoké rozlíšenie analyzovaných látok s automatizáciou (Guo et al., 2017). Pri HPLC analýze mykotoxínov sa používajú konvenčné detektory, ako sú: ultrafialový detektor (UV), detektor fotodiódového poľa (PDA) a fluorescenčný detektor (FLD). Metóda HPLC-UV sa používa na stanovenie chemicky príbuzných mykotoxínov (Zhang et al., 2018), metóda HPLC – PDA na detekciu AT (Myresiotis et al. 2015), metóda HPLC-FLD na detekciu AF a OTA v obilninách, kukurici, arašidoch a masle (Rahmani et al., 2010). Technika HPLC-MS/MS spája výhody HPLC a *hmotnostnej spektrometrie* (MS), je citlivejšia, špecifickejšia a spoľahlivejšia ako HPLC. Používa sa na simultánnu stopovú kvantifikáciu mykotoxínov s rôznymi chemickými štruktúrami v jednom pokuse (Spanjer et al., 2008). Použitá bola pri analýze 12 mykotoxínov v pive a 17 jačmeni a slade z druhov rodu *Fusarium* (Habler et al., 2017). *Plynová chromatografia* (GC) je separačná metóda, kde mobilnou fázou je plyn. Na analýzu mykotoxínov sa používa v spojení s detektorom elektrónového záchytu, detektorom plameňovej ionizácie, alebo s hmotnostným spektrometrom. *Metóda GC-QqQ-MS/MS s trojitým kvadrupólom* (QqQ) stanovuje veľké množstvo látok v jednej metóde a eliminuje väčšinu interferencií z matrice. Používa sa pre ultrastopovú analýzu v TC, PAT a ZEA v potravinách (Soarez, 2018). Medzi nové technológie detekcie mykotoxínov patria metódy, ktoré neboli široko použité mimo výskumného prostredia a vyžadujú si ďalšie overovanie a validáciu uznávanými orgánmi (AOAC, ISO). Patrí sem *infračervená spektroskopia* rýchla optická metóda na skrining a kvantifikáciu mykotoxínov v obilninách. Vyvinutý IR laser sa použil na analýzu DON a AFB1 v kukurici, pšenici a u arašidov (Sieger et al., 2017). *Kapilárna elektroforéza* (CE) oddeľuje rôzne zložky na základe elektrochemického potenciálu pomocou fluorescencie alebo UV absorpcie. Týmto spôsobom boli oddelené fumonizíny, AF, DON, OTA a ZEA. CE s laserovou fluorescenčnou detekciou zvyšuje citlivosť na FB1, AF a OTA v kukurici a káve a ZEA v kukurici Maragos and Appell (2007). *Molekulárny imprintovaný polymér* (MIP) je technika, ktorá napodobňuje prirodzene rozpoznané subjekty (protilátky a biologické receptory) s podobnými špecifikami ako sú pri interakcii protilátka-antigén. MIP využíva zosieťované polyméry, ktoré sa elektrochemicky syntetizujú reakciou monoméru a krížového linkeru v prítomnosti mykotoxínu. Výhodami MIP je ich vysoká selektivita a afinita k cieľovej molekule použitej v postupe otlaku, ich chemická stabilita, jednoduchá príprava a nízka cena. MIP boli použité na analýzu AF, OTA, DON a ZEA (Appel and Mueller, 2016). *Fluorescenčná polarizácia* (FP) je zariadenie, ktoré meria interakciu medzi fluorescenčne značeným antigénom a špecifickou protilátkou. Používa sa na rýchle stanovenie AF, OTA, DON, fumonizínov a ZEA (Sheng et al., 2014). *Elektrochemická impedančná spektroskopia* (EIS) na identifikáciu mykotoxínov používa elektrochemické biosenzory. EIS bola použitá u AFB1, AFM1, OTA a PAT (Ram et al., 2016). *Voltametria* je elektrochemická metóda založená na meraní kriviek závislosti prúdu na potenciáli pracovnej elektródy pri elektrolýze analyzovaného roztoku. Použitá bola na AFB1 v kukuričnom prášku a OTA a PAT v hroznovej šťave (Xiang, 2018). *Amperometrické biosenzory* majú 2 snímače (pracovný a referenčný) alebo 3 (pracovný, referenčný a počítacie elektródové systémy). Počítajú prúdy, ktoré sa vyrábajú pomocou elektroaktívnych látok. Snímače boli úspešne testované pre OTA v červenom víne a ZEN v kukurici (Rici et al., 2007) *Quartz Crystal Microbalance* (QCM) je biosenzor, založený na piezoelektrických vlastnostiach kremeňa.

Testovaný bol na AFB1 v arašidoch a na OTA v červenom víne (Karczmarczyk et al., 2017). *Povrchová plazmónová rezonancia* (SPR) je inovatívna analytická metóda s optickým biosenzorom poskytujúca rýchle výsledky s vysokou citlivosťou. Používa sa na skrining AFB1, ZEA, OTA, FB1 a DON v prirodzene kontaminovaných matriciach napr. na OTA v káve a AFM1 v mlieku (Rehmat et al., 2019). *Agregáciou indukovaná emisia* (AIE) využíva zvýšenie fluorescence u fluorescenčných farbív v stave agregácie. Metóda má významnú špecifickosť pre OTA a bola použitá na jeho analýzu vo víne a káve (Zhu et al., 2019). *Hyperspektrálne zobrazovanie* sa používa na hodnotenie vláknitých húb a mykotoxínov u zŕn obilnín hlavne *Fusarium* spp. a DON (Famenias et al. 2020). *Nukleárna magnetická rezonancia* (NMR) umožňuje rozlíšiť a sledovať atómy izotopov (H, C) viazaných v chemicky rozdielnych polohách molekuly ako aj skúma interakcie molekúl. Výhody NMR sú jednoduché stanovenie vzorky a spoľahlivá identifikácia izolátov metabolitov. NMR bola úspešne použitá na objasnenie mechanizmu preskupenia fusariových mykotoxínov (Serkova and Brown, 2012). *Elektronický nos* (EN) hodnotí fyzikálno-chemické vlastnosti sekundárnych metabolitov húb systémom podobným ako GC systém. Identifikácia a kvantifikácia vône je pomocou systému rozpoznávania vzorov na základe ktorých sú získané informácie o kategórii metabolitov. EN sa používa na rozlíšenie toxických a netoxických húb, plesnivých a neplesnivých zŕn, na detekciu AF v kukurici a DON v obilí (Soares et al., 2018).

Záver

Práca sumarizuje konvenčné analytické techniky používané na kvalitatívnu ako aj kvantitatívnu detekciu mykotoxínov v potravinách. Zároveň poukazuje na rôzne nové štúdie a pokroky detekcie a analýzy mykotoxínov v potravinách s použitím najnovších technológií.

Literatúra

- Appell, M., Mueller, A. 2016. Mycotoxin analysis using imprinted materials technology: Recent developments. *J. AOAC Int.* 99, 861-864.
- Femenias, A. et al., 2020. Use of hyperspectral imaging as a tool for *Fusarium* and deoxynivalenol risk management in cereals: A review. *Food Control.* 108, 106819.
- Guo, W., et al. 2019. Development of a QuEChERS-Based UHPLC-MS/MS Method for Simultaneous Determination of Six *Alternaria* Toxins in Grapes. *Toxins* 11, 2, 87.
- Shephard, G. S. 2008. Determination of mycotoxins in human foods. *Chem. Soc. Rev.* 37, 2468-2477.
- Habler, K. et al., 2017. Multi-mycotoxin stable isotope dilution LC-MS/MS method for *Fusarium* toxins in beer. *Food Chem.* 218, 447-454.
- Karczmarczyk, A. et al. 2017. Development of a QCM-D biosensor for Ochratoxin A detection in red wine. *Talanta*, 166, 193-197.
- Krska, R., Molinelli, A. 2008. Rapid test strips for analysis of mycotoxins in food and feed. *Anal. Bioanal. Chem.* 393, 67-71.
- Maragos, C. M., Appell, M. 2007. Capillary electrophoresis of the mycotoxin zearalenone using cyclodextrin-enhanced fluorescence. *J. Chromatogr.* 114, 252-257.
- Myresiotis, C. K. et al. 2015. Determination of mycotoxins in pomegranate fruits and juices using a QuEChERS-based method. *Food Chem.* 182, 81-88.
- Yao, H., et al. 2015. Developments in detection and determination of aflatoxins. *World Mycotoxin J.* 8, 181-191.

- Pereira, V. L. et al. 2014. Mycotoxins in cereals and related foodstuffs: A review on occurrence and recent methods of analysis. *Trends Food Sci. Technol.* 36, 96-136.
- Ram, Y. et al. 2016. Impact of Molecular Surface Charge on Biosensing by Electrochemical Impedance Spectroscopy. *Electrochim. Acta*, 200, 161-167.
- Rahmani, A. et al., 2010. Validation of the procedure for the simultaneous determination of AF, OTA and ZEA in cereals using HPLC-FLD. *Food Addit. Contam.* 27, 1683-1693.
- Rehmat, Z. et al. 2019. Ochratoxin A detection in coffee by competitive inhibition assay using chitosan-based surface plasmon resonance compact system. *Colloids Surf. Biointerfaces*, 174, 569-574.
- Ricci, F. et al. 2007. A review on novel developments and applications of immunosensors in food analysis. *Anal. Chim. Acta*, 605, 111-129.
- Sanaeifar, A. et al., 2017. Early detection of contamination and defect in foodstuffs by electronic nose: A review. *TrAC Trends Anal. Chem.* 97, 257-271.
- Serkova, N. J., Brown, M. S. 2012, Quantitative analysis in magnetic resonance spectroscopy: From metabolic profiling to in vivo biomarkers. *Bioanalysis*, 4, 321-341.
- Sheng, Y. J. et al. 2014. The development of a fluorescence polarization immunoassay for aflatoxin detection. *Biomed. Environ. Sci.* 27, 126-129.
- Sieger, M. et al. 2017. Portable Infrared Laser Spectroscopy for On-site Mycotoxin Analysis. *Sci. Rep.* 7, 44028.
- Soares, R. G. et al. 2018. Advances, challenges and opportunities for point-of-need screening of mycotoxins in foods and feeds. *Analyst*, 143, 1015-1035.
- Spanjer, M. C. et al., 2008. LC-MS/MS multi-method for mycotoxins after single extraction, with validation data for peanut, pistachio, wheat, maize, cornflakes, raisins and figs. *Food Addit. Contam.* 25, 472-489.
- Xiang, Y. et al. 2018. Simple voltammetric analyses of ochratoxin A in food samples using highly-stable and anti-fouling black phosphorene nanosensor. *Electrochim. Acta*, 282, 490-498.
- Zhang, L. et al. 2018. Review of Current Methods for Analysis of Mycotoxins in Herbal Medicines. *Toxins*, 10, 2, 65.
- Zhu, Y. et al. 2019. Label-free fluorescent apt sensing of mycotoxins via aggregation-induced emission dye. *Dyes and Pigment.* 170, 107572.

Pod'akovanie

Práca bola vykonaná vďaka finančnej podpore projektu KEGA č. 013UVLF-4/2021.

Kontaktná adresa

MVDr. Beáta Koréneková, PhD. Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, SR, e-mail: Beata.Korenekova@uvlf.sk.

**Vzájomný vzťah medzi biogénnymi amínmi a prítomnosťou
Metschnikowia pulcherrima počas procesu fermentácie vína**
*Interrelationship between biogenic amines and presence of
Metschnikowia pulcherrima during the wine fermentation process*

Kováčová, M., Regecová, I., Výrostková, J., Semjon, B., Marcinčák, S., Očenáš, P.
Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

Súhrn

Obsah biogénnych amínov ako sú histamín a tyramín je ovplyvnený prítomnosťou mikroorganizmov, ktoré sa podieľajú na fermentačných procesoch. *Metschnikowia pulcherrima* je často prítomná v procese spontánnej fermentácie vín, čo spôsobuje výrazný aromatický profil vín. Táto štúdia sa zameriava na detekciu vzájomného vzťahu medzi *Metschnikowia pulcherrima* a prítomnosťou biogénnych amínov histamínu a tyramínu počas fermentačného procesu. Na prítomnosť *Metschnikowia pulcherrima* mal vplyv fermentačný proces. Najvyššia prítomnosť *Metschnikowia pulcherrima* bola detegovaná na 0. a 2. deň fermentácie. Množstvo biogénnych amínov histamínu a tyramínu nebolo počas fermentačného procesu konštantné. Vzorok muštu počas fermentácie dosiahol vrchol v obsahu biogénnych amínov na 6. deň fermentácie.

KLúčové slová: *biogénne amíny, víno, Metschnikowia pulcherrima, fermentácia, kvasinky*

Abstract

Content of biogenic amines as histamine and tyramine is affected by presence of microorganisms involved in fermentation processes. *Metschnikowia pulcherrima* frequently appears in spontaneous fermentations of wines, thus causing a distinctive aromatic profile of the wines. This study focuses on the detection of interrelationship between *Metschnikowia pulcherrima* in relation to concentration of biogenic amine histamine and tyramine during the fermentation process. The presence of *Metschnikowia pulcherrima* was affected by fermentation process. The highest presence of *Metschnikowia pulcherrima* was detected on day 0. and day 2. of fermentation. Quantity of biogenic amines histamine and tyramine varied during the fermentation process. Samples of must during the fermentation reached its peak on the day 6.

Key words: *biogenic amines, wine, Metschnikowia pulcherrima, fermentation, yeast*

Introduction

The variability and concentration of biogenic amines (BA) present in wine depends on several factors. On the one hand, it is wine production technology, vinification technique, maturation period, agricultural practices and climatic conditions (Ortega-Heras et al., 2014). On the other hand, the amount of BA is influenced by the type of microorganisms responsible for their production in the wine, the amount of amino acid precursors in the medium, and also by the parameters of the wine itself. The main wine parameters affecting BA content are pH, alcohol and sulfur dioxide, which also affect bacterial growth (Smith et al., 2008; Moreno-Arribas et al., 2010). BA content is considered an important indicator of wine quality and safety (Martuscelli et al., 2013). Several BAs have been identified in wine so far, the total concentration of which ranges from a few milligrams per liter up to approximately 50 mg l⁻¹, depending on the quality of the wine. The main BAs found in wine include histamine tyramine, cadaverine, putrescine and

phenylethylamine. The presence of putrescine and cadaverine is often associated with poor hygienic conditions (Buneduca et al., 2010).

The role of yeast in the winemaking process exceeds the conversion of sugars into ethanol itself. Due to the great diversity of metabolic pathways resulting from the microbial diversity associated with wine fermentation, which participates in the production of volatile and non-volatile compounds forming the final sensory profile of wine (Belda et al. 2017). The surface of vine berries represents an optimal and nutrient-rich biotope suitable for the growth of *Metschnikowia pulcherrima*, which is naturally found on the surface of grapes. In addition, *Metschnikowia pulcherrima* is generally present during the first stages of must and young wine fermentation (Oro et al., 2014). The versatility of *Metschnikowia pulcherrima* lies in its ability to produce fermentation in combination with other yeast species, as well as to modulate the synthesis of secondary metabolites of fermentation to improve the sensory quality of wine. It is characterized by medium fermentation power and high enzymatic ability to release aromatic precursors. *Metschnikowia pulcherrima* has a high potential as a biocontrol agent, by limiting the competition with other yeasts in the fermentation medium (Morata et al., 2019).

This work deals with the interrelationships between biogenic amines (histamine and tyramine) and the presence of *Metschnikowia pulcherrima* during the wine fermentation process.

Material and methodology

The examined samples were taken from soil, vine leaves, berries, must and young wine (the variety Tramín rosévy). All investigated samples were taken in September 2021. The samples came from the wine-growing village of Orechová located in the East Slovak wine-growing region. Obtained must samples with a sugar content of 21.5 °Brix were transferred to a 100-liter container made of stainless-steel material, as a result of which the fermentation process began. Must samples were detected on the zero, second, fourth, sixth and eighth day, as well as after four weeks of ongoing fermentation. Microbiological analysis of the samples was focused on the presence of *Metschnikowia pulcherrima* yeast and biogenic amines (histamine and tyramine).

The determination of biogenic amines (BA) found in the investigated must and young wine samples was performed by ultra-high performance liquid chromatography (UHPLC) with a fluorescence detector. A Thermo Scientific UHPLC system (Dionex UltiMate 3000 RS) connected to a fluorescence detector (FLD) was used for the analysis of biogenic amines (histamine and tyramine). A YMC-Triart PFP column (150 x 3.0 mm, 1.9 µm) with a flow rate of 0.4 ml/min was used to separate individual biogenic amines in the analyzed samples. The column temperature was maintained at 25 ± 0.5 °C. The mobile phase consisted of (A) acetonitrile and (B) 0.1 mol/l ammonium acetate. An isocratic elution of 55% (A): 45% (B) was used for the separation of biogenic amines. A standard stock solution of the investigated biogenic amines (BA, histamine and tyramine) was prepared by dissolving each standard in deionized water to a concentration of 1000 mg/l⁻¹. The wine samples were first diluted with hydrochloric acid (0.1 mol/l) in a ratio of 1:1 and then evaporated to dryness. Then, an aliquot of these standard stock solutions of biogenic amines (up to a concentration of 100 mg/l⁻¹)/remaining sample was added to 2 ml of deionized water. 0.3 g of NaHCO₃ and a solution of dansyl chloride (2 mg/ml⁻¹) were added to the solutions prepared in this way. After capping and mixing, the reaction was carried out in the dark at room temperature for 90 minutes. Subsequently, 4 ml of toluene was added, into which the derivatized BAs were extracted. In the next

step, one milliliter of toluene extract was taken and evaporated to dryness. The residue was dissolved in 1 ml of acetonitrile and filtered through a 0.2 µm nylon syringe filter. Thus filtered solutions in the amount of 5 µl were subsequently used for UHPLC analysis. The excitation and emission wavelengths were set to 320 nm and 523 nm in the FLD detector. Identification of biogenic amines was performed by comparing their retention time with their corresponding standard. Quantification of biogenic amines in wine samples was performed using a standard curve created by the ratio of the peak area to the concentration of each biogenic amine.

Quantitative determination of yeast was performed according to the ISO 21527-1 standard. Selected dilutions were inoculated in a volume of 0.1 ml on the surface of pre-dried Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol (DRBC) agar (Hi-Media, India) containing peptone, dextrose (glucose), potassium dihydrogen phosphate, magnesium sulfate, rose bengal, chloramphenicol and of dichlorate with a final pH of 5.6±0.2. The Petri dishes were subsequently incubated at a temperature of 25 °C for 5 days. After incubation, inoculated Petri dishes containing colonies count lower than 150 were selected for quantification. Five colonies from each group with the same phenotypic characteristics were selected for further analysis.

Yeast species identification was performed by the MALDI-TOF mass spectrometry (MS) method by comparing the PMF of the unknown organism with the PMF found in the database. Sample preparation was performed according to a standard sample preparation protocol using formic acid and acetonitrile. The obtained results were subsequently analyzed with an Ultra-flex III device (Bruker, Billerica, Massachusetts, USA) using Flex Analysis software (version 3.0). Final evaluation of results was performed using BioTyper software (version 1.1) (Bruker, Billerica, MA, USA).

Results a discussion

The results of the concentration values of biogenic amines (histamine and tyramine) indicate an increase in their concentration from the fourth day of fermentation of young wine (Figure1). A sharp increase in both biogenic amines was detected during the sixth day of fermentation. With longer fermentation time, a decrease in BA values was determined, namely in the period from the eighth day of fermentation to the fourth week of fermentation.

The number of yeasts in each examined sample ranged from 3.8 ± 0.1 to 5.3 ± 0.1 log KTJ/g⁻¹. Higher yeast counts were found in the soil sample at 5.3 ± 0.1 log KTJ/g⁻¹, followed by the vine leaf samples at 5.0 ± 0.1 log KTJ/g⁻¹. The lowest proportion of yeast was found on grape berries 3.7 ± 0.1 log KTJ/g⁻¹. The yeasts present are responsible for starting the fermentation process in the must, but after the overgrowth of typical wine yeast, their number gradually decreases.

After the quantitative microbiological culture examination of the samples, a more detailed detection of the microbiota was performed. Individual isolates were picked from the surface of DRBC agar medium according to macroscopic features such as colony staining, growth pattern and colony shape. Five yeast colonies were isolated from the same phenotypic group. A total of 55 yeast isolates were obtained. Identification was performed using MALDI-TOF mass spectrometry. This identification represented a rapid initial screening of the investigated mycobiota. The score of identified *Metschnikowia pulcherrima* isolates was determined from 2.010 to 2.105. The presence of *Metschnikowia pulcherrima* differed in individual investigated samples (Table 1).

The lowest determined amount of *Metschnikowia pulcherrima* was detected in the analyzed samples coming from soil 7% and vine leaves 4%. The fermentation process of samples of wine and cider of the Tramín rosévy variety was supported by the presence of *Metschnikowia pulcherrima* yeast, which was dominantly represented in the initial stage of fermentation. The number of these yeasts reached 27% in samples of freshly pressed must. As the duration of the fermentation process lengthened, their presence decreased, which is associated with an increase in the number of other types of wine yeast. On the 8th day of fermentation and after 4 weeks, the presence of *Metschnikowia pulcherrima* was not confirmed.

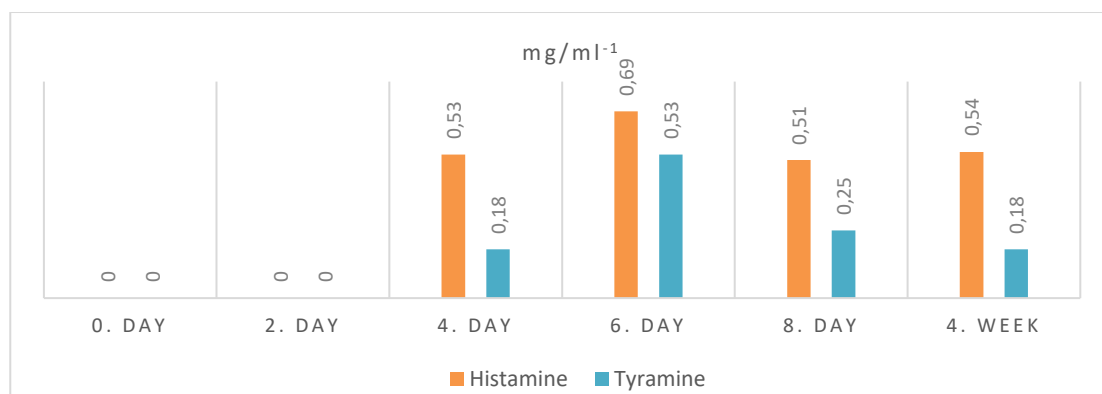


Figure 1: Content of biogenic amines (histamine and tyramine) present in samples of must and young wine

Table 1: Representation of *Metschnikowia pulcherrima* in the investigated samples

Species	Samples						Solid [%]	Leaf [%]	Berries [%]
	Must and young wine [%]								
	0. day	2. day	4. day	6. day	8. day	4. week			
<i>Metschnikowia pulcherrima</i>	27	26	15	9	-	-	7	4	17

Biogenic amines are commonly found in food. Many studies have confirmed the presence of BAs in wine, the most important of which are histamine and tyramine. Biogenic amines can be present in all types of wines. In white wines, the BA content is lower than in red wines, i.e. 0 - 10 mg/l⁻¹ for white wines and 0 - 30 mg/l⁻¹ for red wines (Maintz et al., 2007). Histamine was detected in wines originating from different countries, for example Portugal, 23.1 mg/l⁻¹ (Ramos et al., 2014); in Italy 10.8 mg/l⁻¹ (Martuscelli et al., 1013); and in France 14.05 mg/l⁻¹ (Bach et al., 2012). Comuzzo et al. (2013) also found the presence of 11.1 mg/l⁻¹, 14.8 mg/l⁻¹ and 12.1 mg/l⁻¹ of histamine in Spanish, German and Austrian wines.

In this work, was determined the highest presence of histamine 0.69 ug/ml⁻¹. Beneduce et al. (2010) tested 27 wine samples for the presence of BA. The results of their work indicate that the amount of histamine in all tested samples was below 2 mg/l⁻¹ and the presence of tyramine was not confirmed in any of the tested wine samples. The studies of the above-mentioned authors also confirm the results of our work, as we recorded relatively low values of BA (histamine and tyramine) present.

New trends in wine production increasingly focus on the composition of yeast combinations that are able to reduce the ethanol content in wine and at the same time increase its overall quality (Hranilovic et al., 2020). In the winemaking process, yeasts and bacteria can participate in the production of biogenic amines (Torrea et al., 2002). *Metschnikowia pulcherrima* has remarkable potential in the production of wines with a lower ethanol content (Morata et al., 2019).

Tristezza et al. (2013) demonstrated in their work the ability of yeast to produce histamine during the fermentation of grape must. *Issatchenkia terricola*, *M. pulcherrima*, *Pichia manshurica* are among the dominant yeasts that were isolated from the samples and were able to synthesize histamine. According to Caruso et al. (2002), *Saccharomyces cerevisiae* can produce significant amounts of ethanolamine and agmatine. These authors also tested yeasts other than *Saccharomyces*: *Kloeckera apiculata*, *Candida stellata*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Brettanomyces bruxellensis*. They found that the highest concentration of total BA was *B. bruxellensis* with an average value of 15 mg/l⁻¹, followed by *S. cerevisiae* with an average value of 12.14 mg/l⁻¹. Other species accounted for less than 10 mg/l⁻¹ of total BA.

Conclusion

This work confirmed the mutual relationship between biogenic amines and yeasts present in wine during the fermentation process. The reduction in the presence of *Metschnikowia pulcherrima* yeast, which represents a significant part of the wine microbiota, was influenced by the fermentation process. The change in the microbiota of the wine and must samples have resulted in a decrease in the content of the biogenic amines histamine and tyramine in the later stages of the fermentation process.

References

- Hranilovic, A., Gambetta, J. M., Jeffery, D. W., Grbin, P. R., Jiranek, V. 2020. Lower-alcohol wines produced by *Metschnikowia pulcherrima* and *Saccharomyces cerevisiae* co-fermentations: The effect of sequential inoculation timing. *International Journal of Food Microbiology*, 329, 108651. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108651>
- Bach, B., Le Quere, S., Vuchot, P., Grinbaum, M.; Barnavon, L. 2012. Validation of a method for the analysis of biogenic amines: Histamine instability during wine sample storage. *Analytica Chimica Acta*, 732, 114-119. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2011.12.036>
- Belda, I., Ruiz, J., Esteban-Fernandez, A., Navascues, E., Marquina, D., Santos, A., Moreno-Arribas, M. V. 2017. Microbial contribution to wine aroma and its intended use for wine quality improvement. *Molecules*, 22, 189. <https://doi.org/10.3390/molecules22020189>
- Caruso, M., Fiore, C., Contursi, M., Salzano, G., Paparella, A., Romano, P. 2002. Formation of biogenic amines as criteria for the selection of wine yeasts. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18, 159-163. <https://doi.org/10.1023/A:1014451728868>
- Comuzzo, P., Rauhut, D., Werner, M., Lagazio, C., Zironi, R. 2013. A survey on wines from organic viticulture from different European countries. *Food Control*, 34, 274-282. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.04.039>
- ISO 21527-1: 2010. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds. Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95; Slovak Standards Institute: Bratislava, Slovakia.

- Beneduce, L., Romano, A., Capozzi, V., Lucas, P., Barnavon, L., Bach, B., Vuchot, P., Grieco, F., Spano, G. 2010. Biogenic amine in wines. *Annals Microbiology*, 60, 573-578. <https://doi.org/10.1007/s13213-010-0094-4>
- Maintz, L., Novak, N. 2007. Histamine and histamine intolerance. *The American Journals of Clinical Nutrition*, 85, 1185-1196. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.5.1185>
- Martuscelli, M., Arfelli, G., Manetta, A.C., Suzzi, G. 2013. Biogenic amines content as a measure of the quality of wines of Abruzzo (Italy). *Food Chemistry*, 140, 590-597. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.01.008>
- Morata, A., Loira, I., Escott, C., del Fresno, J. M., Bañuelos, M. A., Suárez-Lepe, J. A. 2019. Applications of *Metschnikowia pulcherrima* in Wine Biotechnology. *Fermentation*, 5, 63. <https://doi.org/10.3390/fermentation50300633>
- Moreno-Arribas, M.V., Smit, A.Y., du Toit, M. Biogenic amines and the winemaking process. In *Understanding and Managing Wine Quality and Safety*; Reynolds, A.G., Ed.; Woodhead Publishing Limited: Cambridge, UK, 2010.
- Oro, L., Ciani, M., Comitini, F. 2014. Antimicrobial activity of *Metschnikowia pulcherrima* on wine yeasts. *Journal of Applied Microbiology*, 116, 1209-1217. <https://doi.org/10.1111/jam.12446>
- Ortega-Heras, M., Pérez-Magariño, S., Del-Villar-Garrachón, V., González-Huerta, C., Moro Gonzalez, L.C., Guadarrama Rodríguez, A., Villanueva Sanchez, S., Gallo González, R., Martín de la Helguera, S. 2014. Study of the effect of vintage, maturity degree, and irrigation on the amino acid and biogenic amine content of a white wine from the Verdejo variety. *Journal of Science Food and Agriculture*, 94. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6526>
- Ramos, R. M., Valente, I. M., Rodrigues, J. A. 2014. Analysis of biogenic amines in wines by salting-out assisted liquid-liquid extraction and high-performance liquid chromatography with fluorimetric detection. *Talanta*, 124, 146-151. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2014.02.026>
- Smit, A. Y. Y., Du Toit, W. J. J., Du Toit, M. 2008. Biogenic amines in wine: Understanding the headache. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 29. <https://doi.org/10.21548/29-2-1444>
- Tristezza, M., Vetrano, C., Bleve, G., Spano, G., Capozzi, V., Logrieco, A., Mita, G., Grieco, F. 2013. Biodiversity and safety aspects of yeast strains characterized from vineyards and spontaneous fermentations in the Apulia Region, Italy. *Food Microbiology*, 36, 335-342. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2013.07.001>

Acknowledgments

The work was supported by the VEGA 1/0156/21 project.

Contact address

Mgr. Mariana Kováčová, PhD., Katedra hygieny technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach. Komenského 73, 041 81 Košice, e-mail: mariana.kovacova@uvlf.sk

Organizácia a vykonávanie úradných kontrol zvierat a tovaru vstupujúcich do Európskej únie z tretích krajín

Organization and implementation of official controls of animals and goods entering the European Union from third countries

Kožárová, I., Jevinová, P., Marcinčák, S., Hriciková, S.
Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

Súhrn

Európska únia je významným dovozcom zvierat a tovaru z tretích krajín. Prísne pravidlá dovozu nastavené súčasným právnym rámcom Európskej únie o úradných kontrolách ošetrojúcim hygienu potravín a krmív, bezpečnosť spotrebiteľov a zdravotný stav zvierat majú za cieľ zabezpečiť, aby všetky dovozy splňali rovnako vysoké štandardy ako zvieratá, potraviny a krmivá vyprodukované v Európskej únii. Cieľom príspevku je priblížiť aktuálny pohľad na organizáciu a vykonávanie úradných kontrol zvierat a tovaru vstupujúcich do Európskej únie z tretích krajín.

Kľúčové slová: *dovoz, tretie krajiny, úradná kontrola*

Abstract

The European Union is a significant importer of animals and goods from third countries. The strict import rules set by the current legal framework of the European Union on official controls dealing with food and feed hygiene, consumer safety and animal health, aim to ensure that all imports meet the same high standards as animals, food and feed produced in the European Union. The aim of the paper is to provide an up-to-date view of the organization and implementation of official controls of animals and goods entering the European Union from third countries.

Key words: *import, third countries, official control*

Úvod

Úradné kontroly zvierat a tovaru vstupujúcich do Európskej Únie (EÚ) z tretích krajín sa vykonávajú na hraničných kontrolných staniciach určených členskými štátmi v súlade s požiadavkami pre zdravie ľudí, zvierat alebo rastlín, pre dobré životné podmienky zvierat a, pokiaľ ide o GMO a prípravky na ochranu rastlín, aj pre životné prostredie a vzhľadom na riziko, ktoré môžu predstavovať. Úradné kontroly sa vykonávajú pred tým, ako sa zvieratá alebo tovar uvoľnia do voľného obehu v EÚ.

Frekvencia úradných kontrol primerane zohľadňuje riziká pre zdravie ľudí, zvierat a rastlín, dobré životné podmienky zvierat a životné prostredie, ktoré môžu predstavovať zvieratá a tovar vstupujúce do EÚ, berúc do úvahy dodržiavanie požiadaviek stanovených v právnych predpisoch EÚ prevádzkovateľom v minulosti, výsledky kontrol zvierat a tovaru vykonaných v príslušných tretích krajinách a záruky poskytnuté treťou krajinou, že zvieratá a tovar vyvážané do EÚ splňajú požiadavky stanovené v právnych predpisoch EÚ.

Legislatíva úradných kontrol zvierat a tovaru vstupujúcich do EÚ z tretích krajín

Nariadením Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 2017/625 sa zriaďuje rámec pre úradné kontroly a iné úradné činnosti na overenie správneho uplatňovania potravinového a krmivového práva EÚ. Tento rámec zahŕňa aj úradné kontroly zvierat a tovaru, ktoré vstupujú do EÚ z tretích krajín.

Zoznamy zvierat, produktov živočíšneho pôvodu, zárodočných produktov, vedľajších živočíšnych produktov a odvodených produktov, zmiešaných výrobkov, ako aj sena a slamy podliehajúce úradným kontrolám na hraničných kontrolných staniciach stanovuje vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) č. 2021/632, ktorým sa stanovujú pravidlá uplatňovania nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 2017/625. Pre niektoré potraviny a krmivá neživočíšneho pôvodu (napr. podzemnica olejná, koreniny /muškátový orech, kurkuma, zázvor/, jadrá melónov, sušené plody viniča, mango, baklažán, banány, paprika, čili paprika, uhorky, paradajky a pod.) pochádzajúce z určitých tretích krajín sa z dôvodu zisteného rizika a v závislosti od závažnosti daného rizika pri vstupe do EÚ uplatňujú núdzové opatrenia, resp. dočasné zvýšenie počtu úradných kontrol v zmysle vykonávacieho nariadenia Komisie (EÚ) č. 2019/1793.

Hraničné kontrolné stanice sa nachádzajú na colných priechodoch, cez ktoré môžu zvieratá a tovar vstupovať na colné územie EÚ. Schválenie a pozastavenie schválenia hraničných kontrolných staníc sa vykonáva podľa vykonávacieho nariadenia Komisie (EÚ) č. 2019/1014, ktorým sa stanovujú podrobné pravidlá týkajúce sa minimálnych požiadaviek na hraničné kontrolné stanice vrátane inšpekčných stredísk a formátu, kategórií a skratiek používaných na zaradenie hraničných kontrolných staníc a kontrolných miest do zoznamu.

Pre vykonanie veterinárnej kontroly na hraničnej kontrolnej stanici sú osoby zodpovedné za náklad, príjemcovia a dotknutí prevádzkovatelia povinní, v dostatočnom časovom predstihu (do 24 hodín), elektronicky zaslať príslušnému orgánu na hraničnej kontrolnej stanici 1. časť jednotného vstupného zdravotného dokladu (CHED) s uvedením predpokladaného dátumu a času príchodu zásielky na hraničnú kontrolnú stanicu. Ak je to potrebné z dôvodu poskytnutia záruk a dôkazov na ochranu zdravia, zásielku musí sprevádzať úradný certifikát a výsledok laboratórnej analýzy vykonanej v akreditovanom laboratóriu. Formáty jednotných vstupných zdravotných dokladov ustanovuje vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) č. 2019/1715, ktorým sa stanovujú pravidlá fungovania systému riadenia informácií pre úradné kontroly a jeho zložiek (nariadenie o IMSOC) a sú členené pre zásielky zvierat (CHED-A), produktov živočíšneho pôvodu, zárodočných produktov a vedľajších živočíšnych produktov (CHED-P), krmív a potravín neživočíšneho pôvodu (CHED-D) a rastlín a rastlinných produktov (CHED-PP). Vzory úradných certifikátov pre určité zvieratá a určitý tovar a pravidlá vydávania takýchto certifikátov ustanovuje vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) č. 2020/2235.

Úradná kontrola na hraničnej kontrolnej stanici vykonávaná úradným veterinárnym lekárom pozostáva z dokladovej kontroly, identifikačnej kontroly a fyzickej kontroly. Podrobné pravidlá operácií, ktoré sa majú vykonať počas dokladových kontrol, identifikačných kontrol a fyzických kontrol zvierat a tovaru podliehajúcich úradným kontrolám na hraničných kontrolných staniciach a po daných kontrolách ustanovuje vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) č. 2019/2130. Dokladová kontrola a identifikačná kontrola sa vykonáva pri každej zásielke, fyzická kontrola sa vykonáva pri dovoze zvierat, vodných živočíchov, zárodočných produktov, vedľajších živočíšnych produktov. Ak vznikne podozrenie na riziko ohrozenia zdravia zvierat alebo zdravia ľudí, vykonanie fyzickej kontroly je povinné. Ak sa podozrenie potvrdí, fyzická kontrola sa sprísni a zintenzívni. Úradnému veterinárnemu lekárovi môže vypomáhať personál vyškolený v súlade s špecifickými požiadavkami stanovenými na odbornú prípravu personálu na vykonávanie fyzických kontrol na hraničných kontrolných staniciach a vymenovaný príslušnými orgánmi.

Opatrenia, ktoré sa prijímú v prípade nedodržovania pravidiel v súvislosti so zásielkami vstupujúcimi do EÚ

Príslušné orgány úradne pozastavia všetky zásielky zvierat alebo tovaru vstupujúcich do EÚ, ktoré nie sú v súlade s požiadavkami stanovenými v právnych predpisoch EÚ a zamietnu ich vstup do EÚ. V náležitých prípadoch izolujú alebo umiestnia do karantény akúkoľvek takúto zásielku a zvieratá za podmienok, že sa držia v primeraných podmienkach, poskytne sa im vhodná starostlivosť alebo sa ošetrí vhodným spôsobom až do prijatia akéhokoľvek ďalšieho rozhodnutia. Príslušný orgán zabezpečí, aby sa s úradne pozastaveným tovarom nehýbalo a nemanipulovalo, kým sa neprijme konečné rozhodnutie.

V prípade zásielky, u ktorej sa potvrdilo, že nie je v súlade s požiadavkami stanovenými v právnych predpisoch EÚ, príslušný orgán bezodkladne nariadi prevádzkovateľovi zodpovednému za zásielku zničiť zásielku, zaslať zásielku späť mimo EÚ, alebo podrobiť zásielku špeciálnemu ošetrovaniu alebo akémukoľvek inému opatreniu potrebnému na zabezpečenie dodržiavania príslušných pravidiel EÚ. Špeciálne ošetrovanie sa musí vykonať účinne, aby sa ním zabezpečilo odstránenie akýchkoľvek rizík pre zdravie ľudí, zvierat alebo rastlín, pre dobré životné podmienky zvierat aj pre životné prostredie.

Príslušné orgány oznamujú všetky rozhodnutia, ktoré sa prijímú v prípade nedodržovania pravidiel v súvislosti so zásielkami vstupujúcimi do EÚ Komisii, príslušným orgánom ostatných členských štátov, colným orgánom, príslušným orgánom tretej krajiny pôvodu a prevádzkovateľovi zodpovednému za zásielku. Uvedené oznámenie sa vykoná prostredníctvom systému IMSOC. Neuspokojivé výsledky sa okamžite hlásia aj pomocou rýchleho výstražného systému pre potraviny a krmivá (RASFF).

Náklady na vykonanie úradných kontrol a opatrení nariadených príslušným orgánom znáša odosielateľ, príjemca alebo ich zástupca. Povinné poplatky a platby za úradné kontroly zásielok zvierat a tovaru vstupujúcich do EÚ sú ustanovené nariadením (EÚ) č. 2017/625.

Systémy riadenia informácií pre úradné kontroly na hraničných kontrolných staniciach

Systémy riadenia informácií pre úradné kontroly na hraničných kontrolných staniciach sú zastrešené počítačovým informačným systémom pre úradné kontroly IMSOC. Príslušný informačný systém slúži na riadenie, spracovanie a automatickú výmenu údajov, informácií a dokumentov v súvislosti s úradnými kontrolami.

Systém IMSOC integruje štyri navzájom prepojené automatizované informačné systémy riadené Európskou komisiou: a) systém rýchleho varovania pre potraviny a krmivá (RASFF) zriadený na rýchlu výmenu a šírenie informácií o závažných priamych alebo nepriamych rizikách pre ľudské zdravie v súvislosti s potravinami alebo krmivom alebo o závažných rizikách pre zdravie ľudí alebo zvierat alebo pre životné prostredie v súvislosti s krmivami, b) systém oznamovania a podávania informácií o prenosných chorobách zvierat (ADIS), c) systém oznamovania a podávania správ o výskyte škodcov na rastlinách a v rastlinných produktoch (EUROPHYT), a d) obchodný kontrolný a expertný systém (TRACES) vyhradený na vydávanie a zasielanie elektronických úradných certifikátov a jednotných vstupných zdravotných dokladov potrebných na dovoz zvierat a tovaru do EÚ, obchod v rámci EÚ a vývoz zvierat a určitých živočíšnych produktov z EÚ, a na monitorovanie zásielok kontrolovaných na hraničných kontrolných staniciach. Každá zložka systému IMSOC má svoju vlastnú sieť, ktorej súčasťou je aj

Komisia, pričom každý člen siete je zodpovedný za údaje, informácie a dokumenty, ktoré vkladá alebo vytvára do príslušnej zložky.

Používanie systému IMSOC v prípade zvierat a tovaru podliehajúcich úradným kontrolám na hraničných kontrolných staniciach

V prípade zvierat alebo tovaru, ktoré podliehajú úradným kontrolám na hraničných kontrolných staniciach systém IMSOC: a) umožňuje príslušným orgánom na hraničných kontrolných staniciach a iným príslušným orgánom zodpovedným za vykonávanie úradných kontrol týchto zvierat alebo tovaru vymieňať si v reálnom čase údaje, informácie a dokumenty týkajúce sa týchto zvierat a tovaru a vykonaných kontrol týchto zvierat alebo tovaru; b) umožňuje príslušným orgánom na hraničných kontrolných staniciach spoločne užívať a vymieňať si relevantné údaje, informácie a dokumenty s colnými orgánmi a inými orgánmi zodpovednými za vykonávanie kontrol zvierat alebo tovaru vstupujúcich do Únie z tretích krajín a s prevádzkovateľmi zapojenými do vstupných postupov (napr. v súvislosti s príchodom a vykládkou zvierat a tovaru na hraničnej kontrolnej stanici), c) podporuje a riadi kritériá a postupy na určenie a úpravu jednotného uplatňovania frekvencie identifikačných kontrol a fyzických kontrol, ktoré sa majú vykonávať v prípade zásielok kategórií zvierat a tovaru vzhľadom na ich riziko a zintenzívnenia úradných kontrol v prípade nedodržiavania pravidiel v súvislosti so zásielkami vstupujúcimi do Únie.

Záver

Vykonávanie úradných kontrol zvierat a tovaru vstupujúcich do Európskej únie z tretích krajín je kľúčovým faktorom na zabezpečenie toho, aby živé zvieratá, produkty živočíšneho pôvodu, zárodočné produkty, vedľajšie živočíšne produkty, rastliny a rastlinné produkty boli bezpečné a spĺňali špecifické podmienky dovozu stanovené v právnych predpisoch EÚ. Účinnosť a efektívnosť úradných kontrol prispieva k dosiahnutiu vysokej úrovne zdravia ľudí a ochrany spotrebiteľa.

Literatúra

Európska únia. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 2017/625 z 15. marca 2017 o úradných kontrolách a iných úradných činnostiach vykonávaných na zabezpečenie uplatňovania potravinového a krmivového práva a pravidiel pre zdravie zvierat a dobré životné podmienky zvierat, pre zdravie rastlín a pre prípravky na ochranu rastlín. *Úradný vestník Európskej únie L 95*, 7/4/2017, s. 1-142.

Európska únia. Nariadenie Komisie (EÚ) č. 2021/632 z 13. apríla 2021, ktorým sa stanovujú pravidlá uplatňovania nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2017/625, pokiaľ ide o zoznamy zvierat, produktov živočíšneho pôvodu, zárodočných produktov, vedľajších živočíšnych produktov a odvodených produktov, zmiešaných výrobkov, ako aj sena a slamy podliehajúcich úradným kontrolám na hraničných kontrolných staniciach. *Úradný vestník Európskej únie L 132*, 19/4/2021, s. 24-62.

Európska únia. Nariadenie Komisie (EÚ) č. 2019/1793 z 22. októbra 2019 o dočasnom zvýšení počtu úradných kontrol a núdzových opatreniach týkajúcich sa vstupu určitých druhov tovaru z tretích krajín, ktoré vykonávajú nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2017/625 a (ES) č. 178/2002, do Únie. *Úradný vestník Európskej únie L 277*, 29/10/2019, s. 89-129.

Európska únia. Vykonávacie nariadenia Komisie (EÚ) č. 2019/1014 z 12. júna 2019, ktorým sa stanovujú podrobné pravidlá týkajúce sa minimálnych požiadaviek na hraničné

kontrolné stanice vrátane inšpekčných stredísk a formátu, kategórií a skratiek používaných na zaradenie hraničných kontrolných staníc a kontrolných miest do zoznamu. *Úradný vestník Európskej únie L 165*, 21/06/2019, s. 10-32.

Európska únia. Nariadenie Komisie (EÚ) č. 2019/1715 30. septembra 2019, ktorým sa stanovujú pravidlá fungovania systému riadenia informácií pre úradné kontroly a jeho zložiek (nariadenie o IMSOC). *Úradný vestník Európskej únie L 261*, 14/10/2019, s. 37-96.

Európska únia. Nariadenie Komisie (EÚ) č. 2020/2235 zo 16. decembra 2020, ktorým sa stanovujú pravidlá uplatňovania nariadení Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2016/429 a (EÚ) 2017/625, pokiaľ ide o vzory certifikátov zdravia zvierat, vzory úradných certifikátov a vzory certifikátov zdravia zvierat/úradných certifikátov na vstup zásielok určitých kategórií zvierat a tovaru do Únie a ich premiestňovanie v rámci Únie, úradnú certifikáciu týkajúcu sa takýchto certifikátov. *Úradný vestník Európskej únie L 442*, 30/12/2020, s. 1409.

Európska únia. Vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) č. 2019/2130 z 25. novembra 2019, ktorým sa stanovujú podrobné pravidlá operácií, ktoré sa majú vykonať počas dokladových kontrol, identifikačných kontrol a fyzických kontrol zvierat a tovaru podliehajúcich úradným kontrolám na hraničných kontrolných staniciach, a po daných kontrolách. *Úradný vestník Európskej únie L 321*, 12/12/2019, s. 128-138.

PodĎakovanie

Spracovanie príspevku bolo podporené projektom KEGA č. 015UVLF-4/2021.

Kontaktná adresa

doc. MVDr. Ivona Kožárová, PhD., UVLF v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, e-mail: ivona.kozarova@uvlf.sk.

Analýza salámů Paprikáš pomocí FT-NIR spektrometrie

Analysis of salami Paprikáš by FT-NIR spectroscopy

Králová, M., Bartáková, K., Ježek, F., Kameník, J.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem práce bylo využití blízké infračervené spektrometrie s Fourierovou transformací (FT-NIRs) pro analýzu salámů Paprikáš po dobu pěti týdnů skladování. Spektra byla měřena na integrační sféře v režimu reflektance s použitím kompresní kyvety ve spektrálním rozsahu 10 000 – 4 000 cm^{-1} . Metodou diskriminační analýzy byla mezi spektry vzorků (dílo až 1. – 5. týden zrání) za použití 10 hlavních komponent popsána 100 % variabilita, všechny vzorky byly zařazeny do správné třídy. Pomocí metody PLS byl vytvořen velmi spolehlivý kalibrační model pro stanovení čistých svalových bílkovin. Mezi referenčními a predikovanými hodnotami nebyl pomocí párového t-testu, zjištěn statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$). Blízká infračervená spektrometrie (NIR) patří k rychlé technice schopné posoudit kvalitu masných výrobků.

Klíčová slova: *uzeniny, diskriminační analýza, metoda PLS, čisté svalové bílkoviny*

Abstract

The aim of the study was the use of near-infrared spectrometry with Fourier transform (FT-NIRs) for the analysis of Paprikáš salami during five weeks of storage. Spectra were measured at the integrating sphere in reflectance mode using a compressive cell in the spectral range of 10,000 – 4,000 cm^{-1} . Ten principal components and 100% variability was described by discriminant analysis between the spectra scanned in different weeks of ripening, all samples were classified into the correct class. Using the PLS method, a very reliable calibration model was created for the determination of non collagen muscle protein. Using a paired t-test, no statistically significant difference ($p > 0.05$) was found between the reference and predicted values. Near-infrared spectroscopy (NIRs) belongs to a rapid technique able to assess meat products quality.

Key words: *sausages, discriminant analysis, PLS method, non collagen muscle protein*

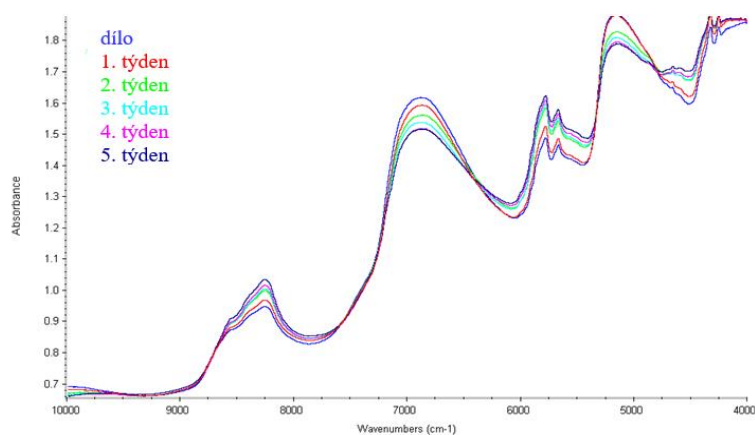
Úvod

Během posledních desítek let bylo publikováno mnoho prací, které poukazují svými výsledky na výjimečný potenciál NIRs nejen v masném průmyslu, ale i dalších odvětvích. Ve vztahu ke kvalitě masa bývá využití NIRs spojováno nejen s kvantitativní analýzou, týkající se stanovení základních nutrientů, senzorických vlastností, ale i pro kvalitativní stanovení při posouzení čerstvosti, zrání a kažení masa (Procházková a Králová, 2013). NIR spektrometr je ideálním pomocníkem pro stanovení chemických parametrů zejména tam, kde je třeba k posouzení kvality masa či masných výrobků rychlých výsledků. Další z výhod jeho využití v masných provozech ke kontrole kvality surovin, meziproduktů i finálních výrobků představuje snadná obsluha. Mezi nevýhody patří vyšší pořizovací cena přístroje včetně ceny potřebných kalibrací a úpravou zakoupených kalibrací. Čas věnovaný kalibracím i vstupní náklady na NIR spektrometr jsou však brzy vráceny v podobě velkých úspor času a také financí v podobě absence potřeby jakéhokoli dalšího vybavení či chemikálií k analýzám (Bartáková *et al.*, 2023).

Cílem této práce bylo využít diskriminační analýzu metodou FT-NIRs pro stanovení doby zrání salámů Paprikáš a vytvoření kalibračního modelu pro stanovení čistých svalových bílkovin.

Materiál a metodika

Vzorky (n = 48) salámu Paprikáš (dílo až 5. týden zrání) byly zakoupeny od různých výrobců v České republice v roce 2023. Byly stanoveny čisté svalové bílkoviny jako rozdíl mezi čistou bílkovinou a kolagenem. Po homogenizaci byly vzorky proměřeny na spektrometru Nicolet Antaris Near-IR Analyzer pomocí programu Result Integration Version 1.3 (Thermo electron Corporation, Madison, USA). Spektra (obr. 1) byla měřena na integrační sféře v režimu reflektance s použitím kompresní kyvety a spinneru za podmínek: spektrální rozsah 10 000 – 4 000 cm^{-1} , 100 scanů, spektrální rozlišení 8 cm^{-1} (Růžičková a Šustová, 2006). Naměřená spektra byla dále zpracována v programu TQ Analyst verze 6.2.1.509 (Thermo Electron Corporation, Madison, USA) metodou diskriminační analýzy a metodou částečných nejmenších čtverců (PLS).



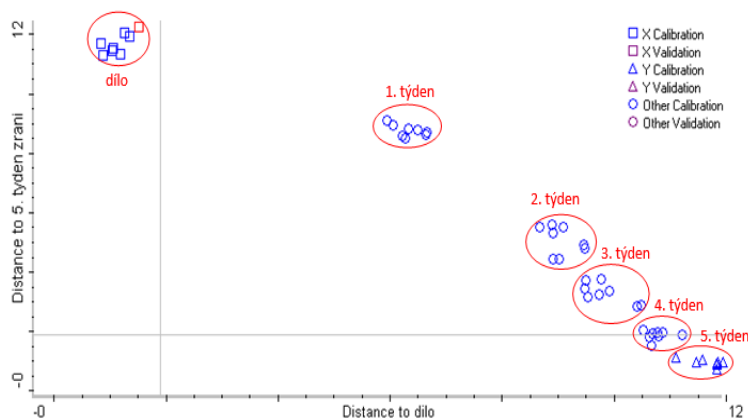
Obrázek 1: Spektra salámů Paprikáš (dílo a 1. – 5. týden zrání)

Výsledky a diskuze

Pomocí metody diskriminační analýzy byla u vzorků salámů Paprikáš zjištěna 100 % variabilita. Všechny vzorky byly zařazeny do správné třídy (dílo, 1. – 5. týden zrání) viz obr. 2, při použití regionu 9 881,46 – 4 119,21 cm^{-1} a 10 hlavních komponent. Průměrné hodnoty Mahalanobisovy vzdálenosti, tj. vzdálenosti neznámého vzorku od těžiště vyhodnocené třídy (Mlček *et al.*, 2006) jsou uvedeny v tabulce 1. Z výsledků vyplývá, že Mahalanobisova vzdálenost roste s dobou zrání. Obdobné výsledky pro salámy Poličan zjistila Králová *et al.* (2023).

Pomocí PLS metody byl vytvořen kalibrační model ve spektrálním rozsahu 4 692,50 – 4 359,44 a 8 867,09 – 5 350,90 cm^{-1} , bez matematické úpravy spektra s pěti faktory pro stanovení čistých svalových bílkovin (ČSB) v salámech Paprikáš. Odlehle standardy, u kterých byla nepřesně stanovena referenční hodnota nebo se objevila spektrální odchylka ve změřeném spektru, byly odstraněny pomocí diagnostiky *Leverage* (Králová *et al.*, 2015). Byly zjištěny korelační koeficienty a směrodatné odchylky: pro kalibraci $R = 0,97$ a $\text{RMSEC} = 0,51 \%$, pro validaci $R = 0,96$ a $\text{RMSECV} = 0,59 \%$. Byla nalezena těsná závislost mezi hodnotami referenčními a predikovanými NIR (obr. 3). Výsledky společně s křivkou PRESS (hodnota sumy čtverců predikované reziduální chyby) poukazují na robustnost kalibračního modelu. Spolehlivost kalibrace byla posouzena z výpočtů kalibračního variačního koeficientu $\text{CCV} = 3,29 \%$ a predikčního variačního

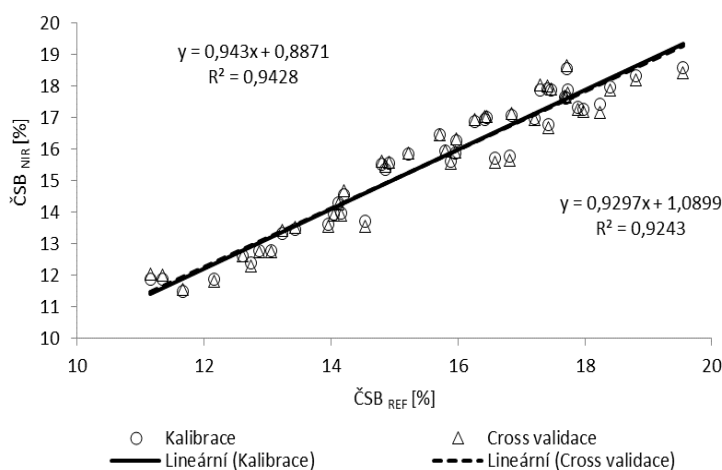
koeficientu PCV = 3,79 %, které popisují velmi spolehlivou kalibraci. Mezi referenčními a predikovanými hodnotami nebyl pomocí párového t-testu, zjištěn statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$).



Obrázek 2: Diskriminační analýza - Paprikáš

Tabulka 1: Mahalanobisova vzdálenost (průměrné hodnoty) od aktuální třídy k jednotlivým týdnům skladování

Aktuální třída	Vzdálenost k týdnům					
	díl	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	5. týden
díl	1,14	6,35	9,09	9,88	10,80	11,70
1. týden	6,33	0,95	4,59	6,05	7,38	8,76
2. týden	9,05	4,56	0,79	2,00	3,59	5,08
3. týden	9,85	6,04	2,07	0,88	1,93	3,30
4. týden	10,77	7,36	3,61	1,90	0,78	1,88
5. týden	11,68	8,76	5,11	3,32	1,93	0,96



Obrázek 3: Kalibrační a validační výsledky pro Paprikáš

Kalibrační model s obdobnými výsledky pro ČSB u salámu Vysočina vytvořili Procházková *et al.* (2010), kdy našli hodnoty kalibrace $R = 0,97$, $RMSEC = 0,65$ a $CCV = 4,48$ %, pro validaci $R = 0,95$, $RMSECV = 0,75$ a $PCV = 5,15$ %.

Králová *et al.* (2015) zjistili hodnoty ČSB ve vepřovém mase pro kalibraci $R = 0,75$, $R^2 = 0,56$, $RMSEC = 0,88$ a $CCV 4,7 \%$. Pro validaci pak získali výsledky $R = 0,68$, $R^2 = 0,46$, $RMSECV = 0,98$ a $PCV 5,3 \%$.

Závěr

Diskriminační analýza představuje kvalitativní metodu, kterou využívá blízká infračervená spektrometrie. Pomocí této metody bylo možné klasifikovat vzorky salámu Paprikáš do předem definovaných tříd (zrání v týdnech) se 100 % variabilitou. Průměrná Mahalanobisova vzdálenost mezi jednotlivými třídami vzorků se zvyšovala s délkou zrání. Diskriminační analýza tak představuje jednoduchou a rychlou metodu pro určení zrání při výrobě salámů Paprikáš. Pomocí kvantitativní metody PLS byl vytvořen kalibrační model pro stanovení čistých svalových bílkovin. Výsledky byly posouzeny na základě korelací mezi referenčními a predikovanými hodnotami z kalibračních/validačních rovnic a směrodatných odchylek. Zjištěné hodnot variačních koeficientů popsaly tento model za velmi spolehlivý.

Literatura

- Bartáková, K., Králová, M., Kameník, J., Ježek, F., Zouharová A., Sillingová, S. 2023. NIR spektroskopie = metoda spořicí čas při stanovení chemických parametrů masa. *Maso*, vol. 34, no. 1, p. 26-29.
- Králová, M., Bartáková, K., Ježek, F., Zouharová, A., Kameník, J. 2023. Využití blízké infračervené spektrometrie pro studium průběhu zrání salámů Poličan. *Maso*, vol. 34, no. 3, p. 11-15.
- Králová, M., Procházková, Z., Saláková, A., Kameník, J., Vorlová, L. 2015. Využití blízké infračervené spektrometrie pro stanovení kvality masa. *Maso*, vol. 26, p. 20-23.
- Mlček, J., Šustová, K., Simeonovová, J. 2006. Application of FT-NIR spectroscopy in the determination of basic chemical composition of pork and beef. *Czech Journal of Animal Science*, vol. 51, no. 8, p. 361-368.
- Procházková, Z., Dračková, M., Saláková, A., Gallas, L., Pospiech, M., Vorlová, L., Tremlová, B., Buchtová, H. 2010. Application of FT NIR spectroscopy in the determination of basic physical and chemical properties of sausages. *Acta Veterinaria Brno*, vol. 79, p. S101-S106.
- Procházková, Z., Králová, M. 2013. Blízká infračervená spektrometrie v masném průmyslu. *Maso*, vol. 24, p. 28-34.
- Růžičková, J., Šustová, K. 2006. Determination of selected parameters of quality of the dairy products by NIR spectroscopy. *Czech Journal of Food Sciences*, vol. 24, p. 255-260.

Poděkování

Príspevek byl zpracován s podporou projektu QK21020199 Možnosti stanovení čistých svalových bílkovin přímou metodou v rámci programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017-2025, ZEMĚ, podprogram 2 - Podpora státní politiky v agrárním sektoru.

Kontaktní adresa

MVDr. Michaela Králová, Ph.D., VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: kralovam@vfu.cz.

Drůbeží maso v systému RASFF

Poultry in RASFF system

Křištofová, K., Javůrková, Z., Pospiech, M.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Bezpečnost potravin hraje klíčovou roli v ochraně veřejného zdraví. Vzhledem k celosvětové, rychlé distribuci potravin je zajištění bezpečnosti potravin nezbytným předpokladem k zachování zdraví spotřebitelů. RASFF představuje významný nástroj k šíření informací mezi členskými státy tohoto systému. Zaměřuje se na rizika spojená s potravinami a krmivy. Rychlé sdělování informací v rámci systému umožňuje včasné zásahy a přijetí příslušných opatření, která jsou nezbytná k zamezení šíření nebezpečných či nevyhovujících potravin či krmiv v souvislosti s mikrobiálními či jinými činiteli. Jednou z problematických komodit z hlediska mikrobiální kontaminace je maso drůbeže.

Klíčová slova: *drůbež, salmonela, RASFF, bezpečnost potravin*

Abstact

Food safety plays a key role in protecting of public health. Given the global, rapid distribution of food, ensuring food safety is a prerequisite for maintaining consumer health. RASFF is an important tool for the dissemination of information between the Member States of the system. It focuses on risks associated with food and feed. The rapid communication of information within the system allows for early intervention and the adoption of appropriate measures necessary to prevent the spread of dangerous or non-compliant food or feed related to microbial or other agents. One of the commodities of concern in terms of microbial contamination is poultry meat.

Key words: *poultry, salmonella, RASFF, food safety*

Úvod

Maso představuje významnou složku potravy většiny obyvatelstva. V České republice činí průměrná spotřeba masa více než 80 kg na osobu za rok. Drůbeží maso je hned po vepřovém, druhým nejvíce konzumovaným druhem masa. Drůbeží maso je náchylné na bakteriální kontaminaci, která může způsobit i vážné zdravotní problémy konzumentů. Vzhledem k tomu, že bakterie jsou schopny, na rozdíl od virových agens, se v potravinách pomnožovat, bakteriální kontaminace tak může představovat významné riziko pro zdraví spotřebitelů kontaminovaných potravin a je potřeba rychlé řešení. Nejčastěji se jedná o bakterie z rodu salmonel a *Listeria monocytogenes*.

RASFF

Zkratkou RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed) se rozumí systém rychlého varování pro potraviny a krmiva. Jedná se o databázi a nástroj pro monitorování a oznamování a sdílení přímých a nepřímých rizik v souvislosti s bezpečností potravin a krmiv, který byl zřízen Evropskou komisí. Systém RASFF vychází z nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002, které stanovuje obecné zásady a požadavky potravinového práva (Dada et al., 2021).

V závislosti na závažnosti zjištěných skutečností existují 4 typy oznámení RASFF – varování, informace, odmítnutí na hranicích a novinky. Oznámení typu varování se zasílají v případě, že existuje vážné riziko pro spotřebitele. Potravina nebo krmivo na trhu

představuje významné zdravotní riziko pro spotřebitele. Je nutná rychlá reakce a je potřeba informovat všechny členy systému RASFF, pro případ výskytu nebezpečného zboží na trhu těchto zemí, a přijetí opatření. Oznámení typu informace se zasílají v případě, pokud potravinu nebo krmivo představuje vážné zdravotní riziko pro spotřebitele, ale není nutná rychlá reakce od ostatních členů systému RASFF, např. pokud se výrobek vyskytuje pouze v rámci území daného státu nebo již není na trhu a riziko nevyžaduje zavedení rychlých opatření. Odmítnutí na hranicích se vztahuje na zásilky potravin či krmiv, které byly z důvodu identifikace zdravotního rizika odmítnuty na vnějších hranicích EU či Evropského hospodářského prostoru (EHP). Informace jsou rozeslány na všechna vstupní místa EHP s cílem zvýšení kontroly a zamezení vpuštění již odmítnutých výrobků na trh skrze jiné vstupní místo. Novinky jsou veškeré informace, které se týkají bezpečnosti potravin a krmiv. Nejsou oznamovány prostřednictvím předchozích oznámení, ale jsou důležité pro kontrolní orgány (Fišnar, 2021).

Systém RASFF v ČR

Funkci systému rychlého varování (RASFF) v České republice upravuje Nařízení vlády č.98/2005 Sb., pro systém rychlého varování v souvislosti se vznikem rizika ohrožení lidského zdraví, plynoucím z potravin či krmiv.

Národním kontaktním místem systému RASFF v České republice je podle zákona č.110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích, Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI). Národní kontaktní místo představuje hlavní uzel pro shromažďování informací od veškerých orgánů, které dozorují nad potravinami a krmivy v ČR. Zjistí-li dozorový orgán výskyt nebezpečné komodity na trhu, odešle toto zjištění Evropské komisi. Národní kontaktní místo rovněž uveřejňuje oznámení, která byla v rámci RASFF přijata či odeslána (MZCR, 2016).

Drůbeží maso

Definice drůbežního masa je zakotvena v Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, které stanovuje zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. Pojem drůbež zahrnuje domácí drůbež a ptáky, kteří ačkoliv nejsou považováni za domácí, chovají se jako domácí zvířata, výjimkou jsou běžci. Nejčastěji se jedná o maso kura domácího, krocanů či krůt (Evropská unie, 2004).

Rod *Salmonella* se dělí do 2 druhů – *Salmonella enterica* a *Salmonella bongori*. *Salmonella enterica* se dále člení do 6 poddruhů, které zahrnují více než 1500 sérotypů (*Salmonella* Enteritidis, *Salmonella* Typhimurium). Jedná se o gramnegativní bakterii, která se primárně nachází ve střevech lidí a zvířat. Náleží do čeledi *Enterobacteriaceae* a patří mezi jeden z celosvětově nejvýznamnějších patogenů, které jsou přenášeny potravinami. *Salmonella* spp. má každoročně na svědomí více než 90 milionů případů lidské gastroenteritidy. Způsobuje onemocnění salmonelózu, která je nejčastěji spojena s konzumací kontaminované drůbeže a drůbežích produktů. Většina hlášených onemocnění je vyvolána sérotypem *S. Enteritidis* (SZÚ, 2021).

Rod *Listeria* zahrnuje 6 druhů, nicméně patogenní pro člověka je pouze *Listeria monocytogenes*. Jedná se o grampozitivní bakterii, která způsobuje alimentární onemocnění listeriózu. Vyskytuje se ve střevním traktu lidí a zvířat, ale také na rostlinách, v půdě či ve vodě. Zdrojem nákazy jsou potraviny živočišného původu – maso a masné výrobky. Hygienicky závažná je především schopnost listerií růst a množit se za chladirenských teplot (SVS, 2020).

Tabulka 1 Oznámení v systému RASFF v roce 2023

Datum	Země původu	Země hlášení	Potravina/ produkt	Nebezpečí	Kategorie
11. 8.	Polsko	Chorvatsko	Kuřecí paličky	<i>S. Enteritidis</i>	varování
27. 7.	Polsko	Nizozemí	Kuřecí řízek	<i>S. Typhimurium</i>	varování
26. 7.	Polsko	Belgie	Kuřecí maso	<i>S. Enteritidis</i>	varování
21. 6.	Polsko	Polsko	Kuřecí kebab	<i>Salmonella</i> spp.	varování
1. 6.	Nizozemí	Itálie	Mražené kuřecí mleté maso	<i>S. Paratyphi B</i>	varování
22. 5.	Ukrajina	ČR	Mražené drůbeží maso	<i>S. Enteritidis</i>	varování
28. 4.	Litva	Litva	Mražené kuřecí stehenní maso	<i>S. Enteritidis</i>	varování
5. 4.	Španělsko	Belgie	Kuřecí maso	<i>S. Enteritidis</i>	varování
2. 2.	Polsko	Litva	Mražená kuřecí křídla	<i>Salmonella</i> spp., <i>L. monocytogenes</i>	varování

Závěr

Globalizace trhu s potravinami s sebou nese jak pozitiva, tak negativa. Narůstající tlak spotřebitelů na trh s potravinami si vybírá svou daň. S propojením výrobců potravin na mezinárodní úrovni a překračování hranic s dodávkami potravin narůstá význam systému rychlého varování RASFF, s jehož pomocí bylo zajištěno a odvráceno již nespočet rizik, plynoucích z konzumace nebezpečných potravin a tedy i zachování zdraví spotřebitelů. Nicméně vymýcení salmonel v chovech je nepravděpodobné a je tedy důležité dodržovat zásady správné hygienické a výrobní praxe a snížit tak riziko vzniku komplikací, spojených s patogenními mikroorganismy, jak ze strany spotřebitelů, tak i ze strany chovatelů, výrobců a distributorů potravin, na přijatelnou úroveň.

Literatura

- Dada, A. C., Somorin, Y. M., Ateba, C. N., Onyeaka, H., Anyogu, A., Kasan, N. A., & Odeyemi, O. A. 2021. Microbiological hazards associated with food products imported from the Asia-Pacific region based on analysis of the rapid alert system for food and feed (RASFF) notifications. *Food Control*, 129, 108243. European Commission - RASFF Window. Dostupné z: <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/screen/search>
- Fišnar, J. 2021. Zpráva o činnosti systému Rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF) v České republice za rok 2020. Ministerstvo zemědělství, Praha.
- MZCR, 2016. RASFF – základní informace. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/rasff-zakladni-informace/>
- Evropská unie. 2004. Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. On-line. In: Eur-lex. [cit. 2022-09-02]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/search.html?scope=EURLEX&text=853%2F2004&lang=da&type=quick&qid=1649684513160#>

SVS. 2020. *Listerióza*. Dostupné z: <https://www.svscr.cz/zivocisne-produkty/onemocneni-z-potravin/listerioza/>

SZÚ. 2021. *Výskyt gastrointestinálních infekcí způsobených Salmonella Enteritidis sekvenční typ 11 v souvislosti s konzumací drůbežích výrobků*. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/prevence/vyskyt-gastrointestinalnich-infekci-zpusobenych-salmonella>

Kontaktní adresa

Mgr. Kateřina Křištofová, VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: h21281@vfu.cz.

Zavedení a validace PCR metody ke stanovení vybraných producentů aflatoxinů a ochratoxinu A izolovaných z potravin

Introduction and validation of a PCR method to determine selected producers of aflatoxins and ochratoxin A isolated from food

Kýrová, V., Ostrý, V., Ruprich, J.

Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin v Brně

Souhrn

Toxinogenní vláknité mikroskopické houby (plísňe) mohou na člověka negativně působit produkcí toxických sekundárních metabolitů (mykotoxinů). Včasné odhalení nebezpečných plísní vyžaduje využívat rychlé detekční metody. K detekci a identifikaci je tak využívána polymerázová řetězová reakce (PCR), která je výhodnou alternativou k časově náročným kultivačním metodám. Cílem této studie je zavedení, optimalizace a validace kvalitativní PCR metody k identifikaci vybraných producentů aflatoxinů (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*) a ochratoxinu A (*Aspergillus niger*, *A. carbonarius*, *A. westerdijkiae*, *Penicillium verrucosum*) a jejich využití při druhové identifikaci ve vybraných druzích potravin v rámci studie „HYGIMON - Toxinogenní plísňe a potraviny“.

Klíčová slova: *toxinogenní plísňe, aflatoxiny, ochratoxin A, PCR, potraviny*

Abstract

Toxinogenic microfungi (moulds) can have a negative effect on humans by producing toxic secondary metabolites (mycotoxins). Early detection of dangerous moulds requires the use of rapid detection methods. Polymerase chain reaction (PCR) is used for detection and identification, which is an advantageous alternative to time-consuming culture methods. The aim of this study is the introduction, optimization and validation of a qualitative PCR method to identify selected producers of aflatoxins (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*) and ochratoxin A (*Aspergillus niger*, *A. carbonarius*, *A. westerdijkiae*, *Penicillium verrucosum*) and their use in species identification in selected other foods as part of the study "HYGIMON - Toxinogenic moulds and foods".

Key words: *toxicogenic moulds, aflatoxins, ochratoxin A, PCR, food*

Úvod

Toxinogenní vláknité mikroskopické houby (dále toxinogenní plísňe) jsou mikroorganismy, které mají schopnost produkovat mykotoxiny. Z celkového počtu více než 120 druhů plísní, které mají význam v potravinách, je asi 70 druhů toxinogenních. K detekci toxinogenních plísní jsou nejčastěji využívány klasické mykologické metody. V posledních letech jsou k detekci toxinogenních plísní používány molekulárně biologické metody (např. polymerázová řetězová reakce - PCR).

V roce 2023 je řešena studie v rámci projektu institucionální podpory výzkumu SZÚ – CZVP v Brně s názvem „*Detekce a identifikace významných toxinogenních plísní izolovaných z potravin metodou PCR*“. Cílem studie je zavedení a validace metod detekce a identifikace toxinogenních plísní producentů aflatoxinů (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*) a ochratoxinu A (*A. niger*, *A. carbonarius*, *A. westerdijkiae*, *Penicillium verrucosum*) metodou PCR. Metody budou využity při realizaci studie „*HYGIMON – Toxinogenní plísňe v potravinách*“, který je dlouhodobě realizován v rámci Systému monitoringu zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí (MZSO) na

SZÚ-CZVP v Brně (SZÚ, 2022). Specializované mykologické vyšetření je zaměřeno zejména na popis a charakterizaci nebezpečí výskytu toxinogenních vláknitých mikroskopických hub, významných producentů mykotoxinů (např. aflatoxinů, ochratoxinu A a citrininu) ve vybraných potravinách.

Charakteristika toxinogenních plísní

Plísně způsobují plesnivění a rozkladné procesy potravin, alimentární onemocnění a mají schopnost produkovat mykotoxiny. Aflatoxiny jsou dosud produkovány 22 druhy *Aspergillus* sekce *Flavi*, která obsahuje nejdůležitější producenty aflatoxinů *Aspergillus flavus* a *A. parasiticus*. Aflatoxiny mohou produkovat také některé druhy *Aspergillus* sekce *Nidulantes* (4 druhy) nebo *A.* sekce *Ochraceorosei* (2 druhy) (Frisvad et al., 2019; Pickova et al., 2021).

OTA je produkován plísněmi rodů *Aspergillus*, např. *A. carbonarius*, *A. foetidus*, *A. lacticoffeatus*, *A. niger*, *A. sclerotium*, *A. steynii*, *A. tubingensis* a *A. westerdijkiae* a *Penicillium* např. *P. nordicum* a *P. verrucosum* (Frisvad et al., 2007; Ostry et al., 2013).

Optimalizace metody přípravy a zpracování vzorků plísní a izolace DNA

Mykologická analýza (kvantitativní a kvalitativní stanovení toxinogenních plísní v potravinách) je prováděna podle ČSN ISO 21517-1,2 (*Mikrobiologie potravin a krmiv - Horizontální metoda stanovení počtu kvasinek a plísní*) a doporučení Mezinárodní komise mykologie potravin (ICFM) k použití diagnostických živných půd pro identifikaci toxinogenních plísní. Pro zajištění kvality je při mykologické práci používán certifikovaný referenční materiál (*Aspergillus brasiliensis* WDCM 00053) a laboratoř se pravidelně úspěšně účastní mezinárodních mezilaboratorních porovnávacích zkoušek (Fapas® Fepas scheme, Fera, UK).

Po stanovení celkového počtu plísní (KTJ.g⁻¹) je izolát plísně „vyčištěn“ preočkováním a kultivován na malt extract agaru (MEA) nebo na agaru s kvasničným extraktem, glukózou a chloramfenikolem (YGC agar). Spóry plísní jsou následně preočkovány na tekuté živné YES medium (*yeast extract sucrose medium*) a kultivovány při 25 °C podobu 3 dní. Narostlé mycelium plísně se pak použije k izolaci DNA. Izolace DNA z mycelia kmenů plísní vyrostlých na tekutém živném médiu je provedena s využitím komerčního izolačního kitu DNeasy UltraClean Microbial kit (QIAGEN).

Detekce plísní metodou PCR

Detekce aflatoxinogenních plísní spočívala v identifikaci druhů *Aspergillus flavus* a *A. parasiticus*. Detekce ochratoxinogenních plísní byla zaměřena na identifikaci druhů *Aspergillus carbonarius*, *A. niger*, *A. westerdijkiae* a *Penicillium verrucosum*.

Specifické fragmenty DNA těchto plísní byly namnoženy pomocí PCR. Pro vlastní PCR byl použit Hot start Combi PPP Master Mix 2x (výrobce a dodavatel: Top-Bio, Česká republika) podle návodu výrobce. Amplifikace byla prováděna ve finálním objemu 25 µl reakční směsi. Metodiky byly validovány pro přístroj GeneAmp PCR System 2400 (Perkin Elmer, Germany). Oligonukleotidy byly syntetizovány firmou IDT (USA). PCR amplikony byly verifikovány na 2 % agarózovém gelu pomocí gelové elektroforézy a porovnány s délkovým standardem (100 bp Ready-to-use, Biotium). Agarózový gel byl obarven GelRed® (Biotium).

Pro detekci toxinogenních plísní byly použity primery uvedené v tabulce 1. Specifita primerů byla ověřena na vybraných sbírkových kmenech ze Sbírký kultur hub (CCF), Katedry botaniky, Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy.

Tabulka 1: Přehled použitých primerů

Druh plísně	Název primerů	Sekvence (5'-3')	Délka amplikonu (bp)	Zdroj
<i>Aspergillus flavus</i>	FLA1	gta ggg ttc cta gcg agc c	cca 500	González-Salgado et al., 2008
	FLA2	gga aaa aga ttg att tgc gtt c		
<i>Aspergillus parasiticus</i>	PAR1	gtc atg gcc gcc ggg ggc gtc	cca 430	Sardiñas et al., 2010
	PAR2	cct gga aaa aat ggt tgt ttt gcg		
<i>Aspergillus niger</i>	ITS1	tcc gta ggt gaa cct gcg g	420	González-Salgado et al., 2005
	NIG	ccg gag aga ggg gac ggc		
<i>Aspergillus carbonarius</i>	AcKS10R	ccc tga tcc tcg tat gat agc g	161	Martínez-Culebras et al., 2017
	AcKS10L	ccg gcc tta gat ttc tct cac c		
<i>Aspergillus westerdijkiae</i>	Bt2Aw-F	tga tac ctt ggc gct tgt gac g	347	Morello et al., 2007
	At2Aw-R	cgg aag cct aaa aaa tga aga g		
<i>Penicillium verrucosum</i>	pksCT-Mp3_for pksCT-Mp3_rev	cca agc ggc gga cag tg tgc agc agg gga agt agg	415	Schmidt-Heydt et al., 2008

Závěr

Na základě literární rešerše byly vybrány, optimalizovány a validovány metody ke kvalitativní identifikaci izolovaných kmenů plísní z potravin. Metody budou sloužit k analýze vzorků potravin odebraných v rámci monitoringu dietární expozice člověka chemickým látkám a studie „HYGIMON - Toxinogenní plísně a potraviny“.

Literatura

- Frisvad, J. C., Thrane, U., Samson, R. A. Mycotoxin producers. In: Dijksterhuis, J. Samson, R. A. Food Mycology: A Multifaceted Approach to Fungi and Food, Volume 25. CRC Press, Boca Raton, US, 2007, 135–159.
- Frisvad, J. C., Hubka, V., Ezekiel, C. N. et al. Taxonomy of *Aspergillus* Section *Flavi* and their production of aflatoxins, ochratoxins and other mycotoxins. *Stud. Mycol.*, 2019, 93, 1–63.
- González-Salgado A., Patiño B., Vázquez C., González-Jaén M. Discrimination of *Aspergillus niger* and other *Aspergillus* species belonging to section *Nigri* by PCR assay. *FEMS Microbiology Letters*, 2005, 245, 353-361.
- González-Salgado, A., González-Jaén, T., Vázquez, C., Patino, B. Highly sensitive PCR-based detection method specific for *Aspergillus flavus* in wheat flour. In: *Food Additives and Contaminants*, 2008, 25, 6, 758-764.
- Martínez-Culebras, P., Selma, M.V., Aznar, R. Multiplex Detection of *Aspergillus* Species. In: *Mycotoxigenic Fungi: Methods and Protocols*; Moretti A., Susca A. (Editors), 2017, 261-268.
- Morello, L. G., Sartori, D., Martínez, A. L. O., Carneiro Vieira, M. L., Taniwaki, M. H., Pelegrinelli Fungaro, M. H. Detection and quantification of *Aspergillus westerdijkiae* in coffee beans based on selective amplification of β -tubulin gene by using real-time PCR. *International Journal of Food Microbiology*, 2007, 119, 270–276.

Pickova, D., Ostry, V., Malir, F. A recent overview of producers and important dietary sources of aflatoxins. *Toxins*, 2021, 13, 186. <https://doi.org/10.3390/toxins13030186>

Ostry, V., Malir, F., Ruprich, J. Producers and important dietary sources of ochratoxin A and citrinin. *Toxins*, 2013, 5, 1574–1586. <https://doi.org/10.3390/toxins5091574>

Sardiñas, N., Vázquez, C., Gil-Serna, J., González-Jaén, M.T., Patino, B. Specific detection of *Aspergillus parasiticus* in wheat flour using a highly sensitive PCR assay. *Food Additives and Contaminants*, 2010, 27, 6, 853-858.

Schmidt-Heydt M., Richter W., Michulec M., Buttinger G., Geisen R. 2008. A comprehensive molecular system to study presence growth and ochratoxin A biosynthesis of *Penicillium verrucosum* in wheat. *Food Additives & Contaminants*, 25 (8), 989-996.

Státní zdravotní ústav (SZÚ). Výsledky systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí 2021, subsystém 4 „Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, Dietární expozice“. SZÚ Praha, 2022, 239-366, https://szu.cz/wp-content/uploads/2022/12/Vysledky_systemu_2021.pdf

Poděkování

Podpořeno MZ ČR – RVO („Státní zdravotní ústav – SZÚ, IČ 75010330)

Kontaktní adresa

Ing. Veronika Kýrová, PhD., Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin, Oddělení analýzy bezpečnosti a potravin, Palackého 3a, Brno, 612 42, e-mail: veronika.kyrova@szu.cz.

Surové kozie mlieko, zdroj prospešného kmeňa *Lacticaseibacillus paracasei* LP12/1
Raw goat milk, a source of the strain *Lacticaseibacillus paracasei* LPa 12/1

Lauková, A.¹, Ščerbová, J.¹, Focková, V.¹, Tomáška, M.², Pogány Simonová, M.¹

¹Centrum biovied SAV v.v.i. ÚFHZ, Košice, Slovensko

²Výskumný ústav mliekarenský, s. r.o. Žilina, Slovensko

Súhrn

Kozie mlieko predstavuje potravinu, ktorá je bohatá na bioaktívne komponenty, a preto môže spĺňať i charakter funkčnej potravy. V rámci prirodzenej mikrobioty bol izolovaný i kmeň *Lacticaseibacillus paracasei* LPa 12/1. Ukázalo sa, že tento bakteriocín-produkujúci kmeň dostatočne kolonizuje a prežíva v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka po ich inokulovaní kmeňom v lyofilizovanej/enkapsulovanej forme. Neovplyvňuje negatívne pH hodnoty jogurtov, ani ich celkový status. Po ďalších analýzach môže byť považovaný za vhodné aditívum pre mliekarenské produkty.

Kľúčové slová: *prospešný kmeň, Lacticaseibacillus paracasei, stabilita, jogurt, prežívanie*

Abstract

Raw goat milk represents food which is rich in bioactive components. Therefore, it fulfills character of functional food. In the framework of natural microbiota was isolated *Lacticaseibacillus paracasei* LPa 12/1 strain. This bacteriocin-producing strain sufficiently colonizes yoghurts made from ewe-goat milk and also it survives there sufficiently after inoculation of the LPa 12/1 strain in its dry frozen-encapsulated form. It does not influence negatively pH values of yoghurts and their total status as well. After additional analyses the strain LPa 12/1 can be supposed as suitable additive in dairy products.

Key words: beneficial strain, *Lacticaseibacillus paracasei*, stability, yoghurt, surviving

Úvod

Koziemu mlieku sa právom pripisujú prospešné zdravotné účinky, medzi ktorými dominuje nízky alergénny potenciál (Silanikove a kol., 2010). Okrem toho má kozie mlieko i vhodné dietetické vlastnosti (Uhrín a kol., 2002). Kozie mlieko samotné je často považované za funkčnú potravinu, keďže obsahuje viaceré vhodné komponenty a prirodzenú kyselinu mliečnu produkujúcu mikrobiotu, z ktorej boli identifikované prospešné bakteriálne kmene (Lauková a kol., 2021). Takýmto kmeňom je aj kmeň *Lacticaseibacillus paracasei* LPa12/1 (Lauková a kol., 2021). Je to kmeň bezpečný (otestovaný na hybridnom plemene myšiek BALB/c), nehemolytický, dobre tolerujúci nízke pH a žlč. Produkuje užitočný enzým β -galaktozidáza. Bol u neho preukázaný aj bakteriocínový potenciál. Pre zistenie jeho aplikačného využitia sme tento kmeň otestovali aj v prostredí jogurtov z ovčieho-kozieho mlieka.

Materiál a metodika

Rifampicínom značený variant (pre odlišenie od ostatnej mikrobioty) kmeňa *Lacticaseibacillus paracasei* LPa 12/1 bol pripravený ako už uviedli Lauková a kol. (2023a). Aplikovaný bol v lyofilizovanej forme (10^9 KTJ/ml) do jogurtov z obchodnej

siete. Pred aplikáciou boli vzorky z jogurtov skontrolované na nežiaducu mikrobiotu, ich vysiatím na krvný agar. Po inokulovaní boli jogurty umiestnené v chladničke (4 °C) a následne boli odoberané vzorky ako z kontrolných (K) jogurtov, tak aj z experimentálnych jogurtov-E a to po 24 h, na 7. a 10. deň (najčastejšie deklarovaný čas expirácie). Vzorky boli vyriedené v peptónovej vode (Merck) a jednotlivé riedenia boli inokulované na príslušné médiá (ISO). Počty kmeňa LPa 12/1 boli sledované na MRS agare (Merck, Darmstadt, Nemecko) s rifampicínom (100 µg/ml). Celkové počty KMPB boli zachytené na MRS agare (Merck). Amylolytické streptokoky boli determinované na M17 agare (Difco). Počty baktérií boli vyjadrené v kolónie tvoriacich jednotkách na g (KTJ/g) log 10. Hodnoty pH boli zisťované pomocou pH metra Checker (pH Instruments Inc. USA).

Výsledky a diskusia

Počty kmeňa LPa 12/1 boli po 24 hodinách vysoké, dosiahli až 5,1 KTJ/g (log 10). Tieto počty sa postupne zvyšovali a na 10. deň dosiahli 6,1 KTJ/g, log 10 teda o 1 log cyklus boli vyššie než pri predchádzajúcich odberoch. Počty KMPB boli vyššie v E po 24 h než v K jogurtoch, na 7. deň sa dokonca zvýšili o takmer 2 log cykly a tento rozdiel pretrval aj na 10. deň (Tabuľka 1). Podobná situácia bola aj pri záchyťe amylolytických streptokokov, ktorých počty boli viac menej totožné s počtom KMPB; boli vyššie v E než v K po 24 h, avšak na 7. a 10. deň sa ich počty vyrovnali v E i v K jogurtoch. Hodnoty pH sa zvýšili na 7. deň, avšak ako v E, tak i v K jogurtoch. Kmeň LPa 12/1 ukázal dostatočnú kolonizáciu i stabilitu v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka.

Druh *Lacticaseibacillus paracasei* je najčastejšie detegovaným druhom v prostredí mliekarenských produktov v rámci lacticaseibacilov (Smokvina a kol., 2013). Tolinacki a kol. (2010) publikovali kmeň tohto druhu izolovaný z domácky vyrobeného syra, ktorý bol bakteriocín-aktívny. Aj kmeň LPa 12/1 produkuje bakteriocín s inhibičnou aktivitou na základný indikátor *Enterococcus avium* EA5 (100 AU/ml, Lauková a kol., 2023b). Kmeň preukázal dostatočnú adhezívnu schopnosť v prostredí jogurtov z ovčieho-kozieho mlieka a prispel aj ku zvýšeniu celkového počtu KMPB svojou stabilitou a prežívaním v danom prostredí. Ostáva predmetom ďalších analýz pre jeho možný aplikačný potenciál. Jeho bezpečnosť bola preukázaná v modelovom experimente na myškách BALB/c (Lauková a kol., 2023b).

Tabuľka 1: Stabilita a prežívanie kmeňa *Lacticaseibacillus paracasei* LPa 12/1 v jogurte z ovčieho-kozieho mlieka (vyjadrené v KTJ/g, log 10)

	pH	LPa12/1	KMPB	Amyl. str.
E/24h	3,90	5,1	5,1	5,1
K/24h	3,91	nt	4,61	4,41
E/ Deň 7	4,55	5,15	6,1	5,1
K/ Deň 7	4,89	nt	4,54	5,30
E/Deň 10	3,70	6,1	6,1	6,1
K/Deň 10	4,85	nt	4,95	6,1

E-experimentálny jogurt, K-kontrolný jogurt, nt-netestovaný, odber po 24 h, na 7. deň a na deň 10, KMPB-kyselinu mliečnu produkujúce baktérie; amylolytické streptokoky

Záver

Zo surového kozieho mlieka bol izolovaný bakteriocín-produkujúci kmeň *Lacticaseibacillus paracasei* LPa 12/1, ktorý preukázal dostatočnú stabilitu (prežívanie)

v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka bez negatívneho vplyvu na kvalitu jogurtu počas sledovaného obdobia. Aj keď ďalšie analýzy pokračujú, vyzerá ako sľubné aditívum pre mliekarenské produkty, keďže bola preukázaná aj jeho bezpečnosť s použitím myšiiek BALB/c.

Literatúra

Lauková, A.; Pogány Simonová, M.; Tomáška, M.; Kološta, M.; Drončovský, M.; Dvorožňáková, E. 2021. Lacticaseibacilli and lactococci from Slovak raw goat milk and their potential. *Sci. Agri. Bohemica* 52, 19-28. doi:10.2478/sab-2021-0003

Lauková, A., Pogány Simonová M., Kandričáková, A. Stabilita a prežívanie prospešných bakteriocín-produkujúcich kmeňov v mliekarenských produktoch (Stability and surviving of beneficial, bacteriocin-producing strains in dairy products). 2023a. Proceedings of lectures and posters from the International scientific conference Hygiene Alimentorum XLIII, 10.-12. May 2023, Štrbské Pleso, Slovakia, Ed. Bodnárová Libuša, ŠPVS a UVLF, pp. 55-58. ISBN 978-80-8077-787-6

Lauková, A., Dvorožňáková, E., Vargová, M., Ščerbová, J., Focková, V., Plachá, I., Pogány Simonová, M. 2023b. The bacteriocin-producing strain *Lacticaseibacillus paracasei* LPa 12/1 from raw goat milk, a potential additive in dairy products. *Appl. Sci.* doi:10.20944/preprints202308.1428.v1

Silanikove, N., Leitner, G., Merin, U., Posser, C.G. 2010. Recent advances in exploiting of goats milk: Quality, safety and production aspects. *Small Ruminant Res.* 89, 110-124.

Smokvina, T., Wels, M., Polka, J., Chervaux, Ch., Brisse, S., Boekhorst, J., Vleig, J.E., van Hylckama, T., Siezen, R.J., Highlander, S.K. 2013. *Lactocaseibacillus paracasei* comparative genomics: Towards species pan-genome definition and exploitation of diversity. *PLoS ONE* 8, E68731. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0068731>

Tolínački, M., Kojič, M., Lozo, J., Teržič-Vidojevič, A., Topisarovič, L., Fira, D. 2010. Characterization of the bacteriocin-producing strain *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* BGUB9. *Arch. Biol. Sci. Belgrade* 262, 889-899. doi:10.2298/ABS1004889T

Uhrín, V., Lauková, A., Jančová, A., Plintovič, V. Mlieko a mliečna žľaza (in Slovak) Milk and Mammary Gland, Publ. No. 92, Faculty of Natural Sciences of the University Constantinus Philosophus, Nitra, Slovakia, 2002, pp. 5-167. ISBN 80-8050-511-X.

PodĎakovanie

Výsledky boli dosiahnuté v rámci projektov APVV-20-0204 a APVV-17-0028. Ďakujeme pani Dane Melišovej za laboratórnu pomoc. Niektoré údaje boli použité v podanej publikácii Lauková a kol. v Applied Sciences (2023).

Kontaktná adresa

MVDr. Andrea Lauková, CSc., Centrum biovied SAV, v.v.i. Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice, Slovensko, email:laukova@saske.sk.

Vplyv sezóny narodenia prvôstok na ich produkciu a kvalitu mlieka *Influence of the birth season of first-lactating cows on their milk production and composition*

Mačuhová, L.¹, Tančin, V.^{1,2}, Mačuhová, J.³, Oravcová, M.¹

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika

² Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Ústav chovu zvierat, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, Slovenská republika

³Institute for Agricultural Engineering and Animal Husbandry, Vöttinger Str. 36, Freising, Germany

Súhrn

Vplyv ročného obdobia (sezóny; jar, leto, jeseň a zima (astronomická)) narodenia a otelenia na produkciu a zloženie mlieka (obsah laktózy, tuku, bielkovín (kg, %)) bol analyzovaný pri kravách plemena holštajnske na prvej laktácii na základe záznamov o produkcii mlieka na jednej farme. Sezóna narodenia nemala významný vplyv ($P > 0,05$) na zloženie a produkciu mlieka na hodnotenej farme. Produkcia mlieka v závislosti od sezóny narodenia sa pohybovala od $9\ 100,10 \pm 155,33$ (zima) do $9\ 392,24 \pm 150,88$ kg (jeseň). Sezóna otelenia mala významný vplyv ($P < 0,05$) len na obsah tuku (%). Produkcia a zloženie mlieka dojnic na prvej laktácii závisí najmä od manažmentu na hodnotenej farme.

KLúčové slová: *dojnice, sezóna narodenia, sezóna otelenia, produkcia, zloženie mlieka*

Abstract

The effect of birth season and season of calving (spring, summer, autumn and winter (astronomical)) on milk production and composition (content of lactose, fat, protein (kg, %)) was analysed based on milk production records of first lactation Holstein cows on one farm. The birth season had no significant effect ($P > 0.05$) on the composition and milk production on the evaluated farm. Depending on the birth season, milk production ranged from $9\ 100.10 \pm 155.33$ (winter) to $9\ 392.24 \pm 150.88$ kg (autumn). The calving season had a significant effect ($P < 0.05$) only on the fat content (%). Milk production and milk composition of first lactation cows depended mainly on the management on the farm evaluated.

Key words: *dairy cows, birth season, calving season, production, milk composition*

Úvod

Produkciu mlieka dojnic ovplyvňuje nielen ich genetická dispozícia, ale aj priame vplyvy prostredia, v ktorom zvieratá žijú. Faktory prostredia pôsobiace na zvieratá počas prenatálneho a skorého postnatálneho obdobia zohrávajú dôležitú úlohu na ich produkcii v dospelom veku (Tao a Dahl, 2012). Medzi environmentálne stresory patrí tepelný a chladový stres. Tieto stresory môžu ovplyvniť ďalšie spracovanie mlieka, nakoľko majú negatívny vplyv na produkciu, zloženie mlieka a jeho kvalitu (Collier et al., 2006; Salama et al., 2014; Mbuthia et al., 2021). Chladový stres pri pôrode môže spôsobiť zníženie prírastku hmotnosti pri jalovičkách pred odstavom a má tiež negatívny vplyv na ich produkciu mlieka na prvej laktácii (Soberon et al., 2012). Zvýšené nároky na dojnice počas chladového stresu možno pripísať predovšetkým zvýšeným udržiavacím funkciám

(Young, 1981). Zatiaľ čo vplyv tepelného stresu na dojnice je lepšie pochopený a zdokumentovaný, posledné štúdie ukazujú, že aj tepelný stres v neskorej gravidite môžu mať negatívny dopad na matku ako aj jej potomstvo (Nardone et al., 1997; Dado-Senn et al., 2020). Dostupné výskumy odhalili, že tepelný stres počas neskorej gravidity ovplyvňuje pôrodnú hmotnosť teliat, ich príjem krmiva, ako aj ich hmotnosť pri odstave, správanie sa a imunitné funkcie (Tao et al., 2012; Monteiro et al., 2016; Laporta et al., 2017).

Materiál a metodika

Údaje boli získané od Plemenárskych služieb SR z farmy nachádzajúcej sa na západe Slovenska v rokoch 2012 - 2018. Do štúdie boli zaradené kravy holštajnského plemena s ukončenou prvou laktáciou. Dĺžka laktácie kráv bola rôzna, preto bola dojivosť zvierat štandardizovaná na 305-dňovú laktáciu. Hodnotili sa produkčné vlastnosti (mlieková úžitkovosť (kg) a zloženie mlieka (laktóza, tuk, bielkoviny v kg a %, resp.)) podľa sezóny narodenia a otelenia (každé v štyroch kategóriách, zima - 21. december až 20. marec, jar - 21. marec až 20. jún, leto - 21. jún až 22. september, jeseň - 23. september až 20. december) a roku narodenia jalovic (neuvádzané údaje v tejto štúdi). Štatistické vyhodnotenie údajov sa uskutočnilo pomocou ANOVA a Tukeyho *post hoc* testu pri viacnásobných porovnaníach s použitím procedúry proc mixed programu SAS®9.4. Hladina významnosti bola stanovená na $p < 0,05$.

Výsledky a diskusia

Sezóna narodenia nemala signifikantný vplyv ($P > 0,05$) na žiadny z testovaných parametrov (Tabuľka 1). Podľa Toleda et al., (2020) kravy, ktoré sa narodili v letnom období (od júla do septembra), produkujú viac mlieka a bielkovín ako kravy narodené v zimnom období (od januára do marca). Podobne aj Van Eetvelde et al., (2017) zistili najnižšiu produkciu mlieka pri kravách narodených v zimnom období.

Tabuľka 1: Vplyv sezóny narodenia jalovičiek na hodnotené parametre

Sezóna narodenia	Jar	Leto	Jeseň	Zima	P
		9325,43			
Celkový nádoj, kg	9321,85±202,05	±168,49	9392,24±150,88	9100,10±155,33	0,5383
Tuk, kg	322,91±8,61	334,91±7,18	337,95±6,42	326,90±6,62	0,4299
Tuk, %	3,47±0,08	3,61±0,06	3,62±0,06	3,59±0,06	0,4100
Bielkoviny, kg	298,75±6,25	303,31±5,22	304,48±4,67	294,90±4,81	0,4867
Bielkoviny, %	3,21±0,03	3,26±0,03	3,25±0,02	3,25±0,02	0,6139
Laktóza, kg	457,20±10,78	462,43±8,41	465,20±7,53	451,72±7,75	0,6121
Laktóza, %	4,90±0,02	4,96±0,02	4,95±0,02	4,97±0,02	0,0702

V tejto štúdi sa nezistil ani signifikantný vplyv ($P > 0,05$) sezóny narodenia na produkciu mlieka podobne ako vo výsledkoch štúdie Miklaš et al., (2020). Barash et al., (1996) zistili, že produkcia mlieka bola najnižšia pri prvôstkach narodených skoro na jar a najvyššia pri kravách narodených na jeseň.

Vysoká teplota vzduchu môže znížiť mliekovú úžitkovosť a obsah niektorých zložiek mlieka. Podľa Brasil et al., (2000) a Hamzaoui et al., (2013) dojnice počas tepelného stresu produkovali menej mlieka s nižším obsahom bielkovín a laktózy. Okrem toho podľa Tao et al., (2012) kravy vystavené tepelnému stresu pred otelením produkovali menej mlieka. V tejto štúdi sa nezistili žiadne významné rozdiely ($P > 0,05$) v mliekovej

úžitkovosti medzi sezónami otelenia (Tabuľka 2). Číselne najvyššia produkcia mlieka bola zaznamenaná pri jaloviciach otelených na jeseň a najnižšia v lete (9409,46 kg a 9115,03 kg) Významné rozdiely boli pozorované len v obsahu tuku (%).

Tabuľka 2: Vplyv sezóny otelenia jalovičiek na hodnotené parametre

Sezóna otelenia	Jar	Leto	Jeseň	Zima	P
Celkový nádoj, kg	9351,00±194,36	9115,03±165,24	9409,46±148,29	9264,15±157,34	0,4975
Tuk, kg	334,99±8,28	327,07±7,04	323,46±6,32	337,16±6,70	0,3982
Tuk, %	3,59±0,07 ^a	3,60±0,06 ^{ab}	3,45±0,04 ^a	3,65±0,06 ^b	0,0353
Bielkoviny, kg	301,80±6,02	297,91±5,12	302,88±4,59	298,85±4,87	0,8192
Bielkoviny, %	3,23±0,03	3,28±0,03	3,22±0,02	3,23±0,02	0,3639
Laktóza, kg	460,33±9,70	451,16±8,24	467,22±7,40	457,84±7,85	0,4396
Laktóza, %	4,92±0,02	4,95±0,02	4,97±0,01	4,94±0,02	0,2628

^{a,b} Priemery v tom istom stĺpci pri rovnakom faktore s nerovnakými písmenami sa od seba odlišujú na úrovni $P < 0,05$.

Záver

Na hodnotenej farme sezóna narodenia a otelenia nemali významný vplyv na hodnotené parametre (okrem vplyvu sezóny otelenia na obsah tuku (%)). Avšak hodnotenie vplyvu tepelného alebo chladového stresu u kráv na potomstvo je dôležité z hľadiska prispôsobenia manažérskych postupov, aby sa predchádzalo v chove ich dôsledkom, respektíve sa zredukovali potenciálne negatívne vplyvy.

Literatúra

- Barash, H., Silanikove, N., Weller, J. I. 1996. Effect of season of birth on milk, fat, and protein production of Israeli Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 79(6): 1016-1020.
- Brasil, L. H. D. A., Wechesler, F. S., Baccari Júnior, F., Gonçalves, H. C., Bonassi, I. A. 2000. Thermal stress effects on milk yield and chemical composition and thermoregulatory responses of lactating alpine goats. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(6): 1632-1641.
- Collier, R. J., Dahl, G. E., VanBaale, M. J., 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 89(4): 1244-1253. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2
- Dado-Senn, B., Acosta, L. V., Rivera, M. T., Field, S. L., Marrero, M. G., Davidson, B. D., Tao, S., Fabris, T. F., Ortiz-Colón, G., Dahl, G. E., Laporta, J. 2020. Pre-and postnatal heat stress abatement affects dairy calf thermoregulation and performance. *Journal of Dairy Science*, 103(5): 4822-4837. doi.org/10.3168/jds.2019-17926
- Hamzaoui, S. A. A. K., Salama, A. A. K., Albanell, E., Such, X., Caja, G. 2013. Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. *Journal of Dairy Science*, 96(10): 6355-6365. dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6665
- Laporta, J., Fabris, T., Skibieli, A., Powell, J., Hayen, M., Horvath, K., Horvath, E. K. Miller-Cushon, Dahl, G. E. 2017. In utero exposure to heat stress during late gestation has prolonged effects on the activity patterns and growth of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 100(4): 2976-84. doi.org/10.3168/jds.2016-11993
- Mbuthia, J. M., Mayer, M., Reinsch, N. 2021. Modelling heat stress effects on dairy cattle milk production in a tropical environment using test-day records and random regression models. *Animal*, 15(8): 100222

- Mikláš, Š., Tančin, V., Sláma, P., Čobirka, M., Uhrinčať, M., Vršková, M., Mačuhová, L. 2020. Effect of season and temperature before and after calving on the future milk production of born heifers. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 23(4): 224-229. doi.org/10.15414/afz.2020.23.04.224-229
- Monteiro, A., Guo J. R., Weng X. S., Ahmed B., Hayen M., Dahl G., Bernard J. K., Tao, S. 2016. Effect of maternal heat stress during the dry period on growth and metabolism of calves. *Journal of Dairy Science*, 99(5): 3896-907. doi.org/10.3168/jds.2015-10699
- Nardone, A., Lacetera, N., Bernabucci, U., Ronchi, B. 1997. Composition of colostrum from dairy heifers exposed to high air temperatures during late pregnancy and the early postpartum period. *Journal of Dairy Science*, 80(5): 838-844. doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76005-3
- Salama, A. A. K., Caja, G., Hamzaoui, S., Badaoui, B., Castro-Costa, A., Façanha, D. A. E., Guilhermino, M.M., Bozzi, R. 2014. Different levels of response to heat stress in dairy goats. *Small Ruminant Research*, 121(1): 73-79. doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.11.021
- Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R. W., Van Amburgh, M. E. 2012. Prewaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95(2): 783-793. https://doi.org/10.3168/jds.2011-4391
- Tao, S., Monteiro, A., Thompson, I., Hayen, M., Dahl, G. 2012. Effect of late-gestation maternal heat stress on growth and immune function of dairy calves. *Journal of Animal Science*, 95(12): 7128-36. doi.org/10.3168/jds.2012-5697
- Tao, S., Dahl, G. E. 2013. Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *Journal of Dairy Science*, 96(7), 4079-4093. https://doi.org/10.3168/jds.2012-6278
- Toledo, I. M., Monteiro, A. P., Dahl, G. E. 2020. Late-gestation seasonal effects on survival and milk production of first-lactation Holstein dairy cows. *Applied Animal Science*, 36(6): 885-889. doi.org/10.15232/aas.2020-02029
- Van Eetvelde, M., Kamal, M. M., Vandaele, L., Opsomer, G. 2017. Season of birth is associated with first-lactation milk yield in Holstein Friesian cattle. *Animal*, 11(12), 2252-2259. https://doi.org/10.1017/S1751731117001021
- Young, B. A. 1983. Ruminant cold stress: Effect on production. *Journal of Animal Science*, 57(6): 1601-1607. doi.org/10.2527/jas1983.5761601x

Pod'akovanie

Tato práca bola podporená projektom APVV-18-0121 a operačného programu NUKLEUS 313011V387.

Kontaktná adresa

Ing. Lucia Mačuhová, PhD., NPPC, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: lucia.macuhova@nppc.sk.

**Vzťah medzi vybranými morfológickými vlastnosťami vemena,
kvalitou a kvantitou mlieka pri bahniciach plemena slovenská dojná
ovca**

***Relationship between selected udder morphological traits, milk quality
and quantity in Slovak dairy sheep***

Mačuhová, L.¹, Tančin, V.^{1,2}, Mačuhová, J.³, Uhrinčat', M.¹, Gancárová, B.²

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika

² Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, FAPZ, Ústav chovu zvierat, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra, Slovenská republika

³Institute for Agricultural Engineering and Animal Husbandry, Vöttinger Str. 36, Freising, Germany

Súhrn

Lineárny popis vemena je dôležitý z hľadiska kontroly úžitkovosti mlieka, a to hlavne kvôli ukazovateľom, ktoré majú pozitívny alebo negatívny vzťah k mliekovej úžitkovosti. Cieľom tejto práce bolo posúdiť vzťah medzi vybranými morfológickými vlastnosťami vemena a kvalitou a kvantitou mlieka pri dojných ovciach. Pokus prebiehal v mesiacoch marec a jún (skoré a neskoré štádium laktácie). Do pokusu boli zaradené bahnice plemena slovenská dojná ovca (N=89). Počas jedného dojenia v oboch mesiacoch (experimentálnych dojení) bol meraný nádoj a odoberali sa vzorky mlieka na zistenie jeho zloženia (tuk, bielkoviny, laktóza; %). Lineárny popis vemena, a to postavenie ceckov a hĺbka vemena boli hodnotené 12 h pred experimentálnym dojením. Vplyvom postupujúceho štádia laktácie sa zistil preukazný pokles množstva nádoja (897,75±322,68 vs. 521,69±243,64 ml; marec vs. jún (P < 0,001)) a percentuálneho obsahu laktózy (5,05±0,17 vs. 4,69±0,33 %). Naopak, pri množstve tuku (5,52±0,77 vs. 6,80±1,07; %) a bielkovín (4,86±0,31 vs. 5,62±0,68 %) bol zaznamenaný nárast (P < 0,001). Čo sa týka morfológických vlastností, žiadne signifikanté rozdiely v nádoji a ani zložení mlieka okrem percentuálneho obsahu tuku sa vplyvom postavenia ceckov nezistili. Obsah tuku sa so zhoršovaním postavenia ceckov zvyšoval. Vplyv hĺbky vemena sa na nádoji a ani na zložení mlieka neprejavil.

Kľúčové slová: *lineárne hodnotenie, vemeno, produkcia, zloženie mlieka*

Abstract

The linear evaluation of the udder characteristics is important for performance monitoring, mainly because of the indicators that are positively or negatively related to performance. The aim of this study was to test the effect of teat position and udder depth and milk quality and production. The experiment took place in the months of March and June. Ewes of the Slovak dairy sheep breed (N=89) were included in the experiment. During one measurement in both months, milk yield was recorded, and milk samples were taken to determine its composition (fat, protein, lactose; %). The linear evaluation of the udder (teat position and udder depth) was performed 12 h before experimental milkings. Due to the progressive stage of lactation, there was a significant decrease in the milk yield (897.75±322.68 vs. 521.69±243.64 mL; March vs. June (P < 0.001)) and in the percentage of lactose (5.05±0.17 vs. 4.69±0.33%). Conversely, there was an increase in fat (5.52±0.77 vs. 6.80±1.07%) and protein (4.86±0.31 vs. 5.62±0.68%) (P < 0.001).

Regarding morphological characteristics, there were no significant differences in milk yield or milk composition except by percentage of fat due to the teat position. The fat content increased as the position of the teats deteriorated. The influence of udder depth was not reflected on the milk yield or milk composition.

Key words: *linear evaluation, udder, production, milk composition*

Úvod

V mnohých chovoch na Slovensku vlastnosti vemena nepatria k hodnoteným parametrom pri ovciach zameraných na produkciu mlieka. Avšak, podľa mnohých štúdií jednotlivé parametre vemena majú vplyv na produkciu mlieka, ako aj jeho zloženie (Bruckmaier a kol., 1997; Ugarte a Gabina, 2004; Prpić a kol., 2013; Íñiguez a kol., 2009). Okrem toho, tvar vemena a postavenie ceckov môže mať vplyv aj na efektívnosť procesu dojenia, vyjadrenú počtom bahníc podojených za hodinu, nakoľko pri ovciach s nie ideálnou morfológiou vemena sú nutné dodatočné manuálne zásahy dojiča počas dojenia, aby bolo možné bahnice kompletne vydojiť (Rovai a kol., 1999; Milerski a kol., 2019; Mačuhová a kol., 2021). Cieľom našej práce bolo zistiť vplyv niektorých vybraných morfológických vlastností vemena na produkciu a zloženie mlieka.

Materiál a metodika

Lineárne hodnotenie vybraných mier vemena a ceckov (ako napríklad hĺbka vemena a postavenie ceckov), meranie nádoja a odber vzoriek mlieka sa uskutočnilo počas dvoch meraní (mesiac marec (meranie 1.) a jún (meranie 2.)). Lineárne hodnotenie prebehlo 12 h pred samotným dojením s meraním nádoja a odberom vzoriek mlieka podľa metodiky Casu a kol. (2006). Celkovo bolo hodnotených 89 ks bahníc plemena slovenská dojná ovca. Zloženie mlieka (tuk, bielkoviny, laktóza; %) bolo analyzované prístrojom MilkoScan FT120. Bahnice boli dojené dvakrát denne. Pre štatistické spracovanie (v SAS použitím proc MIXED procedúru s opakovaným meraním) boli bahnice pri hodnotení postavenia ceckov a hĺbky vemena rozdelené na skupiny podľa dosiahnutého bodového ohodnotenia (1 až 3, 4 až 6, 7 až 9 a 5 až 6, 7 až 9).

Výsledky a diskusia

Vplyv štádia laktácie sa signifikatne prejavil pri všetkých hodnotených zložkách mlieka (tuk, bielkoviny, laktóza; %) ako aj pri nádoji (tabuľka 1). Pri hodnotenom plemene slovenská dojná ovca bol zistený pokles produkcie mlieka s postupujúcou laktáciou ($897,75 \pm 322,68$ vs. $521,69 \pm 243,64$ ml; marec vs. jún ($P < 0,001$)) podobne ako pri plemenách lacaune, východofrízská ovca, cigája a zošľachtená valaška hodnotených v iných prácach (Rovai a kol., 2004; Mačuhová a kol., 2012). Podobne ako v tejto štúdií aj Novotná a kol. (2009) pri plemenách lacaune a východofrízská ovca pozorovali signifikantný vplyv štádia laktácie na zloženie mlieka, pričom bol pozorovaný signifikantný nárast obsahu tuku a bielkovín bol pozorovaný ku koncu laktácie. Podľa Labussièra (1988) produkcia mlieka súvisí s veľkosťou vemena, nakoľko kapacita vemena musí byť dostatočná na hromadenie mlieka vylučovaného počas dlhých intervalov medzi dojeniami. Podľa Rovai a kol. (2004) hĺbka vemena sa znižuje s postupujúcou laktáciou. Okrem veľkosti vemena je produkcia mlieka závislá aj od postavenia ceckov (Labussièra, 1988; Marnet a kol., 1999). Vertikálne postavené cecky (odporúčané postavenie ceckov) spôsobujú redukciu padania ceckových nástrčiek a uľahčujú vydojenie mlieka (Rovai a kol., 1999). V tejto štúdií nemal vplyv postavenia ceckov na množstvo nádoja. Na zložení mlieka sa vplyv postavenia ceckov prejavil len

na percentuálnom obsahu tuku v mlieku (tabuľka 2). Obsah tuku sa so zhoršovaným postavením ceckov zvyšoval z 5,83 % (1 až 3 body) na 6,46 % (7 až 9 bodov). Rovai a kol. (2004) zistili pozitívne a vysoké korelácie medzi hĺbkou vemena (lineárne hodnotenie) a produkciou mlieka. Pri zvieratách s menej hlbokým vemenom (7 až 6 bodov) bola zaznamenaná numericky nižšia produkcia mlieka (630,84±320,24 ml) ako pri zvieratách s hlbším vemenom (868,81±330,75 ml; 5 až 6 bodov) (tabuľka 3).

Tabuľka 1: Vplyv mesiaca merania (štádia laktácie) na sledované ukazovatele

Ukazovatele	Mesiac merania		P
	Marec	Jún	
N	89	89	
Nádoj (ml)	897,75±322,6	521,69±243,6	<0,001
Tuk (%)	5,52±0,77 ^a	6,80±1,07 ^b	<0,001
Bielkoviny (%)	4,86±0,31 ^a	5,62±0,68 ^b	<0,001
Laktóza (%)	5,05±0,17 ^a	4,69±0,33 ^b	<0,001

^{a, b} Priemery v tom istom riadku s nerovnakými písmenami sa od seba odlišujú na úrovni P<0,05.

Tabuľka 2: Vplyv postavenia ceckov na sledované ukazovatele

Ukazovatele	Postavenie ceckov (body)			P
	1 až 3	4 až 6	7 až 9	
N	70	87	21	
Nádoj (ml)	751,43±335,12	686,32±347,57	667,62±341,67	0,9515
Tuk (%)	5,83±0,89 ^a	6,36±1,24 ^b	6,43±1,15 ^b	0,0121
Bielkoviny (%)	5,15±0,52	5,30±0,72	5,33±0,70	0,8440
Laktóza (%)	4,91±0,32	4,83±0,34	4,92±0,20	0,7680

^{a, b} Priemery v tom istom riadku s nerovnakými písmenami sa od seba odlišujú na úrovni P<0,05.

Tabuľka 3: Vplyv hĺbky vemena na sledované ukazovatele

Ukazovatele	Hĺbka vemena (body)		P
	5 až 6	7 až 9	
N	77	119	
Nádoj (ml)	868,81±330,75	630,84±320,24	0,1787
Tuk (%)	5,95±0,95	6,26±1,21	0,6149
Bielkoviny (%)	5,10±0,52	5,32±0,69	0,7891
Laktóza (%)	4,96±0,25	4,83±0,34	0,5932

Záver

Lineárne hodnotenie vemena má svoje miesto pri hodnotení produkcií mlieka, nakoľko so šľachtením bahnic na vyššiu produkciu mlieka dochádza k zhoršovaniu jednotlivých vlastností vemena, ktoré majú vplyv na bezproblémový proces dojenia a získanie maximálneho množstva mlieka v dobrej kvalite. Štádium laktácie má vplyv na nádoj a zloženie mlieka. Z hodnotených vlastností vemena malo postavenie ceckov vplyv na obsah tuku v mlieku. Pre komplexné zhodnotenie je potrebné vykonať viac meraní počas laktácie a zhodnotiť viac morfológických parametrov vemena a ceckov.

Literatúra

- Bruckmaier, R. M., Paul, G., Mayer, H., Schams, D. 1997. Machine milking of Ostfriesian and Lacaune dairy sheep: udder anatomy, milk ejection, and milking characteristics. *Journal of Dairy Research*, 64, 163–172
- Casu, S., Pernazza, I., Carta, A. 2006. Feasibility of a linear scoring method of udder morphology for the selection scheme of Sardinian sheep. *Journal of Dairy Science*, 89(6), 2200-2209.
- Milerski, M., Cerná, M., Schmidová, J. 2019. Dairy sheep udder measurements and assessments in the Czech Republic. *ICAR Technical Series*, (24), 161-168.
- Iniguez, L., Hilali, M., Thomas, D. L., Jesry, G. 2009. Udder measurements and milk production in two Awassi sheep genotypes and their crosses. *Journal of Dairy Science*, 92(9), 4613-4620.
- Labussièrre, J. 1988. Review of physiological and anatomical factors influencing the milking ability of ewes and the organization of milking. *Livestock Production Science* 18, 253-274.
- Mačuhová L., Tančin V., Uhrinčat' M. and Mačuhová J. 2012. The level of udder emptying and milk flow stability in Tsigai, Improved Valachian, and Lacaune ewes during machine milking. *Czech Journal of Animal Science*, 57, 240-247.
- Mačuhová, L., Tančin, V., Mačuhová, J. 2021. Fyziologické a morfológické aspekty získavania mlieka bahníc. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 189 s.
- Marnet P. G., Combaud J. F. and Dano Y. 1999. Relationships between characteristics of the teat and milkability in Lacaune ewes. In: *Milking and milk production of dairy sheep and goat*. F. Barillet and N.P. Zervas, EAAP Publication No.95, Wageningen pers., Wageningen, The Netherlands, pp. 41-44.
- Novotná, L., Kuchtík, J., Šustová, K., Zapleta, D., R. Filipčík, R. 2009. Effects of Lactation Stage and Parity on Milk Yield, Composition and Properties of Organic Sheep Milk. *Journal Applied of Animal Research*. 36, 71-76.
- Prpić, Z., Mioč, B., Vnučec, I., Držaič, V., Pavič, V. 2013. Non-genetic factors of udder morphology traits in Istrian ewes. *Mljekarstvo/Dairy*, 63(2).
- Ugarte E and Gabina D. 2004. Recent development in dairy sheepbreeding. *Archives of Animal Breeding* 47: 10–17.
- Rovai M., Such X., Piedrafita J., Caja G. and Pujol M. R. 1999. Evaluation of morphology traits during lactation and its relationship with milk yield of Manchega and Lacaune dairy sheep. In: *Milking and milk production of dairy sheep and goat*. F. Barillet and N.P. Zervas, EAAP Publication No.95, Wageningen pers., Wageningen, The Netherlands, pp. 107-109.
- Rovai M., Thomas L. D., Berger Y. and Caja G. 2004. Udder morphology and effects in milk production and ease of milking in dairy sheep. In: *Proceedings 10th Great Lakes Dairy Sheep Symposium*, Dept. November 4.-6. 2004, Hudson, Wisconsin, USA, pp. 79–114.

Pod'akovanie

Tato práca bola podporená projektom APVV-21-0134 a v rámci operačného programu 313011W112.

Kontaktná adresa

Ing. Lucia Mačuhová, PhD., NPPC, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: lucia.macuhova@nppc.sk.

Senzorické vlastnosti hydínového mäsa po skrmovaní humínových látok a fermentovaného produktu obohateného o významné mastné kyseliny

Sensory properties of poultry meat after feeding of humic substances and fermented feeds enriched with essential fatty acids

Makiš, A.¹, Semjon, B.¹, Bartkovský, M.¹, Reitznerová, A.¹, Mesarčová, L.¹, Benešová, L.², Marcinčák, S.¹

¹Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika

²Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

Abstrakt

Zloženie mastných kyselín telesného tuku monogastrických zvierat je výrazne ovplyvnené zložením mastných kyselín v krmive, čo následne ovplyvňuje aj senzorické vlastnosti produkovaného mäsa. Využitie fermentovaných produktov obohatených o polynenasýtené mastné kyseliny a ich prídavok do komerčných krmív je preto sľubným spôsobom zvýšenia obsahu esenciálnych mastných kyselín a tým aj zlepšením senzorických vlastností mäsa u hydiny. Cieľom tejto práce bolo analyzovať vplyv prídania 10 % (w/w) fermentovaných produktov (fermentované krmivo) a humínových látok do komerčného krmiva pre brojlerové kurčatá na senzorické vlastnosti a chemické zloženie mäsa kuracích pŕs. Aplikácia fermentovaného produktu (FP) a humínových látok (HS) do komerčnej kŕmnej zmesi zvýšila podiel bielkovín v prsnom svalstve. V texturálnych parametroch bola zaznamenaná štatistická významnosť v tuhosti a aj v jemnosti tepelne opracovaného mäsa ($p < 0,001$) medzi skupinami. Kombinácia fermentovaného krmiva a humínových látok nemala negatívny dopad na senzorické vlastnosti a chemické zloženie produkovaného mäsa.

Kľúčové slová: *humínové látky, fermentované krmivo, senzorické vlastnosti, kvalita hydínového mäsa*

Abstract

The fatty acid composition of the body fat of monogastric animals is strongly influenced by the fatty acid composition of the feed, which in turn influences the sensory characteristics of the meat produced. The use of fermented cereals enriched with polyunsaturated fatty acids and their addition to commercial feeds is therefore a promising way of increasing the essential fatty acid content and thus improving the sensory characteristics of meat in poultry. The aim of this work was to analyze the effect of the addition of 10% (w/w) of fermented cereals (fermented feed) and humic substances to commercial broiler feed and the effect of the combination on the sensory properties of poultry meat (color, texture, sensory evaluation), chemical composition of chicken breast meat. Application of fermented feed and humic substances to commercial feed mixture increased the proportion of protein in breast muscle. In textural parameters, statistical significance was observed in both the firmness and tenderness of cooked meat ($p < 0.001$) between the K - F and K - FH groups and ($p < 0.01$) between the F - H groups. The

combination of fermented feed and humic substances had no negative effect on the sensory characteristics of the chemical composition of the meat produced.

Key words: *humic acids fermented feed, sensory properties, poultry meat quality*

Úvod

Humínové látky (HS) sú najrozšírenejšími prírodnými organickými zlúčeninami zemi. Vznikajú chemickým a biologickým rozkladom organickej hmoty a syntetickou činnosťou mikroorganizmov. Prírodzene sa vyskytujú hlavne v sedimentoch, zeminách, rašelínach, hnedom uhlí, lignite a niektorých ďalších materiáloch (Stevenson, 1994, Veselá a kol. 2005). Z chemického hľadiska sú HS supramolekulárne látky skladajúce sa z mnohých pomerne malých heterogénnych podjednotiek. Tieto vzniknuté supramolekuly majú pre svoj veľký počet rôznych funkčných skupín univerzálne väzbové schopnosti (Smilek et al. 2015). HS môžu s cudzími látkami interagovať vo viacerých režimoch (absorpcia, rozkladanie, rozpúšťanie, katalýza). Tieto procesy vytvárané HS majú dôležitú úlohu, pretože ovplyvňujú degradáciu a detoxifikáciu škodlivých látok (Stehlíková, 2021). Výživa brojlerov je považovaná za jeden z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich kvalitu produkovaného mäsa (Wan et al. 2021). Prírodné krmné aditíva používané vo výkrme hydiny, ako napr. antioxidanty, vitamíny, mikro a makro prvky sú známe pre svoj pozitívny vplyv na zdravie a prevenciu ochorení u hydiny (Wang et al. 2017). Medzi prírodné krmné aditíva patria aj HS, ktoré sa vyznačujú celým radom pozitívnych zdravotných účinkov. Skrmovanie HS v chove hydiny môže byť účinným nástrojom na udržanie zdravia gastrointestinálneho traktu hydiny, čoho následkom je zlepšenie produkčnej hmotnosti a konverzia krmiva (Taklimi, Ghahri, Isakan 2012).

Fermentácia je dynamický proces zahŕňajúci mikroorganizmy, substráty a podmienky prostredia na premenu zložitých substrátov na jednoduchšie zlúčeniny (Niba et al. 2009). Proces prebiehajúci počas fermentácie mení nutričnú hodnotu surovín napr. akumuláciou vitamínov, antioxidantov alebo premenou nestráviteľných polymérov na lepšie asimilovateľné degradačné produkty (Bamforth, Cook 2019). U hydiny sú mastné kyseliny obsiahnuté v krmive vstrebané z gastro-intestinálneho traktu do krvi a prenášané do tukových tkanív. Ich koncentrácia a zloženie v krmive tak priamo ovplyvňuje zloženie tukov v mäse (Koniecka et al. 2017). V porovnaní s inými druhmi mäsa je hydínové mäso relatívne bohaté na polynenasýtené mastné kyseliny. Pridávaním fermentovaných produktov do krmnej dávky hydiny sa zvyšuje aj obsah antioxidantných enzýmov, čo vedie k inhibícii nadbytku reaktívnych foriem kyslíka, ktoré môžu spôsobiť poškodenie buniek a tým zlepšiť senzorycké vlastnosti vo vyprodukovanom mäse (Ashayerizadeh et al. 2018). Niektoré z funkčných zložiek nachádzajúcich sa vo fermentovanom krmive (polynenasýtené mastné kyseliny, baktérie mliečneho kvasenia, kyselina mliečna a iné organické kyseliny) majú pozitívny vplyv na črevnú mikroflóru a zdravie čriev hydiny (Sugiharto, Ranjitkar 2019). Z hľadiska ľudského zdravia je dôležitým výživovým faktorom mäsa zloženie mastných kyselín. Jedným z výsledkov pridávania fermentovaných produktov do krmnej zmesi hydiny je syntéza polynenasýtených mastných kyselín z SFA, ktoré následne znižujú obsah cholesterolu v krvnej plazme a tkanivách (Ahmed et al. 2015). Benefity vzniknuté suplementáciou fermentovaných produktov, hlavne zvýšený obsah PUFA (kyseliny α -linolénovej, linolovej a arachidónovej) v mäse sú atraktívne pre zdravie ľudí konzumujúcich hydínové mäso, pretože vysoký obsah PUFA a nízky obsah SFA má pozitívny prínos pri ochrane pred kardiovaskulárnymi ochoreniami (Ashayerizadeh et al. 2018). Vďaka svojim vlastnostiam sú PUFA zodpovedné za široké spektrum bunkových procesov, ako je

udržiavanie fluidity bunkovej membrány, znižovanie sekrécie prozápalových cytokínov, inhibícia zápalových procesov, znižovanie syntézy triglyceridov v pečeni. Kyselina arachidónová a eikozapentaénová, majú tiež dôležité funkčné úlohy ako prekurzory prostaglandínov, tromboxánov, lipoxínov a leukotrienov, ktoré sa podieľajú na fyziologickom fungovaní niektorých telových systémov (Slaný et al. 2020).

Cieľom tejto práce bolo analyzovať vplyv pridania 10 % (w/w) fermentovaných produktov (fermentované krmivo) a humínových látok, samostane a vo vzájomnej kombinácii, do komerčného krmiva pre brojlerové kurčatá na senzorické vlastnosti a chemické zloženie mäsa kuracích pŕs.

Materiál a metodika

Do pokusu bolo zahrnutých 160 kusov 1-dňových kurčiat plemena COBB 500 privezených od dodávateľa (Hydina Slovensko s.r.o.). Zvieratá boli náhodne rozdelené do štyroch skupín po 40 zvierat (kontrolná – K a 3 experimentálne F, H a FH). Zvieratá boli kŕmené základnými kŕmnymi zmesami BR1 (1. – 10 deň), BR2 (11. – 30. deň) a BR3 (31. – 37. deň) (De Heus s.r.o., Česká republika). Prístup k vode bol *ad libitum*. Kontrolnej skupine (K) boli počas celej doby výkrmu podávané len základné kŕmne zmesi. Prvá experimentálna skupina (F) dostávala od 11. dňa do základných KZ BR2 a BR3 prídavok fermentovaného produktu (FP) v množstve 10 % (50 % pšeničné otruby fermentované prostredníctvom kmeňa *Cunninghamella elegans* – zdroj kys. γ – linolénovej a 50 % kukuričný šrot fermentovaný s použitím kmeňa *Mortierella alpina* – zdroj kys. α – linolénovej a eikozapentaénovej). Druhej experimentálnej skupine (H) boli do základných kŕmnych zmesí od 2. dňa až do konca výkrmu pridávané humínové látky v množstve 0,7 % (Humac® Natur AFM Mycotoxisorb, Humac s.r.o. Košice). Tretej experimentálnej skupine (FH) boli do základných kŕmnych zmesí od 2. dňa pridávané humínové látky 0,7 % (Humac® Natur AFM Mycotoxisorb, Humacs.r.o. Košice) a od 11. dňa výkrmu aj 10 % FP. Vo všetkých experimentálnych skupinách bol objem základných kŕmnych zmesí znížený o objem pridaných zložiek (FP a HS). Po ukončení výkrmu, na 38. deň, boli zvieratá omráčené, usmrtené a odoberatá prsná svalovina použitá na ďalšie analýzy.

Chemické stanovenie prsnej svaloviny bolo vykonané podľa metód AOAC (1990). Obsah bielkovín sme stanovovali pomocou Kjeldahlovej metódy pomocou automatického analyzátora VELP UDK 159 (VELP, Taliansko) a obsah tukov bol analyzovaný prostredníctvom Soxhletovej metódy v extraktore (DetGras J.P. Selecta S.A., Barcelona, Španielsko) s použitím petroléteru. Vzorky na stanovenie farby mäsa a senzorickú analýzu boli uskladnené v chladničke pri 4 °C po dobu 24 hodín a 7 dní. Vzorky prsnej svaloviny na stanovenie texturálnych parametrov boli skladované v mrazničke pri -20 °C, následne rozmrazovanie prebiehalo v chladničke pri 6 °C počas 24 hodín. Následne bola textúra vzoriek meraná analyzátorom textúry TA.XT2 plus (Stable Microsystems, Godalming, United Kingdom) s použitím Warner- Bratzelerovho strihu za použitia sondy TA-7 Warner-Bratzlerov nôž s trojuholníkovým výkrojom (Stable Microsystems). Meranie kolorimetrických parametrov pokusných vzoriek prsnej svaloviny boli vykonané prístrojom Chroma meter CR-410 (meracia plocha \varnothing 50 mm, osvetlenie D65, štandardný pozorovací uhol 2°, Konica Minolta, Sensing, Inc., Japonsko). Výsledky kolorimetrických parametrov boli spracované v programe Color Data Software CM-S100w SpectraMagic™ NX (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japonsko). Kolorimetrické parametre analyzovaných vzoriek boli vyjadrené vo farebnom priestore CIE L*a*b*. Hodnota L* predstavuje jas (v rozsahu od 0 – čierna po 100 – biela), a*

červenosť (farbu medzi červenou a zelenou) a b* žltosť (farbu medzi modrou a žltou). Pred analýzou bola vykonaná kalibráciu prístroja pomocou priloženého príslušenstva, tzv. kalibračnej doštičky (CR-A43, Konica Minolta), pomocou ktorej sa kalibruje prístroj na štandard bielej farby. Senzorické hodnotenie tepelne opracovanej prsnej svaloviny sa uskutočnilo v štandardizovanom senzorickom laboratóriu.

Štatistické spracovanie výsledkov bolo urobené prostredníctvom štatistického programu GraphPadPrism 9.0.0 (GraphPad Software, San Diego, California, USA).

Výsledky a diskusia

V tabuľke 1 je uvedené chemické zloženie prsnej svaloviny. Hodnoty sušiny boli u všetkých skupín približne rovnaké a teda sme nezaznamenali žiaden štatisticky významný rozdiel ($p < 0,05$). Na rozdiel od štúdie Semjon et al. (2020), v ktorej boli používané podobné suplementy krmiva, sme v našej štúdií, pri stanovení obsahu tuku zaznamenali štatisticky významný rozdiel v skupine H oproti ostatným skupinám, Podiel vody bol vo všetkých vzorkách na približne rovnakej úrovni, podobne ako podiel dusíkatých látok.

Tabuľka 1: Chemické zloženie prsnej svaloviny

	Sušina, %	Tuk, %	Voda, %	Bielkoviny, %
K	25,00±1,005	1,727±0,431 ^a	74,983±1,004	22,330±0,684
H	26,33±1,373	2,448±0,613 ^b	73,667±1,737	22,798±0,340
F	26,265±2,648	1,770±0,144 ^a	73,902±0,938	23,073±1,110
FH	25,047±1,277	1,747±0,149 ^a	74,953±1,277	22,960±0,150

K-Kontrola, H-humínové látky, F-fermentované krmivo, FH- fermentované krmivo + humínové látky; Hodnoty zahŕňajúce rovnaký horný index (a, b, c) nie sú štatisticky významné (ANOVA, $p < 0,05$).

V tabuľke 2 sa nachádzajú výsledky texturálnej analýzy surovej a tepelne opracovanej prsnej svaloviny kurčiat. Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že v surových vzorkách prsnej svaloviny nebol zistený významný rozdiel v tvrdosti medzi skupinami vzoriek ($p > 0,05$). Vo vzorkách prsnej svaloviny po uvarení bol medzi skupinami vzoriek zistený významný rozdiel v texturálnom parametre tvrdosť ($p < 0,05$). Najmenšia sila noža, ktorá bola potrebná pre prerezanie vzoriek bola nameraná v skupine vzoriek K ($10,60 \pm 4,16$). Najvyššie hodnoty tvrdosti mäsa po tepelnom ošetrení dosiahli vzorky skupiny F ($16,26 \pm 5,04$). Štatistická analýza preukázala významné rozdiely v tuhosti uvarených vzoriek prsnej svaloviny v nasledovných skupinách oproti kontrole: K:F ($p < 0,001$) a K:FH ($p = 0,001$). Významný rozdiel bol medzi skupinami F a H ($p < 0,01$). Medzi vzorkami skupiny K a H nebol zistený významný rozdiel v tuhosti vzoriek ($p > 0,05$).

Medzi skupinami surových vzoriek v parametre jemnosť nebol štatisticky preukazný rozdiel ($p > 0,05$). Vo vzorkách po tepelnom ošetrení bol medzi vzorkami významný rozdiel v jemnosti mäsa ($p < 0,001$). Významný rozdiel v jemnosti mäsa bol zistený medzi skupinou vzoriek K a skupinou F ($p < 0,01$) a FH ($p < 0,01$), pričom medzi skupinou K a skupinou H nebol rozdiel v jemnosti mäsa ($p > 0,05$). Avšak významný rozdiel v jemnosti vzoriek po uvarení bol zistený medzi skupinami F a H ($p < 0,01$).

V oboch texturálnych parametroch bol potvrdený štatisticky významný vplyv tepelného ošetrenia vzoriek párovým Studentovým T testom na hladine štatistickej významnosti $p < 0,001$.

Tabuľka 2: Texturálne parametre prsnej svaloviny

	PARAMETRE	K	F	H	FH
SUROVÉ	Tvrdosť (N/m m.sec)	5,21 ± 1,55 ^a	6,18 ± 1,21 ^a	5,22 ± 0,90 ^a	6,01 ± 1,79 ^a
	Jemnosť (N/m m.sec)	1,55 ± 0,24 ^a	1,69 ± 0,26 ^a	1,59 ± 0,23 ^a	1,62 ± 0,29 ^a
TEPELNE OŠETRENÉ	Tvrdosť (N/m m.sec)	10,60 ± 4,16 ^c	16,26 ± 5,04 ^a	12,26 ± 3,62 ^{bc}	15,44 ± 2,17 ^{ab}
	Jemnosť N/m.m.sec)	2,3 ± 0,72 ^c	3,04 ± 0,75 ^a	2,5 ± 0,52 ^{bc}	3,03 ± 0,51 ^{ab}

K-Kontrola, H-humínové látky, F-fermentované krmivo, FH- fermentované krmivo + humínové látky; Hodnoty zahŕňajúce rovnaký horný index v riadku (a, b, c) nie sú štatisticky významné

Hodnoty kolorimetrického merania pokusných vzoriek prsnej svaloviny brojlerových kurčiat pred a po skladovaní pri teplote 4 ± 2 °C sú uvedené v tabuľke 3. Kolorimetrické meranie preukázalo štatistickú významnosť medzi jednotlivými pokusnými skupinami prsnej svaloviny na reze pred a po skladovaní v kolorimetrických parametroch L*, a* a b*. V meraniach pred skladovaním bola najvyššia hodnota kolorimetrického parametra L* v experimentálnej skupine F a najnižšia v experimentálnej skupine H. Tieto hodnoty len nadviazali na výskum Semjon et al. (2020), ktorý tiež pozoroval zníženie L* parametru po prídavku HS do kŕmnej dávky hydiny. V meraniach po skladovaní bola najvyššia nameraná hodnota v kontrolnej skupine K a najnižšia nameraná hodnota bola v experimentálnej skupine FH. Esenbuga et al. (2008), vo svojich pokusoch tiež pridávali HS, vyhodnotenie ich pokusov taktiež preukázalo zmenu farby mäsa. Medzi skupinami bola zistená štatisticky významná rozdielnosť v tomto analyzovanom parametri ($p < 0,01$). Počas skladovania došlo k miernym zmenám hodnôt vo všetkých skupinách. V a* kolorimetrickom parametri došlo štatistickému významnosti v oboch meraniach pred a po skladovaní ($p < 0,001$). Oztruk et al. (2012) po pridaní HS taktiež vo svojej štúdií pozorujú zvýšenie a* parametru. Kolorimetrický parameter b* bol vo všetkých pokusných skupinách nižší v porovnaní s kontrolnou skupinou pred skladovaním ako aj po skladovaní ($p < 0,001$). Bai et al. (2013) tvrdí, že HS môžu mať súvislosť s ovplyvňovaním farby mäsa, ale presný mechanizmus tohto účinku zatiaľ nie je objasnený.

Tabuľka 3: Stanovenie kolorimetrických parametrov 24 hodín a 7 dní po skladovaní prsnej svaloviny

FARBA PRED SKLADOVANÍM	K	F	H	FH
L* (D65)	58,250 ± 1,760 ^b	61,351 ± 2,254 ^b	57,054 ± 0,961 ^b	61,188 ± 0,647 ^a
A* (D65)	11,739 ± 0,906 ^a	12,435 ± 1,125 ^b	10,567 ± 0,392 ^a	9,311 ± 1,134 ^c
B* (D65)	10,261 ± 0,754 ^a	10,461 ± 0,477 ^{ab}	9,871 ± 0,940 ^a	9,596 ± 0,948 ^b
FARBA PO SKLADOVANÍ	K	F	H	FH
L* (D65)	62,147 ± 2,521 ^a	61,656 ± 0,604 ^{ab}	61,755 ± 1,112 ^{ab}	60,540 ± 2,589 ^b
A* (D65)	11,268 ± 0,381 ^b	12,574 ± 0,556 ^b	11,521 ± 2,352 ^a	12,932 ± 0,830 ^a
B* (D65)	11,767 ± 1,181 ^a	9,906 ± 0,728 ^b	10,521 ± 1,803 ^b	8,414 ± 1,399 ^c

K-Kontrola, H-humínové látky, F-fermentované krmivo, FH- fermentované krmivo + humínové látky; % Hodnoty zahŕňajúce rovnaký horný index (a, b, c) v riadku nie sú štatisticky významné ($p < 0,05$)

V tabuľke 4 sú uvedené hodnoty senzorického hodnotenia tepelne opracovanej prsnej svaloviny brojlerov. Hodnotili sme 5 parametrov (vzhľad, vôňu, konzistenciu, chuť a celkovú prijateľnosť). V žiadnom parametre sme nezaznamenali štatistickú významnosť, avšak v hodnotení po 7. dňoch sme zaznamenali zlepšenie vo väčšine hodnotených parametrov.

Tabuľka 4: Senzorické hodnotenie tepelne opracovanej prsnej svaloviny

PO 24 HODINÁCH	K	F	H	FH	P
VZHEAD	8,0 ± 0,943 ^a	7,8 ± 1,033 ^a	8,0 ± 0,667 ^a	7,7 ± 1,160 ^a	0,868
VÔŇA	7,2 ± 1,287 ^a	7,2 ± 0,919 ^a	7,9 ± 1,287 ^a	6,8 ± 1,751 ^a	0,395
KONZISTENCIA	7,1 ± 1,287 ^a	6,8 ± 1,687 ^a	7,5 ± 0,850 ^a	7,2 ± 1,135 ^a	0,677
CHUŤ	8,3 ± 0,483 ^a	8,0 ± 1,333 ^a	8,1 ± 0,738 ^a	7,9 ± 0,876 ^a	0,789
CELKOVÁ PRIJATEĽNOSŤ	7,9 ± 0,738 ^a	7,5 ± 1,080 ^a	7,9 ± 0,568 ^a	7,7 ± 0,949 ^a	0,685

PO 7. DŇOCH	K	F	H	FH	P
VZHEAD	8,3 ± 0,832 ^a	7,7 ± 0,675 ^a	8 ± 1,054 ^a	8,5 ± 0,527 ^a	0,140
VÔŇA	8,1 ± 0,994 ^a	8,3 ± 1,059 ^a	7,4 ± 1,430 ^a	7,2 ± 1,476 ^a	0,167
KONZISTENCIA	7,4 ± 1,430 ^a	7,6 ± 0,996 ^a	7,8 ± 1,135 ^a	7,9 ± 1,101 ^a	0,783
CHUŤ	7,9 ± 0,738 ^a	7,6 ± 0,699 ^a	7,9 ± 1,287 ^a	7,3 ± 1,829 ^a	0,653
CELKOVÁ PRIJATEĽNOSŤ	7,9 ± 0,738 ^a	7,7 ± 0,675 ^a	8,1 ± 0,994 ^a	7,9 ± 1,101 ^a	0,801

K-Kontrola, H-humínové látky, F-fermentované krmivo, FH- fermentované krmivo + humínové látky; % Hodnoty zahŕňajúce rovnaký horný index (a, b, c) v riadku nie sú štatisticky významné (p < 0,05)

Záver

Prídavok fermentovaného produktu významne (p<0,001) ovplyvnil texturálne, a farebne vlastnosti v produkovaného mäse brojlerových kurčiat. Prídavok fermentovaného krmiva v kombinácii s HS nemal negatívny vplyv na senzorické vlastnosti produkovaného mäsa. Kombinácia fermentovaného krmiva a humínových látok nemala negatívny dopad na skladovateľnosť a chemické zloženie produkovaného mäsa.

Literatúra

Stevenson, F.J. Humus chemistry: genesis, composition and reaction, In *John Wiley and sons*, New York, 1994

Veselá L. a kol. 2005: Štruktúra a vlastnosti prírodných humínových látok typu oxihumolitu, *Chem. Listy* 99, 711 - 717

Ahmed, S.T. et al. Meat composition, fatty acid profile and oxidative stability of meat from broilers supplemented with pomegranata (*Punica granatum L.*) by-products. In *Food Chem.* 2015, ISSN 1579-4377 vol. 188, p. 481 – 488.

Ashayerizadeh, A. et al. Effects of feeding fermented rapeseed meal on growth performance, gastrointestinal microflora population, blood metabolites, meat quality, and lipid metabolism in broiler chickens. In *Livestock Science.* 2018, ISSN 1871-1413, vol. 216, p. 183 – 190

- Bai, H. X. et al. Effects of fulvic acid on growth performance and meat quality in growing-finishing pigs. In *Livestock Science*. 2013, ISSN 1871-1413, vol. 158, p. 118 – 123
- Bai, K. et al. Supplemental effects of probiotic *Bacillus subtilis* fmbj on growth performance, antioxidant capacity, and meat quality of broiler chickens. In *Poultry Science*. 2017, vol 96, no. 1, ISSN 0032-5791.
- Bamforth, W.Ch. – Cook, J.D. *Food, Fermentation and Micro-organisms*, New Yoer – Hoboken : John Wiley & Sons, Inc., 2019. s. 5 – 6, ISBN 9781119557432.
- Bartkovský, M. et al., Effect of feeding of 10 % prefermented feed on fatty acid profile and oxidation changes in chicken breast meat. In *Maso international – journal of food science and technology*, 2021, vol.11, no.1, 2021, pp.11-15, eISSN 1805-529X
- Cao, F.L. et al. Effect of feeding fermented Ginkgo biloba leaves on growth performance, meat quality, and lipid metabolism in broilers. In *Poultry Science*. 2012, vol. 91, no. 5 ISSN 0032-5791.
- Esenbuga et al., Effects of dietary humate supplementation to broilers on performance, slaughter, carcass and meat colour. In *J. Sci. Food Agric*. 2008, vol 88, p. 1201-1207, ISSN 1097-0010
- Hudák, M. et al. Effect of Broilers Chicken Diet Supplementation with Natural and Acidified Humic Substances on Quality of Produced Breast Meat. In *Animals* 2021, vol. 11, no. 4, 1087, ISSN 2076-2615
- Marcinčák, S. a kol. 2018. Effect of fungal solid-state fermented product in broiler chicken nutrition on quality and safety of produced breast meat. In *BioMed Research International*, 2018, Art. ID 2609548. ISSN 2578-8892.
- Niba, A.T. et al. Potential of bacterial fermentation as a biosafe method of improving feeds for pigs and poultry. In *African Journal of Biotechnology*. 2009, vol. 8, no. 9, ISSN 1684-5315.
- Ozturk E. et al. 2012 Performance, carcass, gastrointestinal tract and meat quality traits, and selected blood parameters of broilers fed diets supplemented with humic substances. In *J. Sci. Food Agric.*, 2012, vol. 92, p. 59-65, ISSN 1097-0010
- Semjon, B. et al. Effect of Solid-State Fermented Wheat Bran Supplemented with Agrimony Extract on Growth Performance, Fatty Acid Profile, and Meat Quality of Broiler Chickens In *Animals*, 2020, vol. 10, no. 6, ISSN 2076-2615.
- Semjon, B. et al. Multiple factorial analysis of physicochemical and organoleptic properties of breast and thigh meat of broilers fed a diet supplemented with humic substances. In *Poultry Science*, 2020, vol. 99, p. 1750-1760, ISSN 0032-5791.
- Slaný, O. et al. Production of high-value bioproducts enriched with γ -linolenic acid and β -carotene by filamentous fungi *Umbelopsis isabellina* using solid-state fermentations. In *Annals of Microbiology*. 2020, vol. 7, no. 5, ISSN 1869-2044.
- Smilek, J. et al. On the role of humic acids' carboxyl groups in the binding of charged organic compounds. In *Chemosphere*. 2015, vol. 138, p. 503 – 510, ISSN 0045-6535.
- Stehlíková, K. *Využití vibrační spektroskopie při studiu interakce huminových látek a organickými ionty* : bakalářská práce. Brno : VUT Brno, 2021. 53 s.
- Sugiharto, S. – Ranjitkar, S. Recent advances in fermented feeds towards improved broiler chicken performance, gastrointestinal tract microecology and immune responses: A review. In *Animal Nutrition*, 2019, vol.5, no.1, ISSN 2405-6545.
- Taklimi, S. M. – Ghahri, H. – Isakan, M. A. Influence of different levels of humic acid and esterified glucomannan on growth performance and intestinal morphology of broiler chickens. In *Agricultural Sciences*. 2012, vol. 3, no. 5, ISSN 2156-8561.

Wan, Y. et al. . Effect of the pellet and mash feed forms on the productive performance, egg quality, nutrient metabolism, and intestinal morphology of two laying hen breeds. In *Animals*. 2021, vol. 1, no. 3, ISSN 2076-2615.

Wang, J. et al. Nutritional modulation of health, egg quality and environmental pollution of the layers. In. *Animal Nutrition* 2017, vol. 3, no. 2, ISSN 2405-6545

PodĎakovanie

Experiment bol vykonaný vĎaka finanĎnej podpore Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy Ď. APVV-18-0039.

Kontaktná adresa

MVDr. Andrej Makiš, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: andrej.makis@student.uvlf.sk.

Dynamika karotenoidov počas spracovania rajčiaka na rajčiakový pretlak

Carotenoid dynamics during processing of tomato into tomato puree

Mendelová, A.¹, Mendel, Ľ.², Golian, J.¹, Kolesárová, A.¹, Solgajová, M.¹

¹Ústav potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

²Výskumný ústav rastlinnej výroby, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum v Nitre

Súhrn

Cieľom práce bolo zhodnotenie dynamiky obsahu celkových karotenoidov ktoré nastávajú počas spracovania rajčiakov na rajčiakový pretlak tradičnou a vákuovou technológiou. Zahusťovanie tradičnou technológiou sa uskutočnilo varom pri teplote 95 °C do dosiahnutia obsahu rozpustnej sušiny 29 °Brix, zahusťovanie vákuovou technológiou prebiehalo pri teplote 70 °C do dosiahnutia obsahu rozpustnej sušiny 29 °Brix. Spracovaním plodov rajčiakov na rajčiakovú šťavu sme zistili, že obsah karotenoidov po spracovaní plodov na rajčiakovú šťavu štatisticky významne ($P < 0,05$) klesal. Ďalší pokles obsahu karotenoidov pokračoval počas výroby rajčiakového pretlaku tradičnou technológiou zahusťovania, zatiaľ čo zahusťovanie vo vákuu malo preukazne pozitívny vplyv na hodnotené parametre a v konečnom dôsledku sa prejavilo opätovným zvýšením obsahu karotenoidov a polyfenolov. Tukeyho testom sme zistili štatisticky preukazný ($P < 0,05$) vplyv spôsobu spracovania rajčiakov na obsah celkových karotenoidov.

Kľúčové slová: rajčiakový pretlak, zahusťovanie, karotenoidy

Abstract

The aim of the work was to evaluate the dynamics of changes in the content of total carotenoids that occur during the processing of tomatoes into tomato puree by traditional and vacuum technology. Thickening by traditional technology was carried out by boiling at 95 °C until a soluble solids content of 29 °Brix was reached, thickening by vacuum technology was carried out at 70 °C until a soluble solids content of 29 °Brix was reached. By processing tomato fruits into tomato juice, we found that the carotenoid content decreased statistically significantly ($P < 0.05$) after processing the fruits into tomato juice. A further decrease in carotenoid content continued during the production of tomato puree by the traditional thickening technology, while thickening under vacuum had a demonstrably positive effect on the parameters evaluated and ultimately resulted in a renewed increase in carotenoid and polyphenol content. Tukey's test revealed a statistically significant ($P < 0.05$) effect of tomato processing method on the content of total carotenoids.

Keywords: tomato puree, concentrate, carotenoids

Úvod

Technológiu výroby rajčiakového pretlaku popisujú viacerí autori (Georgé et al., 2011; Koh et al., 2011; Bergougnoux, 2013). Všetci jednotne uvádzajú, že výroba rajčiakového pretlaku je viacstupňový proces, ktorý pozostáva z operácií triedenia, prvotného tepelného ošetrenia, pasírovania, odparovania a tepelnej stabilizácie. Počas výroby sa vykonáva niekoľko tepelných ošetrení s cieľom úpravy textúry základnej suroviny, zahustenia výsledného produktu a súčasne inaktivácie mikroorganizmov. Georgé et al.

(2011) odporúčajú vykonať tepelné ošetrenie pred pasírovaním pri teplote 92 °C po dobu 10 minút. Rajčiaková drť je následne pod vysokým tlakom pretláčaná cez sitá. Získaný pretlak sa v poslednej etape musí zahustiť na požadovaný obsah sušiny 21-37 % podľa spôsobu ďalšieho použitia. Na tento proces slúžia viacstupňové odparky. Podľa Koha et al. (2011) zahusťovanie zvyčajne prebieha pri teplote 63-79 °C. Georgé et al. (2011) odporúčajú odparovanie vykonať pri tlaku 96 kPa a teplote 65 °C a následne po odparení vykonať ešte tepelnú stabilizáciu hotového produktu pri teplote minimálne 100 °C. Podľa Koha et al. (2011) je postačujúci čas stabilizácie 3-5 minút.

Capanoglu et al. (2010) spracovali rajčiaky na pretlak so sušinou 28-30 °Brix a pri práci použili teploty: 80 °C v procese tepelného ošetrenia pred pasírovaním, 62 °C v operácii odparovania a 93 °C pri pasterizácii. Obsah karotenoidov sledovali v niekoľkých štádiách technologického procesu výroby. Zistili, že zmeny obsahu lykopénu, β -karoténu a luteínu po drtení a krátkom tepelnom ošetrení sú nepatrné. Rovnako autori uvádzajú len nízky pokles sledovaných zložiek po pasírovaní rajčiakovej drte. Podstatné zmeny obsahu, zhruba na úrovni poklesu o 50 % všetkých sledovaných zložiek nastávajú až v procese odparovania. V následnej operácii pasterizácie autori nezaznamenali pokles lykopénu, práve naopak, zaznamenali nárast o 10 %, obsah β -karoténu zostal nezmenený, ale ďalej pokračoval pokles luteínu.

Shi et al. (2003) uvádzajú, že tepelné ošetrenie v rozpätí 90-150 °C spôsobí straty lykopénu až 35 %. Tieto straty sa zvyšujú s predlžovaním času tepelného ošetrenia. Takeoka et al. (2001) vo svojej štúdii dokázali, že strata lykopénu počas výroby rajčiakového pretlaku bola 9-28 %, zatiaľ čo iné karotenoidy ako fytofluén, fytoén a ζ -karotén sa menili len minimálne.

Koh et al. (2011) vo svojej práci porovnávali stabilitu lykopénu a β -karoténu počas výroby rajčiakového pretlaku. Autori zistili, že lykopén je v priebehu spracovania stabilnejší ako β -karotén. Počas výroby sa v produkte zachovalo až 96 % lykopénu, zatiaľ čo retencia β -karotén bola na úrovni 73 %.

Martínez-Valverde et al. (2002), Periago et al. (2009) a García-Valverde et al. (2013) poukazujú na to, že nové výrobky z rajčiakov s vysokou biologickou aktivitou sa môžu získať za predpokladu zlepšenia synergického účinku medzi základnou surovinou a technologickým procesom výroby.

Cieľom práce bolo zhodnotiť dynamiku zmien obsahu celkových karotenoidov a počas spracovania rajčiakov na rajčiakový pretlak technológiou zahusťovania za prístupu kyslíka a vákuovou technológiou a porovnať zmeny nastávajúce v jednotlivých medziproduktoch a produktoch spracovania.

Materiál a metodika

Na prípravu rajčiakovej šťavy a rajčiakového pretlaku boli použité odrody určené na priemyselné spracovanie Uno Rosso F1, Pavlína, Mobil, Zömök a Denár. Rajčiaky sa po zbere vytriedili, umyli, priemerné vzorky sa nakrájali a podrúvali na kuchynskom robote Phillips HR 2100 po dobu min. 2 minúty. Vzniknutá drvina sa zahrieva v laboratórnom duplikátorovom kotli pri teplote 93±1°C po dobu 3 minút (Kelebek et al., 2017). Získaná zmes sa zahorúca pasírovala na pasírke Champion 2000 s otvormi sít 1 mm. Tretina získaného množstva šťavy sa hodnotila ako medziprodukt - rajčiaková šťava, druhá tretina sa ďalej zahusťovala klasickým postupom za prístupu kyslíka a posledná tretina sa zahusťovala vákuovou technológiou.

Zahusťovanie klasickým spôsobom varom pri teplote 95 °C za prístupu kyslíka do dosiahnutia obsahu rozpustnej sušiny 29 °Brix sa uskutočnilo v duplikátorovom kotli

s miešadlom. Zahusťovanie bez prístupu kyslíka (vákuovou technológiou) prebiehalo na rotačnej vákuovej odparke pri teplote 70 °C rovnako do dosiahnutia obsahu rozpustnej sušiny 29 °Brix.

Získané produkty (šťava, pretlak zahustený klasickou technológiou a pretlak zahustený vákuovou technológiou) sa za horúca plnili do sterilných sklenených obalov.

Stanovenie obsahu celkových karotenoidov sa uskutočnilo podľa metodiky Hegedúsová et al. (2007). Príprava vzorky na analýzu pozostávala z dôkladnej homogenizácie vzoriek rajčiakovej šťavy a pretlakov na desintegrátore Heidolph, Silent Crusher M pri otáčkach 10 000.min⁻¹ po dobu 3 minút. Extrakcia karotenoidov zo zhomogenizovaných vzoriek sa uskutočnila acetónom. Vzorky biologického materiálu sa rozotierali s morským pieskom a malými podielmi acetónu do úplného uvoľnenia farbív z produktu. Získaný acetónový extrakt s extrahovanými karotenoidmi sa opakovane pretrepával s petroléterom, karotenoidy prechádzali z acetónovej do petroléterovej vrstvy. Za pomoci destilovanej vody prebehlo fázovanie vrstiev zamerané na odstránenie zvyšku acetónu. Následne sa petroléterová fáza nasýtená karoténoidmi vysušila síranom sodným bezvodým, kvantitatívne preniesla do odmernej banky a doplnila na stanovený objem 25 ml petroléterom. Absorbancia vzoriek sa merala spektrofotometricky na spektrofotometri Jenway (6405 UV/VIS, Anglicko) pri vlnovej dĺžke 450 nm.

Na štatistické hodnotenie vplyvu odrody a spôsobu spracovania na celkových karotenoidov bola použitá jednofaktorová a dvojfaktorová analýza rozptylu ANOVA pri $P < 0,01$. V post-hoc testovaní bol použitý Tukey HSD test viacnásobného porovnania priemerov na zistenie štatisticky významných rozdielov pri $P < 0,05$. Všetky štatistické analýzy boli vykonané pomocou štatistického balíka Statsoft Statistica 12.5 (Statsoft Inc., Tulsa, USA).

Výsledky a diskusia

Pri spracovaní rajčiakov na šťavu a následne na pretlak sú kľúčovými prvkami technológie výroby tepelné procesy ošetrovania rozdrvenej rajčiakovej hmoty a pri výrobe pretlaku spôsob zahustenia rajčiakovej šťavy (Capanoglu et al., 2010)

Zahustenie rajčiakovej šťavy na pretlak s obsahom rozpustnej sušiny min. 29 °Brix dvoma rôznymi spôsobmi sa prejavilo rozdielnou dynamikou sledovaných zložiek. Zahusťovanie vákuovým spôsobom je vo vzťahu k nutričným zložkám jednoznačne šetrnejší spôsob zahusťovania. Porovnaním zloženia pretlakov zo sledovaných odrôd môžeme skonštatovať, že najvyšší obsah celkových karotenoidov bol v pretlaku zahusťovanom pri normálnom tlaku z odrody Uno Rosso F1, ale rozdiely medzi ostatnými sledovanými odrodami s výnimkou odrody Pavlína boli minimálne. Pri pretlaku zahusťovanom vákuovým spôsobom bol najvyšší obsah celkových karotenoidov v odrode Zómók a najnižší v odrode Pavlína.

Na základe výsledkov môžeme skonštatovať, že spracovanie plodov na šťavu po tepelnom ošetrovaní pri teplote $93 \pm 1^\circ\text{C}$ sa vo všetkých odrodách prejavilo poklesom obsahu celkových karotenoidov, pričom táto zmena bola najvýraznejšia v šťave z odrody Denár. Pokračovaním technológie výroby rajčiakového pretlaku klasickým spôsobom zahusťovania prístupu kyslíka, pri bežnom atmosférickom tlaku sa prejavilo v pretlakoch zo všetkých odrôd ďalším znižovaním obsahu celkových karotenoidov. Technológia zahusťovania rajčiakového pretlaku bez prístupu kyslíka sa prejavila šetrnejšie k obsahu celkových karotenoidov. V porovnaní s klasickou technológiou sme vo všetkých vzorkách pretlakov zistili vyšší obsah karotenoidov počas zahustenia vo vákuu. Pri tomto spôsobe

spracovania sme zaznamenali vyšší obsah celkových karotenoidov ako v medziprodukte výroby - rajčiakovej šťave (Tabuľka 1).

Tabuľka 1: Priemerné hodnoty obsahu celkových karotenoidov mg. 100 g⁻¹ SH v jednotlivých medziproduktoch a produktoch počas výroby rajčiakového pretlaku

	plody	šťava	pretlak klasická technológia	pretlak vákuová technológia
Uno Rosso F1	184,88 ± 0,81	182,09 ± 0,29	152,09 ± 0,29	185,35 ± 0,33
Pavčina	146,03 ± 0,29	123,66 ± 0,87	108,09 ± 0,12	146,46 ± 0,18
Mobil	153,08 ± 0,42	150,69 ± 0,81	128,32 ± 0,40	163,66 ± 0,56
Zömök	212,69 ± 1,85	198,33 ± 0,51	143,60 ± 0,31	204,07 ± 0,19
Denár	159,19 ± 1,66	132,79 ± 2,18	121,53 ± 0,64	166,51 ± 0,49

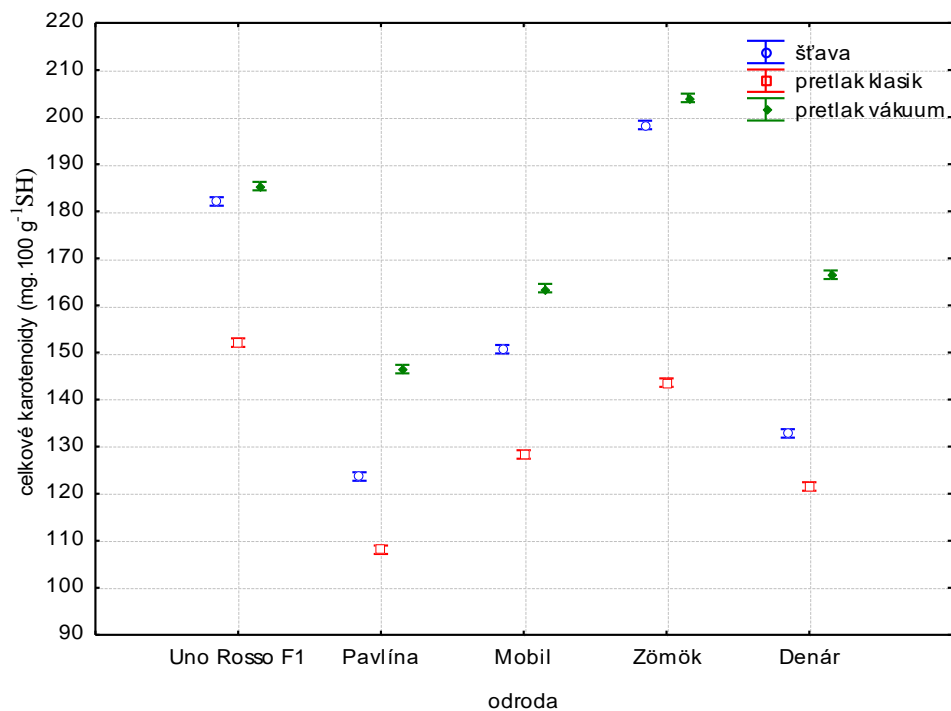
Na základe výsledkov dvojfaktorovej analýzy rozptylu ANOVA, kde ako zdroje variability boli uvažované odroda a produkt spracovania, môžeme konštatovať, že odroda a produkt spracovania mali štatisticky preukazný ($P < 0,01$) vplyv na celkový obsah karotenoidov. Vzájomné spolupôsobenie faktorov odroda x produkt spracovania malo taktiež štatisticky preukazný vplyv ($P < 0,01$) na celkový obsah karotenoidov.

Tukeyho HSD testom sme porovnávali priemerný obsah celkových karotenoidov v jednotlivých produktoch počas spracovania rajčiakov na pretlak. Na základe výsledkov z mnohonásobného porovnávania priemerov obsahu celkových karotenoidov Tukeyho HSD testom (Tabuľka 2) je zrejme že, v pretlaku zahusťovanom vo vákuu sa zachoval štatisticky preukazne ($P < 0,05$) najvyšší priemerný obsah celkových karotenoidov 173,21 mg.100 g⁻¹ SH. Štatisticky preukazne ($P < 0,05$) najnižší obsah celkových karotenoidov sa potvrdil pri spracovaní klasickou technológiou a to len 130,73 mg.100 g⁻¹ SH, to znamená, že zníženie teploty zahusťovania na 70 °C a odstránenie kyslíka z prostredia sa prejavilo zvyšovaním obsahu celkových karotenoidov.

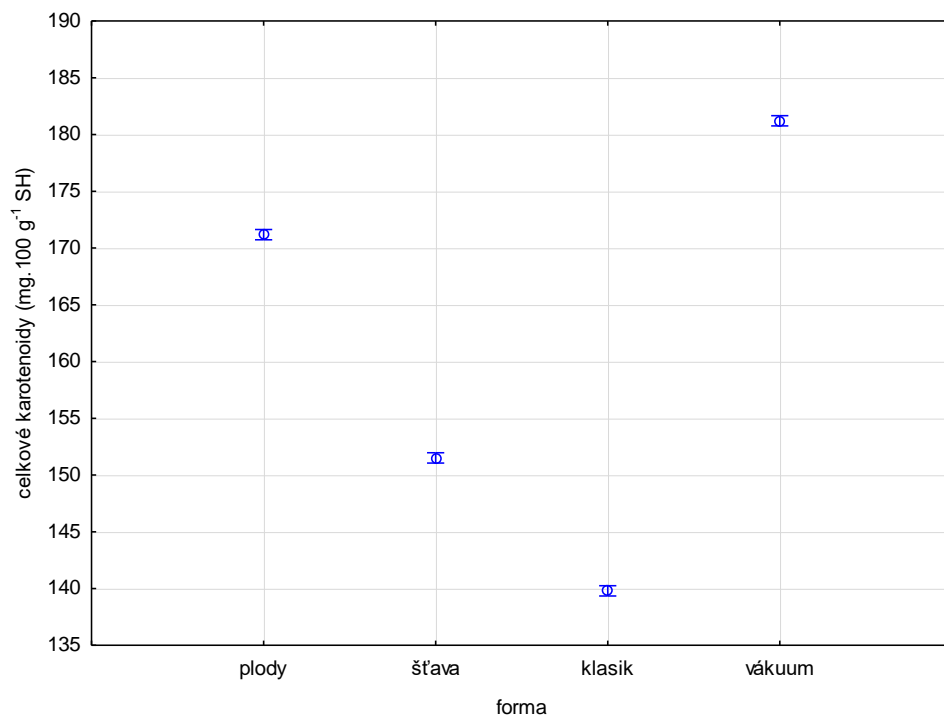
Tabuľka 2: Priemerné hodnoty a homogénne skupiny v obsahu celkových karotenoidov v jednotlivých medziproduktoch a produktoch počas spracovania rajčiakov na rajčiakové pretlaky na základe mnohonásobného porovnávania priemerov z Tukeyho HSD testu

produkt spracovania	priemer (mg.100 g ⁻¹ SH)	homogénna skupina
pretlak K	130,73	a
šťava	157,51	b
pretlak V	173,21	c

rozdielne písmená pri priemeroch predstavujú štatisticky preukazné rozdiely medzi produktmi ($P < 0,05$); pretlak K = pretlak zahusťovaný klasickým spôsobom za prístupu kyslíka ; pretlak V = pretlak zahusťovaný vo vákuu



Obrázok 1: Marginálne priemery v obsahu celkových karotenoidov v jednotlivých medziproduktov a produktoch počas spracovania rajčiakov na rajčiakový pretlak ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}\text{ SH}$) z Tukey HSD testu



Obrázok 2: Marginálne priemery celkových karotenoidov v jednotlivých medziproduktov a produktoch počas spracovania rajčiakov na rajčiakový pretlak ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}\text{ SH}$) z Tukey HSD testu

Spracovaním plodov rajčiakov na šťavu a pretlak klasickým zahusťovaním dochádzalo v medziprodukte aj vo finálnom produkte k štatisticky preukaznému ($P < 0,05$) poklesu celkových karotenoidov (Tabuľka 2). Medzi hodnotenými odrodami počas spracovania rajčiakov v jednotlivých medziproduktoch bol zaznamenaný štatisticky preukazný ($P < 0,05$) rozdiel v obsahu celkových karotenoidov. Štatisticky preukazne ($P < 0,05$) najmarkantnejší pokles v obsahu celkových karotenoidov pri spracovaní na pretlak vo vákuu a klasickým spôsobom bol zaznamenaný pri odrode Zömök až o $60,77 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH (Obrázok 1).

Zmeny obsahu bioaktívnych látok počas spracovania rajčiakov na pretlak sledovali aj Capanoglu et al. (2010). Autori hodnotili obsah karotenoidov lykopénu, β -karoténu a luteínu, celkový obsah polyfenolov a antioxidačnú aktivitu v rajčiakoch určených na priemyselné spracovanie a v jednotlivých krokoch priemyselného spracovania na pretlak. Na začiatku výrobného procesu autori v plodoch zistili obsah lykopénu $146,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH, β -karoténu $4,7 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH a luteínu $2,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH. Rajčiaková šťava sa získala po podrvení plodov, tepelným oštrením podrvenej hmoty pri teplote $60-80 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 2-2,5 minúty a následným pasírovaním. Analýzou karotenoidov autori zistili najvýraznejší štatisticky preukazný pokles lykopénu o $31,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH. Pokles bol aj v obsahu luteínu a β -karoténu, ale v tomto kroku výroby bol na úrovni len $0,1 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH a nebol štatisticky preukazný. Po spracovaní v rajčiakovom pretlaku zostalo zachované $98,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH lykopénu, $3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH β -karoténu a $0,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH luteínu.

Koh et al. (2011) sledovali zmeny nutričnej kvality rajčiakov a rajčiakových produktov počas spracovania na rajčiakový pretlak s $29 \text{ }^\circ\text{Brix}$. Na spracovanie boli použité rajčiaky na priemyselné spracovanie pestované v oblasti Dixon (USA). V práci použili oštrenie rajčiakovej drvenej hmoty teplotou $93 \text{ }^\circ\text{C}$ po dobu 5-10 minút a zahusťovanie vo vákuovej odparke pri teplote $63-79 \text{ }^\circ\text{C}$. Autori okrem iného sledovali zmeny obsahu lykopénu, β -karoténu a flavonolov, quercetínu a kempferolu. V prípade karotenoidov autori v čerstvej surovine zistili obsah lykopénu $102,69 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH, β -karoténu $5,03 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH. V rajčiakovej šťave obsah sledovaných zložiek klesol na $95,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH (lykopén) a $3,58 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH (β -karotén) a v pretlaku sa hodnota oproti šťave zvýšila na $98,9 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH (lykopén) a $3,66 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH (β -karotén). Autori uvádzajú, že straty lykopénu a β -karoténu počas spracovania môže spôsobiť izomerizácia cis a trans foriem, oxidačné reakcie a činnosť enzýmov lipoxygenáz a peroxidáz. Veľmi podobný trend zmien obsahu karotenoidov sme zistili aj v našej práci.

Luterotti et al. (2015) sa taktiež zaujímali o zmeny v obsahu lykopénu, ktoré nastávajú v dôsledku tepelného oštrenia rajčiakov. V práci analyzovali už hotovú rajčiakovú omáčku, ktorú ďalej vystavovali v neotvorených obaloch teplotám $100, 120$ a $135 \text{ }^\circ\text{C}$. Autori zistili, že so zvyšujúcou teplotou oštrenia dochádzalo k menším stratám lykopénu. Ak takto teplom oštrené konzervy ďalej skladovali pri teplote $18 \text{ }^\circ\text{C}$ zistili dokonca zvýšenie obsahu lykopénu.

Chanforan et al. (2012) sledovali zmeny v obsahu lykopénu. Porovnali obsah v čerstvej surovine, v pretlaku, ktorý sa získal po oštrení podrvenej hmoty teplotou $70 \text{ }^\circ\text{C}$, prepasírovaním a zahustením na 30 % obsah rozpustnej sušiny a tiež v omáčke do ktorej pridali okrem 36 % rajčiakového pretlaku, 6 % rajčiakovej drte, pretlak z cibule, sacharózu, soľ, kukuričný škrob a 1,5 % olivového oleja. Počas spracovania rajčiakov na pretlak autori zistili mierny pokles obsahu lykopénu zo $150 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH na $144 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ SH. V rajčiakovej omáčke, kde sa výrazne znížil celkový obsah

rajčiakovej sušiny, autori napriek tomu analyzovali pomerne vysoký obsah lykopénu a to 126 mg.100 g⁻¹ SH. Autori v práci poukazujú na zvýšenie extrahovateľnosti lykopénu z matrice po prídavku olivového oleja, ktorý plní úlohu rozpúšťadla lykopénu.

Kelebek et al. (2017) uskutočnili veľmi podobnú prácu a porovnávali vplyv teploty ošetrenia rajčiakovej drte v procese výroby rajčiakovej šťavy. Prekvapivo lepšie výsledky v stabilite karotenoidov boli pri použití studenej technológie, kedy došlo k minimálnemu poklesu obsahu zo 119,45 na 115,43 mg. 100 g⁻¹ SH. Pri použití horúcej technológie bol počiatkový obsah karotenoidov 120,9 mg. 100 g⁻¹ SH a vo finálnom pretlaku sa zachovalo len

104,81 mg. 100 g⁻¹ SH. Tieto zistenia sú v rozpore s našimi zisteniami, ktoré sme získali pri zahusťovaní šťavy na pretlak v podmienkach bez prístupu kyslíka, kedy sme vo všetkých vzorkách pretlakov zahusťovaných technológiou vo vákuu zistili vyšší obsah celkových karotenoidov. Najvýraznejšiu pozitívnu zmenu zvýšenia obsahu celkových karotenoidov po vákuovom zahusťovaní sme zistili v odrode Denár. Ak porovnáme priemerné hodnoty obsahu celkových karotenoidov v plodoch ako základnej surovine (171,74 mg.100 g⁻¹ SH) a po spracovaní na šťavu (157,51 mg.100 g⁻¹ SH) a v pretlaku zahustenom vákuovým spôsobom (173,21 mg.100 g⁻¹ SH) zistíme, že obsah celkových karotenoidov po spracovaní plodov na šťavu najskôr klesol o 14,23 mg.100 g⁻¹ SH a následne sa zvýšil o 17,7 mg.100 g⁻¹ SH.

Záver

Spracovaním plodov rajčiakov na rajčiakovú šťavu a následne rajčiakový pretlak technológiou zahusťovania za prístupu kyslíka a vo vákuu sme zistili, že obsah celkových karotenoidov po spracovaní plodov na rajčiakovú šťavu štatisticky významne ($P < 0,05$) klesal. Ďalší pokles obsahu celkových karotenoidov pokračoval počas výroby rajčiakového pretlaku klasickou technológiou zahusťovania za prístupu kyslíka, zatiaľ čo zahusťovanie vo vákuu malo preukazne pozitívny vplyv na hodnotené parametre a v konečnom dôsledku sa prejavilo opätovným zvýšením obsahu celkových karotenoidov a polyfenolov. V rámci hodnotenia dynamiky zmien v obsahu celkových karotenoidov sme po spracovaní plodov na rajčiakovú šťavu zistili priemerný pokles obsahu karotenoidov o 8,28 %, zahusťovanie rajčiakovej šťavy na pretlak za prístupu kyslíka znamenalo ďalší pokles obsahu celkových karotenoidov o 28,88 % v porovnaní s plodmi, ale po použití vákuovej technológie zahusťovania sme zistili zvýšenie obsahu celkových karotenoidov v porovnaní s rajčiakovou šťavou o 9,97 % a obsah celkových karotenoidov sa dostal takmer na pôvodnú hodnotu, ktorú mali plody pred spracovaním. Tukeyho testom sme zistili štatisticky preukazný ($P < 0,05$) vplyv spôsobu spracovania rajčiakov na rajčiakový pretlak na obsah celkových karotenoidov.

Použitá literatúra

Bergougnoux, V. 2013. *The history of tomato: From domestication to biopharming*. *Biotechnology Advances*, 32, (1), pp. 170-189. <<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.11.003>>

Capanoglu, E., Beekwilder, J., Boyacioglu, D., De Vos, R., Hall, R. D. 2010. *The Effect of Industrial Food Processing on Potentially Health-Beneficial Tomato Antioxidants*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50, pp. 919-930. <<https://doi.org/10.1080/10408390903001503>>

García-Valverde, V., Navarro-González, I., García-Alonso, J., Periago, J. M. 2013. *Antioxidant Bioactive Compounds in Selected Industrial Processing and Fresh*

- Consumption Tomato Cultivars*. Food and Bioprocess Technology, 6, (2), pp. 391-402. <<https://doi.org/10.1007/s11947-011-0687-3>>
- Georgé, S., Tourniaire, F., Gautier, H., Goupy, P., Rock, E., Caris-Veyrat, C. 2011. *Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes*. Food Chemistry, 124, (4), pp. 1603-1611. <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.024>>
- Hegedúsová, A., Musilová, J., Jomová, K., Hegedús, O., Bystrická, J. 2007. *Laboratórne experimenty z organickej chémie a biochémie pre špecializáciu Chémia životného prostredia*. Nitra : Univerzita Konštantína Filozofa, 103 s. ISBN 978-80-8094-211-3.
- Chanforan, C., Loonis, M., Mora, N., Caris-Veyrat, C., Dufour, C. 2012. *The impact of industrial processing on health-beneficial tomato microconstituents*. Food Chemistry, 134, (4), pp. 1786-1795. <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.03.077>>
- Kelebek, H., Selli, S., Kadiroglu, P., Kola, O., Kesen, S., Uçar, B., Çetiner, B. 2017. *Bioactive compounds and antioxidant potential in tomato pastes as affected by hot and cold break process*. Food Chemistry, 220, pp. 31-41. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.190>>
- Koh, E., Charoenprasert, S., Mitchell, A. (2011). *Effects of industrial tomato paste processing on ascorbic acid, flavonoids and carotenoids and their stability over one-year storage*. Journal of the
- Luterotti, S., Bicanic, D., Markovi, K., Franko, M. 2015. *Carotenes in processed tomato after thermal treatment*. Food Control, 48, pp. 67-74. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.06.004>>
- Martínez-Valverde, I., Periago, M. J., Provan, G., Chesson, A. 2002. *Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (Lycopersicon esculentum)*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 82, (3), pp. 323-330. <<http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.1035>>
- Periago, M. J., García-Alonso, J., Jakob, K., Olivares, A. B., Bernal, M. J., Iniesta, M. D., Martínez, C., Ros, G. 2009. *Bioactive compounds, folates and antioxidant properties of tomatoes (Lycopersicon esculentum) during vine ripening*. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 60, (8), pp. 694-708. <<https://doi.org/10.3109/09637480701833457>>
- Shi, J. X., Le Maguer, M., Brian, M., Kakuda, Y. 2003. *Kinetics of lycopene degradation in tomato puree by heat and light irradiation*. Journal of Food Process Engineering, 25, (6), pp. 485-498. <<https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2003.tb00647.x>>
- Takeoka, G. R., Dao, L., Flessa, S., Gillespie, D. M., Jewell, W. T., Huebner, B., Bertow, D., Susan, E. E. 2001. *Processing effects on lycopene content and antioxidant activity of tomatoes*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 49, (8), pp. 3713-3717. <<https://doi.org/10.1021/jf0102721>>

Pod'akovanie: Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-22-0402

Kontaktná adresa:

Doc. Ing. Andrea Mendelová, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, Nitra, email: andrea.mendelova@uniag.sk.

**Srovnání vybraných výživových parametrů rostlinných nápojů
a kravského mléka**
*Comparison of selected nutritional parameters of plant-based drinks
and cow's milk*

Měřínská, Z., Horáková, K., Řehůrková, I., Ruprich, J.
Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno

Souhrn

Rostlinné nápoje jsou extrakty surovin rostlinného původu (nejčastěji sójové, mandlové, rýžové, kokosové, apod.), jejichž popularita ve vyspělých zemích stále roste. Jsou využívány jako možná náhrada kravského mléka pro osoby, které z různých důvodů (zdravotních, etických) nemohou nebo nechtějí kravské mléko konzumovat. Podle druhu výchozí suroviny se liší obsah živin, zejména sacharidů, které jsou přirozenou složkou rostlinných nápojů. Z pohledu nutričních složek rostlinné nápoje nedosahují předností kravského mléka s výjimkou nápoje ze sójových bobů, které jsou ovšem významným alergenem. Pro dosažení výživových parametrů srovnatelných s kravským mlékem jsou rostlinné nápoje dotovány benefičními látkami (vápník, jód, vitaminy B, vitamin D apod.). Ve složení rostlinných nápojů nalezneme i další přídavné látky zajišťující trvanlivost a lepší chuťové parametry (cukr, sůl, rostlinné oleje, stabilizátory, emulgátory, ochucovadla, apod.). Rostlinné alternativy mléka jsou možným doplňkem diety, ovšem za předpokladu pestrého jídelníčku s obsahem mléka a mléčných výrobků.

Klíčová slova: *rostlinné nápoje, výživové parametry, bílkoviny, sacharidy, tuky, mastné kyseliny*

Abstract

Plant-based drinks are extracts of raw materials of plant origin (most often soy, almond, rice, coconut, etc.), the popularity of which is still growing in developed countries. They are used as a possible substitute for cow's milk for people who, for various reasons (health, ethical), cannot or do not want to consume cow's milk. Depending on the type of raw material, the content of nutrients, especially carbohydrates, which are a natural component of plant-based drinks, varies. From the point of view of nutritional components, plant-based drinks do not reach the advantages of cow's milk, with the exception of drinks made from soybeans, which are, however, a significant allergen. To achieve nutritional parameters comparable to cow's milk, plant-based drinks are subsidized with beneficial substances (calcium, iodine, B vitamins, vitamin D, etc.). In the composition of the plant-based drinks, we also find other additives ensuring durability and better taste parameters (sugar, salt, vegetable oils, stabilizers, emulsifiers, flavorings, etc.). Plant-based alternatives to milk are a possible supplement to the diet, provided that a varied menu contains milk and milk products.

Key words: *plant-based drinks, nutritional parameters, proteins, carbohydrates, fats, fatty acids*

Úvod

Rostlinné nápoje jsou využívány jako náhrada kravského mléka zejména jedinci s laktózovou intolerancí nebo alergií na kravské bílkoviny (Kopáček, J. 2017). Jsou ale také preferovány lidmi stravujícími se alternativním způsobem (vegetariáni, vegani apod.). Obliba rostlinné stravy stoupá i mezi běžnými konzumenty.

V posledních letech se lidé více zajímají o zdravou výživu, vyhledávají a zkouší nové potraviny. Registrujeme trendy ve stravování, reflektující snahu uplatňování principů „trvale udržitelného rozvoje“. Rozumná propagace rostlinné stravy je v tomto ohledu určitě správným krokem. Současně je ale často s intenzivní propagací rostlinné stravy kritizována strava živočišná. Namísto plnohodnotných živočišných potravin, které jsou často vnímány jako méně zdravé, jsou doporučovány jejich rostlinné imitace. Zvýšení podílu rostlinné stravy se dotýká také konzumace rostlinných nápojů, jejichž základem je voda s proměnlivým, relativně nízkým podílem rostlinné složky, který se u jednotlivých druhů nápojů liší a pohybuje se v rozmezí 2-16 % (Poslužná, 2019).

Významným propagátorem konzumace rostlinných nápojů je mezinárodní iniciativa (Pro Veg International), která spustila petici za „rostlinná mléka do škol“ s výzvou směřovanou Evropské komisi legislativně zajistit možnost zahrnutí rostlinných mlék obohacených vápníkem do uvedeného školního projektu (Pro Veg International, 2022). Cílem příspěvku je objektivně popsat výživovou hodnotu jednotlivých typů rostlinných nápojů a porovnat je s kravským mlékem.

Materiál a metodika

Odběr a popis vzorků

Na základě průzkumu trhu byly vytypovány nejfrekventovaněji konzumované neslazené a neochucené rostlinné nápoje. V tržní síti ČR (Brno) bylo odebráno 23 vzorků rostlinných nápojů (5 vzorků mandlových, 4 vzorky sójové, 4 vzorky ovesné, 4 vzorky rýžové, 2 vzorky kokosové, dále po vzorku nápoje rýžovo-kokosového, lískoořechového, sójovo-mandlového a nápoje z hrachové bílkoviny) a současně i 3 vzorky kravského mléka o tučnosti 1,5 % pro aktuální srovnání. Seznam odebraných vzorků a hodnoty výživových parametrů uvádí tabulka č. 1. U všech vzorků byly podchyceny veškeré údaje na obalu pro následné porovnání deklarovaných a naměřených hodnot.

Z deklarovaných hodnot je zřejmá snaha o dosažení kvalitativních parametrů kravského mléka, u některých látek lze tohoto cíle dosáhnout pouze fortifikací/dotací (rostlinný olej, vápník, jód). Rostlinný olej (rýžový, slunečnicový) je přidáván do nápojů vyrobených ze surovin s nízkým obsahem tuku (rýže, oves apod.). Jako zdroj vápníku je uplatňován fosforečnan nebo uhličitan vápenatý, tzn. anorganická chemická látka s pravděpodobně omezenou vstřebatelností do lidského organismu. Přidané jsou také vitaminy – např. B₂, B₁₂, E, D₂. Pro dosažení údržnosti a ovlivnění vlastností rostlinných nápojů se v převážné většině výrobků uplatňují přídatné látky („éčka“) ze skupiny stabilizátorů, emulgátorů, zahušťovadel, aromat apod., do mléka se však žádné tyto látky přidávat nesmějí. Ve složení rostlinných nápojů lze najít též přidaný cukr a jedlou mořskou sůl pro zlepšení chuťových parametrů. Jedná se tedy o průmyslově zpracovanou potravinu, proti primární surovině jako je mléko. U výrobků je doporučováno před použitím obsah řádně protřepat a z důvodu srážení v horké vodě také přidávat rostlinný nápoj před horkou tekutinou.

Cena 1 l rostlinných nápojů se pohybovala od 30 do 80 Kč. Cenu ovlivňuje, zda jsou, či nejsou přidány benefiční složky jako je vápník a vitaminy. Všechny dostupné výrobky byly zahraničního původu. Cena mléka kravského o 1,5% tučnosti se pohybovala od 20 do 24 Kč.

Tabulka 1: Vzorky rostlinných nápojů a kravského mléka, obsah rostlinné složky, tuku, nasycených mastných kyselin, bílkovin a sacharidů deklarovaný výrobcem v g/100 ml

	Název zboží (dle výrobce)	Značka	Rostlinná složka	TUKY	NMK	Bílkoviny	Sacharidy	
1	Mandlový nápoj bez cukru	Alpro		2.3	1.1	0.1	0.5	0.0
2	Mandlový nápoj neslazený	Tesco		2.0	1.0	0.1	0.7	0.5
3	Mandlový nápoj neslazený	K Classic, Take It Veggie	Mandle	2.3	1.2	0.1	0.5	< 0.5
4	Mandlový nápoj, 0% cukru	Joya		2.0	1.2	0.1	0.4	0.1
5	Mandlový nápoj bez cukru	Gou		2.3	1.1	0.1	0.5	0.0
6	Sójový nápoj bez cukru	Alpro		8.7	1.8	0.3	3.3	0.0
7	Sójový nápoj neslazený	Tesco		9.0	2.1	0.3	3.4	1.1
8	Sójový nápoj neslazený	K Classic, Take It Veggie	Sója	9.0	2.4	0.4	3.9	< 0.5
9	Sójový nápoj neslazený	Alnatura		9.0	2.1	0.6	3.6	2.0
10	Ovesný nápoj bez cukru	Alpro		10.5	1.5	0.2	0.8	6.6
11	Ovesný nápoj bez cukru	Vemondo		10.0	1.2	0.1	0.4	5.6
12	Ovesný nápoj bez cukru	Dream and Joya	Oves	5.5	0.8	0.1	0.4	4.0
13	Ovesný nápoj neslazený	Alnatura		11.0	1.4	0.2	0.6	6.0
14	Rýžový nápoj bez cukru	Alpro		12.5	1.0	0.1	0.1	9.5
15	Rýžový nápoj bez cukru	Scotti		16.0	0.9	0.2	0.2	13.1
16	Rýžový nápoj, 0% cukru	Dream and Joya	Rýže	5.1	0.5	0.1	0.2	3.9
17	Rýžový nápoj neslazený	Alnatura		14.0	1.1	0.1	0.5	9.9
18	Kokosový nápoj bez cukru	Alpro		7.0	1.2	1.1	0.1	0.0
19	Kokosový nápoj	Gou		5.3	0.9	0.9	0.1	3.9
20	Rýžový nápoj s kokosem	Scotti	Rýže + Kokos	16.0 + 2.0	2.5	1.8	0.2	12.0
21	Nápoj s lískovými ořechy	Alpro	Lískové oříšky	2.8	1.6	0.2	3.2	0.4
22	Nápoj z hrachové bílkoviny, 0% cukr	Dream and Joya	Hrachový protein	2.5	2.2	0.3	2.0	0.1
23	Nápoj sójovo – mandlový, 0% cukr	Dream and Joya	Sója + Mandle	5.8 + 5.5	3.0	0.4	3.2	0.7
24	Mléko polotučné 1,5 % tuku	Tatra			1.5	1.0	3.3	4.7
25	Mléko polotučné 1,5 % tuku	K Classic		-	1.5	1.0	3.3	4.7
26	Mléko polotučné 1,5 % tuku	Madeta			1.5	1.0	3.2	4.8

Laboratorní úprava a analýzy vzorků

Vzorky zakoupených rostlinných nápojů a kravského mléka byly zhomogenizovány a distribuovány do laboratoře ke specializovaným analýzám. Všechny použité metody jsou akreditovány ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018.

Nutriční analýza zahrnovala gravimetrické metody stanovení popela, sušiny a celkového tuku extrakcí organickými rozpouštědly. Bílkoviny byly dopočteny z hodnoty celkového dusíku stanovené metodou dle Kjeldahla.

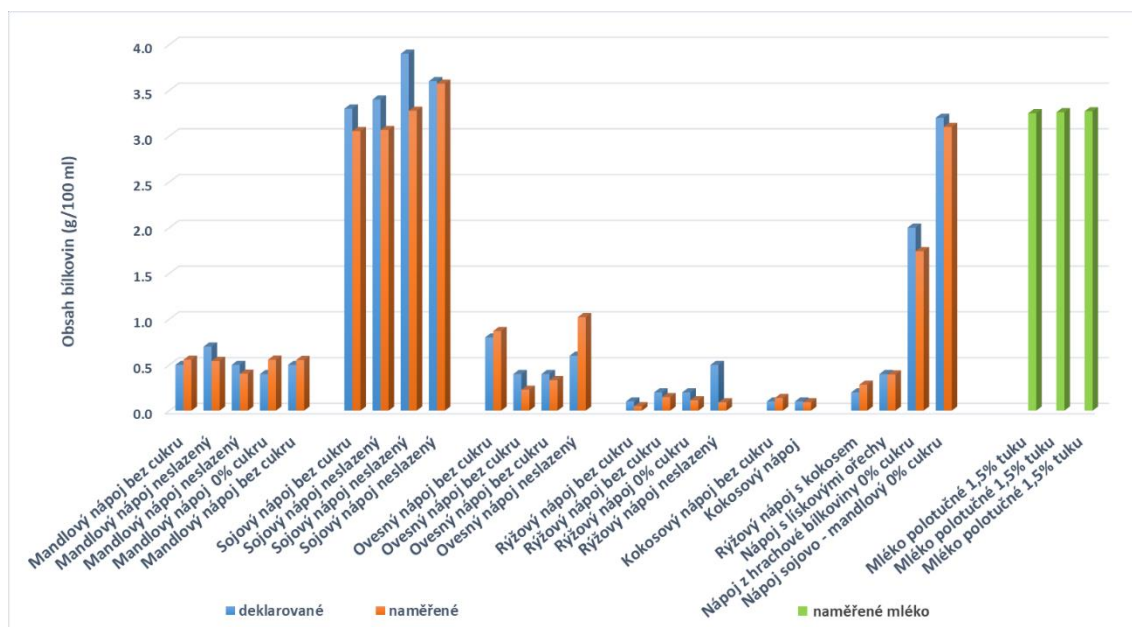
Hodnota celkových sacharidů byla dopočtena z naměřených hodnot tuku, bílkovin, sušiny a popela. Analýza mastných kyselin byla provedena interní metodou založenou na zmýdlení glyceridů a fosfolipidů ve vyextrahovaném tuku a na následné esterifikaci mastných kyselin. Methylestery mastných kyselin se stanovily plynovou chromatografií s plamenově-ionizačním detektorem (GC-FID).

Výsledky a diskuze

Deklarované výživové údaje uvedené na obalu výrobku odpovídaly naměřeným hodnotám s průměrnou odchylkou do 10 %.

Stanovené a deklarované hodnoty nutričních parametrů byly srovnány s příslušnými hodnotami nutričních parametrů kravského mléka o tučnosti 1,5 % (Řeháková a kol., 2023). Obsah výchozí suroviny a tím i živin je v rostlinném nápoji většinou velmi malý, 2 – 18 %. Hodnota sušiny v tekutých nápojích se pohybovala od 2,2 do 15,5 % (v polotučném mléce 10,3 %), nejvíce sušiny obsahovaly nápoje na bázi rýže. Díky nízkému obsahu sušiny mají nápoje „vodovou“ chuť, a proto se do některých přidávají zahušťující látky.

Graf 1 uvádí porovnání analyzovaného obsahu celkových bílkovin. Z výsledků lze konstatovat, že rostlinné nápoje, s výjimkou sójových, mají výrazně nižší množství bílkovin v porovnání s kravským mlékem (do 1 % obsahu). Sójové nápoje jsou oblíbenou potravinou vegetariánů a veganů zejména z důvodu vysokého obsahu bílkovin (cca 3,5 %) srovnatelného s obsahem v kravském mléce (3,3 %). Z pohledu obsahu bílkovin je zajímavý i nápoj z hrachové bílkoviny, který má tento nutriční benefit na dvou třetinách hodnoty kravského mléka. Rostlinné proteiny však postrádají některé esenciální mastné kyseliny, a to je důvod, proč je biologická hodnota bílkovin obsažených v mléce (nejvíce v syrovátce) výrazně větší než biologická hodnota rostlinných bílkovin.

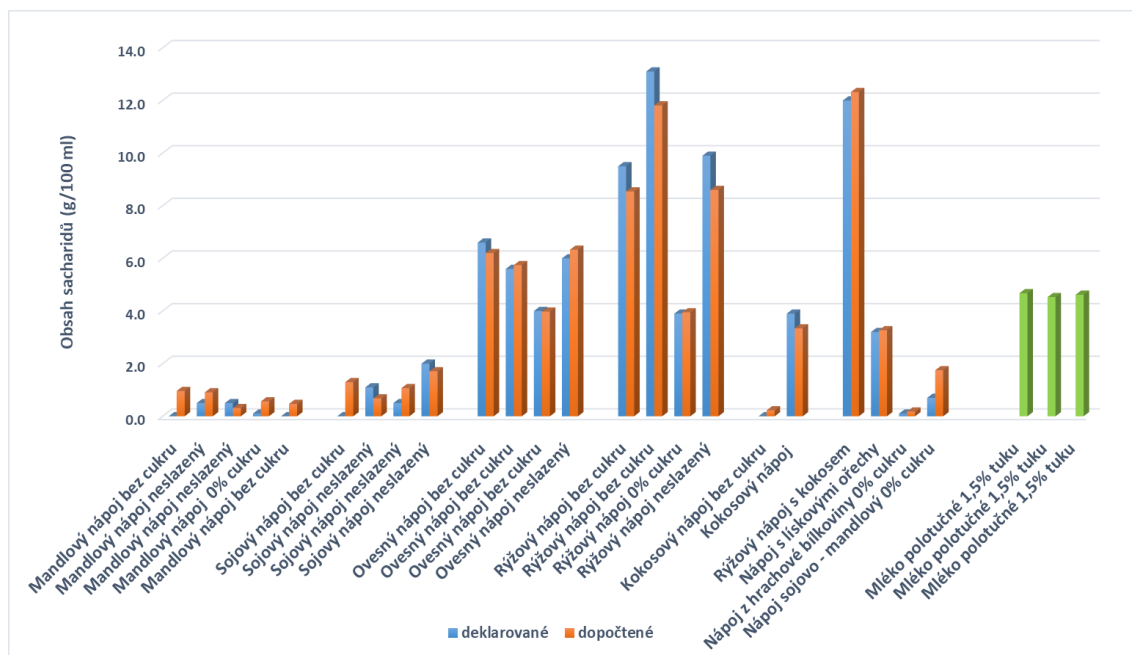


Graf 1: Obsah bílkovin v rostlinných nápojích a kravském mléce

Obsah sacharidů v porovnávaných vzorcích byl nižší z důvodu zaměření na neslazené nápoje, cukry obsažené v rostlinných nápojích byly přirozeného původu. Přidaný cukr

používaný v ochucených slazených variantách rostlinných nápojů může dosahovat až 9 %.

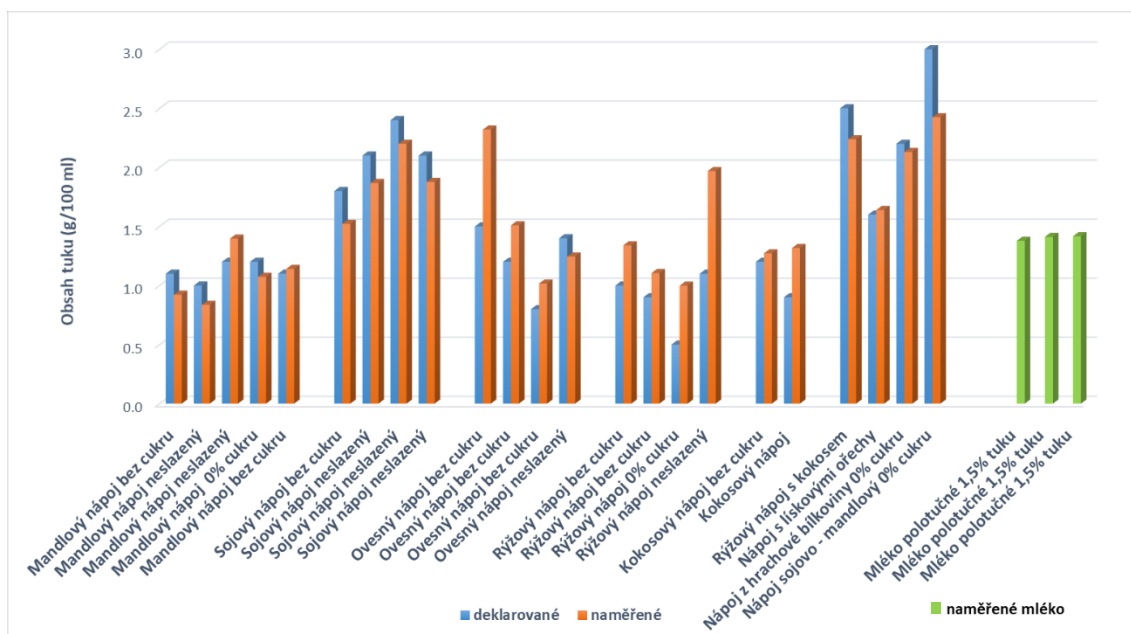
Celkové množství sacharidů je u ovesných a rýžových nápojů větší, díky přítomnosti škrobu ve výchozí surovině a dosahují hodnot kravského mléka, jak je patrné z grafu 2. Ve srovnání s jinými luštěninami obsahuje sója jen nepatrné množství škrobu, stejně jako mandle a obecně všechny skořápkové plody. Proto je obsah sacharidů v sójových a mandlových nápojích podstatně nižší.



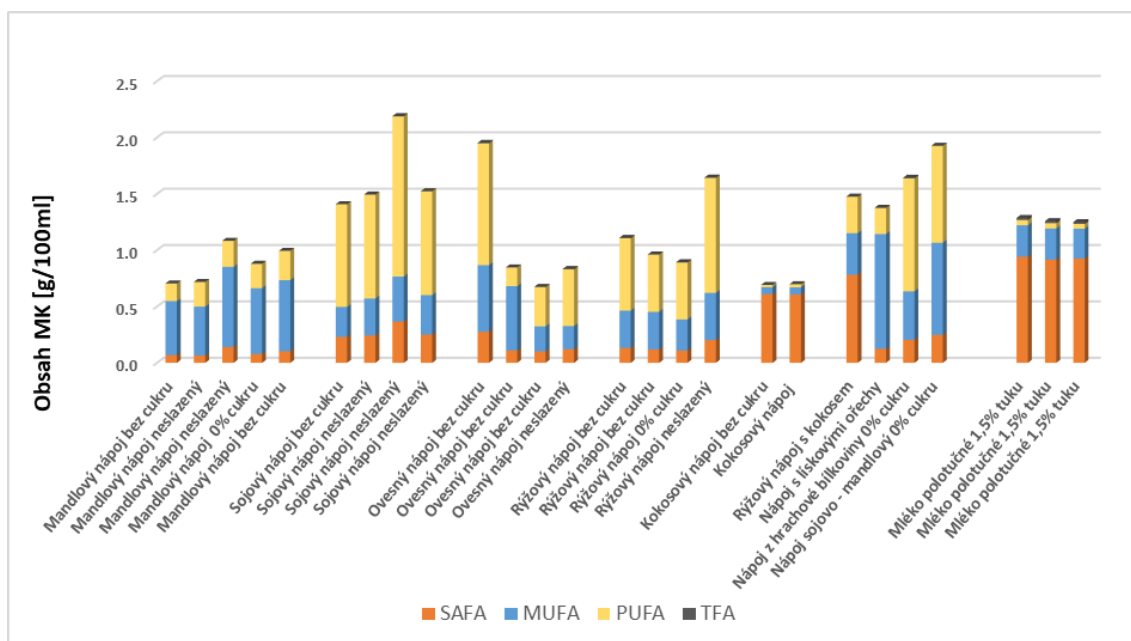
Graf 2: Obsah sacharidů v rostlinných nápojích a kravském mléce

Naopak je tomu v případě obsahu tuku, jelikož skořápkové plody (kokos, mandle) a sójové boby jsou jako výchozí surovina daleko tučnější (Graf 3). Pro zvýšení obsahu tuku je často do rostlinných nápojů na bázi ovesa a rýže přidáván rostlinný olej (např. slunečnicový).

Složení tuku rostlinných nápojů je, s výjimkou tuku kokosového, z hlediska výživy vhodnější než tuku mléčného. Kravské mléko a kokosové nápoje obsahují větší množství nasycených mastných kyselin (SFA) - Graf 4. Přírozeně nízký obsah nasycených mastných kyselin je výhodný pro osoby s vyšší hladinou cholesterolu v krvi. Ale vzhledem k celkovému nízkému obsahu tuku v rostlinných nápojích je tato výhoda nepodstatná.



Graf 3: Obsah tuku v rostlinných nápojích a kravském mléce



Graf 4: Zastoupení mastných kyselin (MK) v rostlinných nápojích a polotučných mléčích

Závěr

Rostlinné nápoje se stávají stále více oblíbenými u příznivců alternativního stravování a jsou propagovány jako náhrada kravského mléka. Často jsou mylně doporučovány jako rovnocenná alternativa mléka osobám se specifickými zdravotními obtížemi (laktózová intolerance, alergie na bílkovinu kravského mléka apod.). Důvodem konzumace rostlinných nápojů mohou být i etické pohnutky, snaha přispět ke snížení dopadů chovu skotu na životní prostředí apod.

Setkáváme se se stále větším sortimentem rostlinných nápojů průmyslově vyrobených z obilovin, pseudoobilovin, skořápkových plodů apod., které mají mnohdy nedostatečný obsah bílkovin, tuku, vápníku a dalších mikronutrientů, a to často i přes jejich fortifikaci.

Kravské mléko je naopak základní surovina, která přirozeně obsahuje široké spektrum benefičních látek.

Z nutričního hlediska nemohou rostlinné nápoje nahradit kravské mléko a měly by být konzumovány pouze jako zpestření jídelníčku. Při porovnání nutrientů je pouze sójový nápoj srovnatelný s kravským mlékem. Sójové boby jsou ovšem silnějším alergenem než kravské mléko. Při nákupu rostlinných nápojů, i přes jejich vysokou cenu, je vhodné sledovat složení a nutriční hodnoty na obalu výrobku, věnovat pozornost obsahu přídatných látek (cukry, stabilizátory, konzervanty atd.), které rostlinné nápoje obsahují a upřednostňovat fortifikované, neslazené a nezahuštěné varianty. Uvedené okolnosti je třeba zvážit při rozhodování o významu zavedení rostlinných nápojů do školního projektu „Ovoce, zelenina a mléko do škol“, na což apeluje petice Pro Veg International.

Negativem kravského mléka je výskyt laktóзовé intolerance jak u dětí, tak u dospělé populace, či alergie na mléčnou bílkovinu. Problém laktóзовé intolerance lze ale řešit konzumací dobře dostupného bezlaktóзовého mléka, které nabízí všechny ostatní cenné živiny obsažené v kravském mléce a nezatěžuje aditivy a kontaminanty. Výsledky shrnuté v příspěvku dávají možnost posoudit výhody a nevýhody konzumace rostlinných nápojů ve srovnání s kravským mlékem.

Literatura

Česká Republika. Nařízení vlády č. 74/2017 Sb. Nařízení vlády o stanovení některých podmínek pro poskytování podpory na dodávky ovoce, zeleniny, mléka a výrobků z nich do škol a o změně některých souvisejících nařízení vlády.

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-74/zneni-20230901>

Evropská unie. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty a zrušují nařízení Rady (EHS) č. 922/72, (EHS) č. 234/79, (ES) č. 1037/2001 a (ES) č. 1234/2007.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1308&from=de>

Evropská unie. Prováděcí nařízení Komise (EU) 2017/392017/39 ze dne 3. listopadu 2016, kterým se stanoví pravidla pro uplatňování nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, pokud jde o podporu Unie na dodávky ovoce a zeleniny, banánů a mléka do vzdělávacích zařízení.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0039&from=DE>

Evropská unie. Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2017/40 ze dne 3. listopadu 2016, kterým se doplňuje nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, pokud jde o podporu Unie na dodávky ovoce a zeleniny, banánů a mléka do vzdělávacích zařízení, a mění nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) č. 907/2014.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32017R0040>

Kopáček, J. 2017. Laktóзовá intolerance, její příčiny, příznaky a nutriční řešení. *Mlékařské listy* 165, Vol. 28, No. 6.

http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2017/veda_165_s.11-16.pdf

Mléko. <https://cs.wikipedia.org/wiki/Mléko>, ze dne 16. 8. 2023

Poslužná, A. 2019. Rostlinné nápoje. Bakalářská práce, MUNI.

Pro Veg International. 2022. Podepiš petici za zahrnutí rostlinného mléka do škol a začni revoluci!

<https://proveg.com/cz/skolni-mleko-petice/>

Řeháková, J., Měřínská, Z., Řehůrková, I., Hornová, J., Horáková, K., Ruprich, J. 2023. Srovnání výskytu vybraných analytů v rostlinných nápojích a kravském mléce. *Sborník Ingrový dny 2023*, s. 471-490, ISBN 978-80-7509-917-4.
<https://doi.mendelu.cz/pdfs/doi/9900/03/2200.pdf>

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou MZ ČR – RVO (SZÚ, 75010330).

Kontaktní adresa

Ing. Zuzana Měřínská, Ph.D., Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: zuzana.merinska@szu.cz.

Citlivost původců mikrobiálního kažení masa vůči vybraným esenciálním olejům

Sensitivity of food spoilage microflora to selected essential oils

Mojžyšková, M., Hulánková, R.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem práce bylo stanovit *in vitro* citlivost 40 kmenů bakterií podílejících se na kažení masa vůči esenciálnímu oleji (EO) z kůry skořice (*Cinnamomum zeylanicum*) a z oregána (*Origanum vulgare*) pomocí mikrodiluční metody. Medián minimální inhibiční koncentrace (MIC) se pro Enterobacteriaceae a Enterococcaceae pohyboval v rozmezí 0,03 - 0,04 % pro skořici a 0,04 - 0,05 % pro oregáno. Statistická analýza potvrdila, že EO ze skořice byl obecně účinnější ($P = 0,011$). Dále byla zjištěna vyšší rezistence enterokoků vůči oběma EO ($P < 0,001$) než u čeledi Enterobacteriaceae. Nejvíce rezistentní byly pseudomonády ($P < 0,001$) s mediánem pro oba EO 0,09 %, přičemž 43 % testovaných kmenů nebylo inhibováno ani 1 % koncentrací. Vysoká odolnost pseudomonád může představovat problém, neboť se jedná o významného původce kažení chladírensky skladovaných potravin.

Klíčová slova: *esenciální oleje, MIC, mikrodiluční metoda, oregano, skořice*

Abstract

The aim of this work was to determine susceptibility of 40 bacterial strains associated with meat spoilage against essential oils (EO) from the *Cinnamomum zeylanicum* bark and *Origanum vulgare* using broth microdilution method. The median of minimum inhibitory concentration (MIC) ranged from 0.03 to 0.04 % for cinnamon and from 0.04 to 0.05 % for oregano. Statistical analysis confirmed that cinnamon EO was generally more effective ($P = 0.011$). Furthermore, a higher resistance of enterococci in comparison to the Enterobacteriaceae family was found ($P < 0.001$). *Pseudomonas* spp. were the most resistant ($P < 0.001$) with a median for both EO of 0.09 % and with 43 % of strains not inhibited by even 1 % concentration. The high resistance of pseudomonads may pose a problem since this genus is a very significant cause of spoilage of refrigerated food.

Key words: *essential oils, MIC, microdilution method, oregano, cinnamon*

Úvod

Esenciální oleje (EO) jsou směsi obvykle 20 až 80 druhů synergicky působících molekul, které mají v potravinářském průmyslu velký potenciál jako přírodní konzervační látky inhibující patogenní bakterie i bakterie způsobující kažení. Jedná se sekundární metabolity aromatických rostlin zahrnující těkavé i netěkavé sloučeniny, které se v potravinářství používají pro aromatizaci, antioxidační a antimikrobiální účinky (Mukurumbira et al., 2022; Rao et al., 2019). Většina studií se zabývá právě patogenními bakteriemi z potravin z hlediska ochrany lidského zdraví. Bakterie způsobující kažení jsou však přítomny mnohem častěji a ve větším množství a kažení potravin způsobuje značné ekonomické ztráty (Mukurumbira et al., 2022). Nejvýznamnější bakterie spojené s kažením masa jsou *Brochothrix thermosphacta* a rod *Pseudomonas*, dále rody *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Enterobacter*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Proteus*, *Klebsiella*, *Flavobacterium*, *Corynebacterium* a *Alcaligenes*. Kažení masa je spojováno především s jejich proteolytickými a lipolytickými enzymy. Důsledkem jejich činnosti

jsou kvalitativní vady, a to zejména nepříjemný zápach, nežádoucí chuť a zbarvení, změny konzistence, produkce plynu a změny pH. I když mikroorganismy kažení běžně nezpůsobují závažná onemocnění, při vyšších množstvích mohou vyvolat gastrointestinální poruchy (Jayasena and Jo, 2013).

Cílem práce bylo stanovit in vitro citlivost 40 kmenů bakterií podílejících se na kažení masa vůči esenciálnímu oleji z kůry skořice (*Cinnamomum zeylanicum*) a z oregána (*Origanum vulgare*).

Materiál a metodika

Byla stanovena minimální inhibiční koncentrace (MIC) 38 kmenů izolovaných převážně z masa a masných výrobků na VETUNI Brno, konkrétně 26 kmenů z čeledi Enterobacteriaceae (*Citrobacter* spp., *Enterobacter* spp., *Escherichia coli*, *Klebsiella* spp., *Proteus* spp., *Serratia liquefaciens*) a 12 dalších kmenů rodu *Pseudomonas* a *Enterococcus*. Citlivost byla testována vůči oreganovému EO (*Origanum vulgare*; karvakrol 74 %) a EO z kůry skořice (*Cinnamomum zeylanicum*; trans-cinnamaldehyd 64 %, eugenol 18 %). MIC byla stanovena mikrodiluční metodou v médiu Tryptone Soya Broth dle dříve popsané metodiky (Hulánková, 2022), pro každý kmen byla provedena tři opakování. Destičky byly inkubovány aerobně při 37 °C nebo 30 °C (*Pseudomonas* spp.) po dobu 24 hodin.

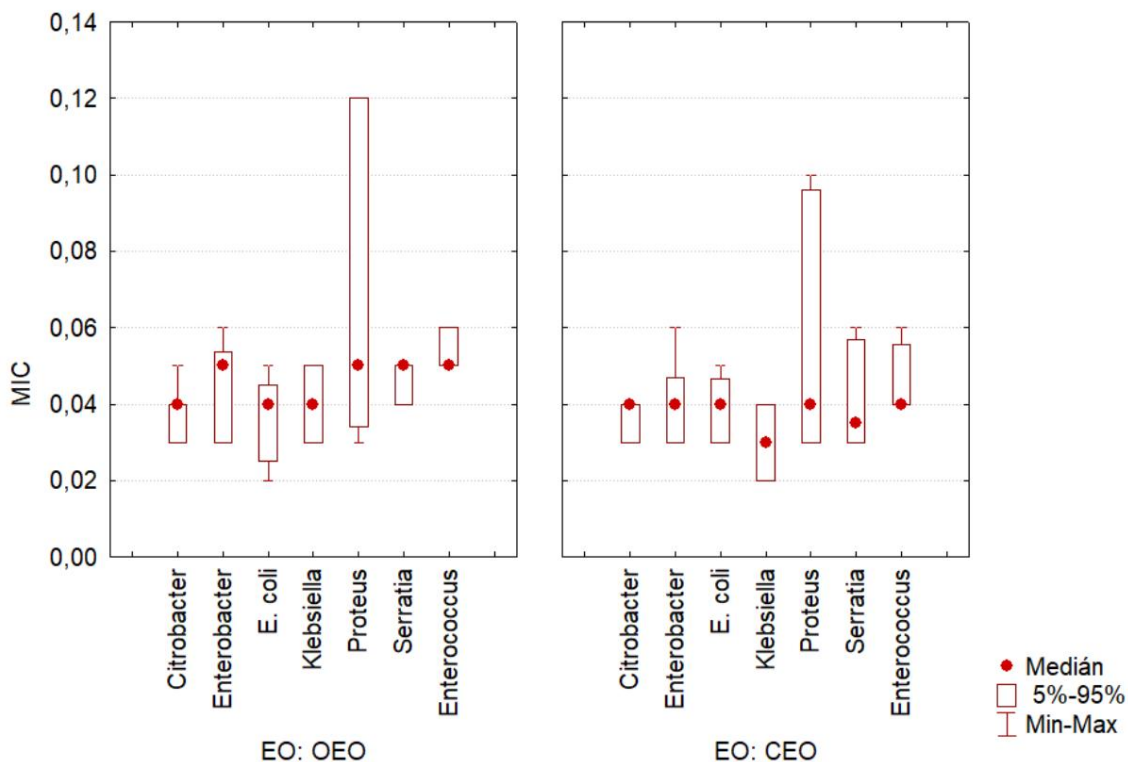
Statistická analýza byla provedena za použití programu Statistica v. 7.1. (Statsoft, ČR), byl použit Wilcoxonův párový test pro posouzení rozdílů mezi EO a Kruskal-Wallis ANOVA pro posouzení rozdílů mezi druhy a čeleděmi. Za statisticky významnou byla považována hodnota $P < 0,05$.

Výsledky a diskuze

Stanovené hodnoty MIC u čeledi Enterobacteriaceae pohybovaly v rozmezí od 0,02 – 0,06 %, výjimku tvořil jeden kmen *Proteus mirabilis* se zvýšenou odolností vůči oběma olejům, s mediánem 0,12 % pro oregano a 0,09 % pro skořici. Z hlediska statistické analýzy vyplynula o něco vyšší citlivost všech sledovaných bakterií vůči EO ze skořice než k oreganovému EO ($P = 0,011$). I přes srovnatelnou mediánovou hodnotu byly enterokoky statisticky významně více rezistentní vůči oběma EO ($P < 0,001$) než čeled' Enterobacteriaceae (Obr. 1). Nejvíce rezistentní byly pseudomonády ($P < 0,001$) s mediánem pro oba EO 0,09 %, přičemž u obou testovaných kmenů *P. aeruginosa* a jednoho ze čtyř kmenů *P. fluorescens* nedošlo k inhibici ani při použití 1 % koncentrace EO. S ohledem na měřítko proto nebyly pseudomonády zařazeny do grafu (Obr. 1).

Většina naměřených hodnoty MIC pro bakterie způsobující kažení v rozsahu 0,04 – 0,06 % odpovídají hodnotám zjištěným u patogenních bakterií (Hulánková, 2022). Vyšší odolnost pseudomonád potvrdila řada dalších autorů (Di Pasqua et al., 2005; Gochev and Girova, 2009; Gutierrez et al., 2009; Klein et al., 2013; Mith et al., 2014; Silva et al., 2013). Některé kmeny pseudomonád vytváří na povrchu buněk polysacharidová pouzdra, která mohou bránit průniku EO k buněčné membráně; kromě toho disponují aktivním systémem efluxních pump (Mith et al., 2014). Jak je patrné i z našich výsledků, odolnost vůči EO může být závislá na konkrétním kmeni. Vysoká odolnost pseudomonád může představovat problém, neboť se jedná o významného původce sensorických změn masa, mléka i zeleniny při chladírenském skladování za přístupu kyslíku (Gutierrez et al., 2009). Řada autorů zmiňuje obecně vyšší odolnost gramnegativních (G-) bakterií vůči EO vzhledem k rozdílné stavbě buněčné stěny (Gochev and Girova, 2009; Mith et al., 2014; Silva et al., 2013). Jiní autoři však tento rozdíl nepotvrdili (Di Pasqua et al., 2005; Klein

et al., 2013). Nepotvrdilo se to ani v naší studii, kde byly sice nejvíce rezistentní pseudomonády (G-), zároveň však byla zjištěna vyšší rezistence u enterokoků (G+) než u čeledi Enterobacteriaceae (G-). Také ve studii Di Pasqua et al. (2005) patřil zkoumaný kmen *Enterococcus faecium* mezi nejodolnější v porovnání s G+ i G- patogeny. Obdobně ve studii Silva et al. (2013) patřily sbírkový kmen *E. faecium* a *E. faecalis* mezi nejodolnější, měřeno velikostí inhibiční zóny. Na rozdíl od výše zmíněných pseudomonád však není rozdíl v rezistenci enterokoků o tolik výrazný, aby působením EO nedošlo v potravinách k jejich inhibici.



Obrázek 1: Hodnoty MIC [%] esenciálního oleje z oregana (OEO) a skořice (CEO) pro čeledi Enterobacteriaceae a Enterococcaceae

Závěr

Esenciální olej ze skořice, ale i z oregana prokázaly dobrou účinnost proti široké škále rodů a druhů z čeledi Enterobacteriaceae i Enterococcaceae. Je však třeba brát v úvahu, že výjimečně se může objevit rezistentnější kmen, v našem případě to byl *Proteus mirabilis* izolovaný z vepřového JUT. Na druhou stranu v případě pseudomonád 57 % kmenů vykazovalo zvýšenou rezistenci a zbývajících 43 % kmenů bylo dokonce extrémně rezistentních. EO tak mohou být potenciálně užitečnou přírodní antimikrobiální látkou v potravinách balených vakuově nebo v ochranné atmosféře, kde se významně uplatňují jiné skupiny mikroorganismů způsobujících kažení než čeleď Pseudomonadaceae.

Literatura

Di Pasqua, R., De Feo, V., Villani, F., & Mauriello, G. 2005. In vitro antimicrobial activity of essential oils from Mediterranean Apiaceae, Verbenaceae and Lamiaceae

- against foodborne pathogens and spoilage bacteria. *Annals of Microbiology*, vol. 55, no. 2, pp. 139-143.
- Gochev, V. K., & Girova, T. D. 2009. Antimicrobial activity of various essential oils against spoilage and pathogenic microorganisms isolated from meat products. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, vol. 23, no. S1, pp. 900-904.
- Gutierrez, J., Barry-Ryan, C., & Bourke, P. 2009. Antimicrobial activity of plant essential oils using food model media: Efficacy, synergistic potential, and interactions with food components. *Food Microbiology*, vol. 26, pp. 142-150.
- Hulánková, R. 2022. The influence of liquid medium choice in determination of minimum inhibitory concentration of essential oils against pathogenic bacteria. *Antibiotics*, vol. 11, no. 2, 150.
- Jayasena, D. D., & Jo, C. 2013. Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. *Trends in Food Science*, vol. 34, no. 2, pp. 96-108.
- Klein, G., Rüben, C., & Upmann, M. 2013. Antimicrobial activity of essential oil components against potential food spoilage microorganisms. *Current Microbiology*, vol. 67, no. 2, pp. 200-208.
- Mith, H., Duré, R., Delcenserie, V., Zhiri, A., Daube, G., & Clinquart, A. 2014. Antimicrobial activities of commercial essential oils and their components against foodborne pathogens and food spoilage bacteria. *Food Science*, vol. 2, no. 4, pp. 403-416.
- Mukurumbira, A. R., Shellie, R. A., Keast, R., Palombo, E. A., & Jadhav, S. R. 2022. Encapsulation of essential oils and their application in antimicrobial active packaging. *Food Control* 2022, vol. 136, 108883.
- Rao, J., Chen, B., & McClements, D.J. 2019. Improving the efficacy of essential oils as antimicrobials in foods: mechanisms of action. *Annual Review of Food Science and Technology*, vol. 10, pp. 365–387.
- Silva, N., Alves, S., Goncalves, A., Amaral, J. S., & Poeta, P. 2013. Antimicrobial activity of essential oils from Mediterranean aromatic plants against several foodborne and spoilage bacteria. *Food Science and Technology International*, vol. 19, no. 6, pp. 503-510.

Poděkování

Tato práce byla podpořena Institucionálním výzkumem Veterinární univerzity Brno.

Kontaktní adresa

Mgr. Radka Hulánková, Ph.D., VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: hulankovar@vfu.cz.

Účinok pravidelnej konzumácie aróniovej šťavy na rizikové faktory kardiovaskulárnych ochorení u žien v postmenopauzálnom období

The effect of regular consumption of chokeberry juice on cardiovascular disease risk factors in postmenopausal women

Mrázová, J., Kolesárová, A., Kopčeková, J., Zeleňáková, L.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Klinická štúdia bola zameraná na zhodnotenie vplyvu pravidelnej konzumácie 100 % aróniovej šťavy na vybrané rizikové faktory kardiovaskulárnych ochorení u žien v postmenopauzálnom období. Arónia čiernoplodá (*Aronia melanocarpa* L.) je v dnešnej dobe cenená pre svoj vysoký obsah biologicky aktívnych látok ako polyfenoly, minerálne látky a vitamíny. Štúdie sa zúčastnilo 14 žien, veku od 41 do 58 rokov, s priemerným vekom $51,5 \pm 4,1$ rokov, ktoré konzumovali 50 ml aróniovej šťavy denne v priebehu 4 týždňov. Na diagnostiku zloženia tela bol použitý prístroj na multifrekvenčnú bioelektrickú impedančnú analýzu (MFBIA) – InBody 720. Z antropometrických parametrov sme sledovali nasledovné parametre: telesnú hmotnosť (BW), index telesnej hmotnosti (BMI), hmotnosť telesného tuku (BFM), plochu viscerálneho tuku (VFA). V hodnotení antropometrických parametrov môžeme konštatovať, že konzumácia šťavy má pozitívny vplyv na zdravotný stav probandiek v redukcii telesného tuku, ako aj viscerálneho tuku ($p < 0,05$). Biochemický rozbor krvi bol stanovený štandardnými metódami v akreditovanom laboratóriu na automatickom biochemickom analyzátore BioMajesty. Z biochemických parametrov sme sledovali lipidové parametre a zápalový marker c-reaktívny proteín (CRP). Zaznamenali sme štatisticky nepreukazné zníženie rizikových faktorov LDL cholesterolu a celkového cholesterolu a zvýšenie HDL cholesterolu ($p > 0,05$). Zápalový marker CRP u probandiek bol štatisticky preukazne znížený ($p < 0,05$). Záverom môžeme konštatovať, že pravidelná konzumácia extraktu z arónie čiernoplodej by mohla prispieť k priaznivým účinkom na zníženie rizika kardiovaskulárnych ochorení lipidových a zápalových parametrov, ako aj zníženie viscerálneho tuku žien v postmenopauzálnom období.

Kľúčové slová: *aróniová šťava, kardiovaskulárne ochorenia, hypercholesterolémia*

Abstract

The clinical study was aimed at evaluating the impact of regular consumption of 100 % chokeberry juice on selected risk factors for cardiovascular diseases in postmenopausal women. *Aronia melanocarpa* is nowadays valued for its high content of biologically active substances such as polyphenols, minerals and vitamins. The study involved 14 women, aged between 41 and 58 years, with a mean age of 51.5 ± 4.1 years, who consumed 50 ml of chokeberry juice daily for 4 weeks. A multi-frequency bioelectrical impedance analysis (MFBIA) device – InBody 720 – was used to diagnose body composition. From the anthropometric parameters, we monitored the following parameters: body weight (BW), body mass index (BMI), body fat mass (BFM), visceral fat area (VFA). In the evaluation of anthropometric parameters, we can state that the consumption of juice has a positive effect on the health status of the probands in the reduction of body fat as well as visceral fat ($p < 0.05$). Biochemical blood analysis was determined by standard methods in an accredited laboratory on an automatic BioMajesty

biochemical analyzer. Among the biochemical parameters, we monitored lipid parameters and the inflammatory marker CRP. We recorded a statistically insignificant reduction in the risk factors of LDL cholesterol and total cholesterol and an increase in HDL cholesterol ($p > 0.05$). The inflammatory marker CRP in probands was statistically significantly reduced ($p < 0.05$). In conclusion, we can conclude that regular consumption of chokeberry extract could contribute to the beneficial effects on cardiovascular disease risk reduction of lipid and inflammatory parameters, as well as the reduction of visceral fat in postmenopausal women.

Key words: *chokeberry juice, cardiovascular diseases, hypercholesterolemia*

Úvod

Kardiovaskulárne ochorenia (KVO) sú celosvetovo hlavnou príčinou morbidít a mortality (Brandhorst et al., 2019). Svetová federácia srdca predpovedá do roku 2030 viac ako 23 miliónov úmrtí na KVO ročne (Weatherall et al., 2006). Rizikové faktory vzniku kardiovaskulárnych ochorení rozdeľujeme na ovplyvniteľné a neovplyvniteľné. K neovplyvniteľným patria: najmä mužské pohlavie, vek (muži nad 45 rokov, ženy v postmenopauzálnom období), genetická predispozícia. Medzi najvýznamnejšie ovplyvniteľné rizikové faktory patria dyslipidémia (najmä zvýšený LDL cholesterol, triacylglyceroly, znížený HDL cholesterol), hypertenzia, diabetes mellitus, obezita (abdominálneho typu) a fajčenie (Hradec a Býma, 2007).

Priaznivé účinky extraktov z plodov arónie boli preukázané *in vitro* aj *in vivo*, najmä pri kardiovaskulárnych ochoreniach (Parzonko et al., 2015). Extrakt z aróniovej šťavy obsahuje významné množstvo niacínu, ktorý môže zmierniť kardiovaskulárne ochorenia znížením aktivity lipidov (Zhang et al., 2021). Kardioprotektívne a protizápalové vlastnosti arónie boli testované aj v klinických štúdiách u pacientov trpiacich kardiovaskulárnymi ochoreniami (Banach et al., 2020).

Aronia melanocarpa (Michx.) Elliot, arónia čiernoplodá, patrí do čeľade ruží (*Rosaceae*) a podčeľade jablňových (*Pomodieae*). Pochádza z východných častí Severnej Ameriky a východnej Kanady. Do Európy sa arónia dostala cez Rusko v 19. storočí, kde sa začala pestovať na Sibíri a neskôr sa rozšírila do celého Ruska a ostatných krajín Európy (Platonova et al., 2021). Aróniu, vďaka svojej rezistencii voči chladu, je možné pestovať v miernych klimatických podmienkach, ale vydrží aj teploty pod $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Jurendić – Ščetar, 2021). V minulosti nebola dostatočne docenená výživová hodnota arónie, ale neustále sa objavujúce dôkazy o zdraví prospešných vlastnostiach, zvyšujú záujem o túto plodinu. Čerstvé a nespracované bobule arónie sa pre ich horuko-trpkú chuť často nekonsumujú, preto sa plody arónie využívajú pri výrobe štiav, nektárov, sirupov, džemov, ovocných dezertov, želé, vín a rôznych likérov, ale aj ako potravinárske farbivo (Zhang et al., 2021; Nour, 2022). Zloženie a kvalita jednotlivých komponentov plodov arónie závisí od mnohých faktorov, napr. od odrody, zrelosti, prostredia, klimatických podmienok, pôdy, spôsobu zberu a pod. Arónia čiernoplodá sa dostala do povedomia vďaka vysokej biologickej aktivite, ktorú zabezpečujú polyfenoly. Bobule sú jedny z najbohatších zdrojov polyfenolov, medzi ktoré patria antokyány, flavonoly, flavanoly, proantokyaniíny a fenolové kyseliny. Ďalej je arónia považovaná za vynikajúci zdroj minerálnych látok ako draslík, vápnik, fosfor, horčík, sodík, železo a zinok (Sidor et al., 2019). *Aronia melanocarpa* má najvyššiu antioxidačnú aktivitu spomedzi všetkých odrôd bobuľového ovocia, čo súvisí s vysokým obsahom polyfenolových zlúčenín, najmä prokyanidínov a antokyanov (Liu et al., 2021). Obsah celkových fenolických látok v plodoch arónie je v rozmedzí od 0,69 do 2,56 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ čerstvej hmotnosti a od 3,44 do

7,85 mg.g⁻¹ sušiny. Mechanizmy *in vivo* antioxidačnej aktivity fenolových látok arónie zahŕňajú vychytávanie voľných radikálov, potlačenie tvorby reaktívnych foriem kyslíka (ROS), inhibíciu prooxidantu a obnovu antioxidačných enzýmov a pravdepodobne aj obnovu bunkovej signalizácie, ktorá je zodpovedná za reguláciu hladiny antioxidačných zlúčenín a enzýmov (Tolić et al., 2015).

Výživa je jedným z hlavných faktorov zmeny životného štýlu, spojené so znížením rizika kardiovaskulárnych ochorení a zahrnutím potravín s bioaktívnymi zložkami. Cieľom klinickej štúdie bolo zhodnotenie vplyvu pravidelnej konzumácie 100 % aróniovej šťavy na vybrané rizikové faktory kardiovaskulárnych ochorení u žien v postmenopauzálnom období.

Materiál a metodika

Výskum prebiehal na základe súhlasu etickej komisie na Ústave výživy a genomiky, Fakulty agrobiológie a potravinových zdrojov, SPU v Nitre, so zameraním na sledovanie vplyvu pravidelnej konzumácie 100 % aróniovej šťavy (produkt spoločnosti Zamio, s.r.o.) na vybrané rizikové faktory kardiovaskulárnych ochorení probandiek v postmenopauzálnom období. Šťava je vyrobená v bio kvalite lisovaním za studena, stabilizovaná pasterizáciou, bez chemických konzervantov. Klinickej štúdie sa zúčastnilo 14 žien vo veku od 41 do 58 rokov, s priemerným vekom $51,5 \pm 4,1$ rokov, ktoré konzumovali 50 ml aróniovej šťavy denne v priebehu 4 týždňov. Sledovaná skupina žien pozostávala z dobrovoľníčok bez zdravotných problémov a patologických zmien základných biochemických parametrov v krvi. Podmienkou účasti vo výskume bol informovaný súhlas zúčastnených osôb s podmienkami realizácie štúdie a plánovanými vyšetreniami, ktoré museli počas výskumu absolvovať. Nutričné zloženie šťavy z arónie bolo nasledovné (g/100 ml): tuky – 0,76, z toho nasýtené mastné kyseliny – 0,3; sacharidy – 18,21, z toho cukry 1,53; bielkoviny – 0,2; obsah fenolov 490,90 mg/100g; antioxidačná aktivita (inhibícia DPPH) 83,18 %. Antropometrické parametre – telesná hmotnosť (BW), index telesnej hmotnosti (BMI), hmotnosť telesného tuku (BFM), plocha viscerálneho tuku (VFA) sme merali InBody 720 (Biospace Co. Ltd., Soul, Kórea) na základe multifrekvenčnej bioelektrickej impedančnej analýzy (MFBIA). Probandkám bola odobratá venózna krv nalačno na začiatku štúdie a po štyroch týždňoch konzumácie kvalifikovaným zdravotníckym personálom. Biochemický rozbor krvi bol stanovený štandardnými metódami v akreditovanom laboratóriu Špecializovanej nemocnici Zobor na automatickom biochemickom analyzátore BioMajesty JCA-BM6010/C pomocou komerčných súprav DiaSys (Diagnostic Systems GmbH, Holzheim, Nemecko) podľa pokynov výrobcu. Hladina LDL-cholesterolu sa vypočítala pomocou Friedewaldovej rovnice ako $TC-HDLC-(TG/2,2)$ v mmol.l⁻¹.

Na štatistické vyhodnotenie bol použitý program STATISTICA Cz verzia 10 a MS Excel 2010. Všetky údaje boli vyjadrené v tabuľkách ako priemer \pm smerodajná odchýlka (SD) a štatistické porovnania medzi skupinami boli uskutočnené s použitím t-testu.

Výsledky a diskusia

Základnú charakteristiku probandiek, ktoré sa zúčastnili pravidelnej konzumácie 100 % aróniovej šťavy uvádzame v tabuľke 1. Vyjadruje priemerné hodnoty so smerodajnými odchýlkami telesnej hmotnosti, telesnej výšky a prepočítaného indexu telesnej hmotnosti (BMI). V sledovanej štúdii sme sledovali 14 probandiek, žien po menopauze, bez závažných zdravotných ochorení.

Tabuľka 1: Charakteristika probandiek klinickej štúdie

Parameter	priemer ± SD	min.	max.
Vek (roky)	51,5 ± 4,10	41	58
Výška (cm)	166,2 ± 4,50	160	172
Hmotnosť (kg)	78,5 ± 10,00	62	97,8
Body mass index (kg.m ⁻²)	28,4 ± 3,50	23,60	36,40

Pomer obvodu pásu a bokov (WHR), je vo všeobecnosti používaný na predikovanie závažných zdravotných ochorení ako kardiovaskulárne choroby alebo diabetes. Obvod pásu pozitívne koreluje s kardiovaskulárnymi ochoreniami, diabetom a predčasnými úmrtiami, pri obvode bokov je to naopak, preto musia byť tieto dve veličiny hodnotené spoločne (Burton, 2020). Viscerálne tukové tkanivo (VFA) je hormonálne aktívna zložka celkového telesného tuku, ktorá ovplyvňuje viaceré procesy v ľudskom tele. Abnormálne vysoké ukladanie viscerálneho tukového tkaniva je známe ako viscerálna alebo abdominálna obezita. Viscerálny tuk obklopuje vnútorné orgány a jeho zvýšené množstvo spôsobuje zdravotné problémy, ako poruchy metabolizmu glukózy, kardiovaskulárne ochorenia (ischemická choroba srdca, hypertenzia), rakovinu prostaty, prsníka a kolorektálnemu karcinómu (Shuster et al., 2012). Na základe antropometrických meraní sme v sledovanej skupine probandiek zaznamenali nasledovné rozdiely v priebehu trvania klinickej štúdie. V priebehu konzumácie aróniovej šťavy sme zistili, že priemerné hodnoty BMI v celom súbore probandiek klesli už po 4 týždňovej konzumácii (viď tabuľka 2). Štatisticky preukazné rozdiely ($p < 0,05$) sme zaznamenali v porovnaní priemernej hodnoty množstva telesného tuku (BFM) probandiek pred začiatkom konzumácie (1. meranie) a po ukončení konzumácie 100 % aróniovej šťavy (2. meranie), pričom signifikantné zníženie sme zaznamenali aj v hodnotení viscerálneho tuku žien po ukončení konzumácie ($p < 0,05$). WHR index vyšší ako 0,85 znamená riziko pre vznik kardiovaskulárnych chorôb. Pri hodnotení WHR indexu sme zistili, že priemerná hodnota participantov bola na začiatku štúdie 0,98, ktorá sa po ukončení konzumácie aróniovej šťavy signifikantne znížila na 0,97 ($p < 0,05$).

Tabuľka 2: Zmeny antropometrických parametrov probandiek počas klinickej štúdie

Parameter	1. meranie	2. meranie	p-hodnota
BMI (kg.m ⁻²)	28,43 ± 3,59	28,16 ± 3,75	$p < 0,05$
WHR	0,98 ± 0,06	0,97 ± 0,06	$p < 0,05$
BFM (%)	38,42 ± 5,44	38,13 ± 5,78	$p < 0,05$
VFA (cm ²)	123,99 ± 26,94	120,86 ± 27,65	$p < 0,05$

Vysvetlivky: BMI (body mass index) – index telesnej hmotnosti; WHR (waist-hip ratio) – pomer obvodu pásu a bokov; BFM (body fat mass) – množstvo tuku v tele; VFA (visceral fat area) – vnútrobrušný tuk

Vplyv konzumácie 100 % aróniovej šťavy na lipidový profil uvádzame v tabuľke 3. Súbor probandiek je charakterizovaný hypercholesterolémiou (celkový cholesterol od 5,09 do 8,23 mmol.l⁻¹) bez farmakologickej liečby. V tejto intervenčnej štúdií nedošlo k zásadným signifikantným zmenám lipidového profilu žien v postmenopauzálnom období. Pri krátkodobej konzumácii 100 % aróniovej šťavy sme zaznamenali v priemere zníženie celkového cholesterolu aj LDL-cholesterolu bez štatistickej preukaznosti. Predpokladáme, že dlhodobějšía pravidelná konzumácia aróniovej šťavy môže ovplyvniť lipidový profil, najmä rizikových faktorov KVO, podobne ako preukázali mnohé klinické

štúdie. Skoczyńska et al. (2007) sledovali vplyv pravidelnej konzumácie aróniovej šťavy na lipidové parametre mužov s miernou hypercholesterolémiou, pričom klinická štúdia preukázala štatisticky významné zníženie celkového cholesterolu, LDL cholesterolu a triacylglycerolov v krvi probandov. Tasic et al. (2021) hodnotili lipidové parametre probandkám s metabolickým syndrómom a diabetes mellitus 2. typu. Zistili, že po 4 týždňoch konzumácie aróniovej šťavy sa štatisticky preukazne znížili hodnoty cholesterolu, LDL cholesterolu a zvýšili hodnoty HDL cholesterolu. Zníženie triacylglycerolov bolo štatisticky nepreukazné u žien s metabolickým syndrómom. Probandky s diabetes mellitus 2. typu zaznamenali štatisticky preukazné zníženie cholesterolu, LDL cholesterolu a triacylglycerolov, ale zvýšenie HDL cholesterolu bolo štatisticky nepreukazné.

Tabuľka 3: Zmeny lipidových parametrov probandiek počas klinickej štúdie

Parameter	1. meranie	2. meranie	p-hodnota
Celkový cholesterol (mmol.l ⁻¹)	6,62 ± 1,07	6,46 ± 1,07	p >0,05
LDL-cholesterol (mmol.l ⁻¹)	4,29 ± 0,99	4,08 ± 1,13	p >0,05
HDL-cholesterol (mmol.l ⁻¹)	1,81 ± 0,43	1,86 ± 0,40	p >0,05
Triacylglyceroly (mmol.l ⁻¹)	1,15 ± 0,42	1,15 ± 0,47	p >0,05
Pomer LDL/HDL	2,49 ± 0,75	2,31 ± 0,81	p <0,05

Konzumácia aróniovej šťavy denne počas 4 týždňov významne pozitívne modifikovala pomer LDL/HDL cholesterolu u všetkých probandiek (p <0,05), pričom zlepšenie pomeru LDL/HDL cholesterolu probandov, ktorí konzumovali jablčno-aróniovú šťavu pozorovali aj Habanova et al. (2022).

Prozápalové cytokíny produkované samotným tukovým tkanivom môžu vyvolať srdcovú dysfunkciu a môžu podporovať tvorbu aterosklerotických plátov (Carbone et al., 2019). C-reaktívny proteín (CRP) je nešpecifický zápalový marker, prediktor kardiovaskulárnych chorôb a subklinických cievnych chorôb (Dallmeier et al., 2012).

Priemerná hodnota CRP v 1. meraní bola stanovená 5,10 ± 1,37 mg.l⁻¹ a vplyvom konzumácie sa znížila v 2. meraní na 5,04 ± 1,70 mg.l⁻¹. Podľa dostupných údajov, hodnoty CRP pod 3 mg.l⁻¹ sú považované za normu a hodnoty nad vykazujú zvýšené riziko ochorení. Napriek tomu hodnotíme pozitívne zníženie CRP aj bez štatistickej preukaznosti.

Záver

Cieľom tejto štúdie bolo zhodnotiť vplyv pravidelnej konzumácie 100 % aróniovej šťavy na vybrané rizikové faktory kardiovaskulárnych ochorení u žien v postmenopauzálnom období. Výsledky štúdie podporujú hypotézu, že pravidelná konzumácia aróniovej šťavy by mohla prispieť k priaznivým účinkom na zníženie rizika kardiovaskulárnych ochorení. Zaznamenali sme štatisticky nepreukazné zníženie rizikových faktorov LDL cholesterolu a celkového cholesterolu a zvýšenie HDL cholesterolu (p >0,05). Zápalový marker CRP u probandiek boli štatisticky preukazne znížené (p <0,05). V hodnotení antropometrických parametrov môžeme konštatovať, že konzumácia šťavy má pozitívny vplyv na zdravotný stav probandiek v redukcii telesného tuku, najmä viscerálneho tuku (p <0,05). Na dôkladnejšie preskúmanie vplyvu konzumácie 100 % aróniovej šťavy v prevencii a liečbe KVO sú však potrebné ďalšie intervenčné štúdie s dlhodobejšou konzumáciou a vyšším počtom dobrovoľníkov.

Literatúra

- Banach, M. et al. 2020. Evaluation of Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of Anthocyanin-Rich Water-Soluble Aronia Dry Extracts. *Molecules*, vol. 25, no.18, pp. 4055. <https://doi.org/10.3390/molecules25184055>
- Brandhorst, S., Longo, V.D. 2019. Dietary Restrictions and Nutrition in the Prevention and Treatment of Cardiovascular Diseases. *Circ. Res.*, vol.124, pp. 952-965. <https://doi.org/10.1161/circresaha.118.313352>
- Burton, R. 2020. The waist-hip ratio: a flawed index. *Annals of Human Biology*, vol. 47, no.7-8, pp. 629-631. <https://doi.org/10.1080/03014460.2020.1820079>
- Carbone, S., Canada, J.M., Billingsley, H. et al., 2019. Obesity paradox in cardiovascular disease: where do we stand?. *Vascular Health and Risk Management*, vol. 15, 2019, no. 1, pp. 89-100 <https://doi.org/10.2147/VHRM.S168946>
- Dallmeier, D. et al. 2012. Metabolic syndrome and inflammatory biomarkers: a community-based cross-sectional study at the Framingham Heart Study. *Diabetology and metabolic syndrome*, vol. 4, no. 1, pp. 28. <https://doi.org/10.1186/1758-5996-4-28>
- Habanova, M. et al. 2022. Modulation of Lipid Profile and Lipoprotein Subfractions in Overweight / Obese Women at Risk of Cardiovascular Diseases through the Consumption of Apple/Berry Juice. *Antioxidants*, vol. 11, no. 11, pp. 2239. <https://doi.org/10.3390/antiox11112239>
- Hradec, J., Býma, S. 2007. *Ischemická choroba srdeční - Doporučený diagnostický a léčebný postup pro všeobecné praktické lékaře*. 1.vyd. Praha: Společnost všeobecného lékařství. ČLS JEP. Centrum doporučených postupů pro praktické lékaře. 16 pp., ISBN:978-80-86998-36-7.
- Jurendič, T., Ščetar, M. 2021. Aronia melanocarpa Products and ByProducts for Health and Nutrition. A Review. *Antioxidants*, vol. 10, no. 7, pp. 1052. <https://doi.org/10.3390/antiox10071052>
- Liu, X. et al. 2021. Effects of polyphenol-rich Aronia melanocarpa pomace feeding on growth performance, biochemical profile, and meat quality in pigs at weaned and finishing stages. *Livestock Science*, vol. 252, pp. 104674. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104674>
- Nour, V. 2022. Quality Characteristics, Anthocyanin Stability and Antioxidant Activity of Apple (*Malus domestica*) and Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) Juice Blends. *Plants*, vol. 11, no. 15, pp. 2027. <https://doi.org/10.3390/plants11152027>
- Parzonko, A. et al. 2015. Anthocyanins-rich Aronia melanocarpa extract possesses ability to protect endothelial progenitor cells against angiotensin II induced dysfunction. *Phytomedicine*, vol. 22, no. 14, pp. 1238- 1246. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2015.10.009>
- Platonova, E. et al. 2021. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) extracts in terms of geroprotector criteria. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 114, pp.570-584. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.020>
- Shuster, A. et al. 2012. The clinical importance of visceral adiposity: a critical review of methods of visceral adipose tissue analysis. *An international journal of radiology, radiation oncology and all related sciences*, vol. 85, no. 1009, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1259/bjr/38447238>
- Sidor, A., Gramza-Michalowska, A. 2019. Black Chokeberry *Aronia Melanocarpa* L. A Qualitative Composition, Phenolic Profile and Antioxidant Potential. *Molecules*, vol. 24, no. 20, pp. 3710. <https://doi.org/10.3390/molecules24203710>

Skoćzynska, A. et al. 2007. Influence of chokeberry juice on arterial blood pressure and lipid parameters in men with mild hypercholesterolemia. *Pharmacological Reports*, vol. 59, no. 1, pp. 177-182.

Tasic, N. et al. 2021. Black chokeberry *Aronia melanocarpa* extract reduces blood pressure, glycemia and lipid profile in patients with metabolic syndrome: a protective controlled trial. *Molecular and Cellular Biochemistry*, vol. 476, pp. 2663-2673. <https://doi.org/10.1007/s11010-021-04106-4>

Tolić, M.T., Jurčević, I.L., Krbavčić, I.P., Marković, K., Vahčić, N. 2015. Phenolic Content, Antioxidant Capacity and Quality of Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) Products. *Food Technol Biotechnol*, vol. 53, no. 2, pp. 171-179.

Weatherall, D. et al. 2006. *Inherited Disorders of Hemoglobin. In Disease Control Priorities in Developing Countries*. Washington (DC):The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. 2006; ISBN-10: 0-8213-6179-1.

Zhang, Y. et al. 2021. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) as a new functional food relationship with health: an overview. *Journal of Future Foods*, vol. 1, no. 2, pp. 168-178. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.01.006>

Pod'akovanie

Táto práca bola podporená projektom **VEGA 1/0159/21** Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Kontaktná adresa

RNDr. Jana Mrázová, PhD., Ústav výživy a genomiky, FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.mrazova@uniag.sk.

Sledování celkového počtu mikroorganismů u vzorků chlazených drůbežích stehen s ohledem na porušení teploty při transportu

The aerobic plate count monitoring in chilled chicken legs samples with respect to temperature changes during transport

Necidová, L.¹, Bursová, Š.¹, Haruštiaková, D.², Zouharová, A.¹, Bartáková, K.¹, Klimešová, M.³

¹Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, ²Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita Brno, ³Výzkumný ústav mlékárenský Praha

Souhrn

Studie posuzuje vliv neadekvátního transportu na výsledek mikrobiologických analýz chlazeného drůbežního masa. Při přepravě musí být chlazené drůbeží maso udržováno při teplotě maximálně 4 °C (nařízení (ES) č. 853/2004). Ve studii byla použita chlazená drůbeží stehna balená v prostém balení a v modifikované atmosféře (MAP). Modelové pokusy simulovaly zvýšení teploty při transportu vzorků na 8, 11, 14, 17, 20 a 25 °C. Doba expozice teplot byla 1, 2, 3 a 4 h. Stanovení celkového počtu mikroorganismů (CPM), pH a aktivity vody (a_w) bylo u vzorků provedeno ihned po expozici zvýšené teplotě (0 h), za 3 h a za 24 h po návratu do adekvátní teploty (4 °C). Stanovené hodnoty CPM byly ovlivněny vyšší teplotou po přerušení chlazení a dobou vyšetření po expozici zvýšené teplotě u vzorků v prostém balení; a teplotou a délkou působení této teploty u vzorků balených v MAP.

Klíčová slova: *chlazené drůbeží maso, balení, mikrobiologická kvalita*

Abstract

The aim of the study was to assess the effect of inadequate transport on the result of microbiological analyses of chilled chicken legs. During transport chilled poultry meat products must be kept at a temperature below 4 °C (Regulation (EC) No 853/2004). Chilled poultry meat (chicken legs) was packaged in normal atmosphere (hereinafter referred to as simple packaging) and modified atmosphere (MAP) for the purposes of the experiment. The model experiments simulated an increase of temperature during the transport to 8, 11, 14, 17, 20 and 25 °C. The exposure time was 1, 2, 3, and 4 h. The aerobic plate count (APC), pH and water activity (a_w) in the samples were determined immediately after exposure to higher temperature (0 h), 3 h and 24 h after returning to the adequate temperature (4 °C). The APC values were influenced by temperature changes and time of analysis after exposure to higher temperature in samples in plain packaging; by temperature and by duration of exposure to higher temperature in samples in MAP.

Key words: *chilled poultry meat, packaging, microbiological quality*

Úvod

Maso drůbeže musí být po jatečném opracování, po prohlídce, porcování a popřípadě zabalení (pokud se maso porcuje za tepla) co nejdříve zchlazeno na teplotu 4 °C a nižší. Legislativní požadavek na teplotu skladování včetně transportu chlazeného drůbežního masa uvádí nařízení (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu ve znění pozdějších předpisů (Oddíl II, Kapitola IV). Syrové maso včetně drůbežního je velmi rychle se kazící komoditou a podporuje mikrobiální růst i v případě, že je skladováno chlazené (Säde et al., 2013). V případě

transportu vzorků chlazených potravin do laboratoře je velmi důležité dodržet odpovídající teplotní řetězec. Při zvýšení teploty potravin může dojít k nárůstu kontaminující mikroflóry. Modelové studie jsou zaměřeny na chlazenou drůbež (kuřecí stehna) v prostém balení a v balení s modifikovanou atmosférou (MAP) a simulují porušení chladírenského řetězce při odběru a transportu vzorků.

Cílem studie bylo posoudit vliv neadekvátního transportu na výsledek mikrobiologických analýz chlazeného drůbežího masa. Výsledky studie slouží k nastavení maximální délky přerušení teplotního řetězce, která nebude mít negativní dopad na výsledný mikrobiologický profil chlazené drůbeže. Tyto výsledky umožňují definovat přijatelný postup při odběru a transportu vzorků chlazené drůbeže, především s ohledem na minimalizaci případného znehodnocení vzorku či zpochybnění výsledků analýz. Statistické hodnocení výsledků dále posuzuje, jakým způsobem se na počtu mikroorganismů projeví doba zahájení vyšetření vzorku, která uplyne od skončení působení teploty porušení.

Materiál a metodika

Jako materiál byla v tržní síti zakoupena chlazená drůbeží stehna v prostém balení a v MAP. Vzorky byly dopraveny do laboratoře při teplotě maximálně 4 °C a při této teplotě byly skladovány až do zahájení pokusu. Prosté balení představovalo zabalení kuřecích stehen v polypropylenových (PP) miskách přetažených polyetylenovou (PE) průtažnou folií, balení v MAP pak kuřecí stehna v PP miskách zatavených PE folií naplněných směsí plynů používaných v tržní síti pro tvorbu ochranné atmosféry.

Modelové pokusy simulovaly zvýšení teploty při transportu vzorků na 8, 11, 14, 17, 20 a 25 °C. Doba expozice teplot byla 1, 2, 3 a 4 h. Analýzy byly provedeny ihned po expozici zvýšené teplotě (0 h), za 3 h a za 24 h po návratu do adekvátní teploty. V rámci jedné šarže byly prováděny 3 paralelní stanovení. Jako kontrolní vzorky byly použity vzorky chlazených kuřecích stehen skladovaných při teplotě 4 °C (teplota požadovaná legislativou).

U analytických vzorků byly sledovány celkové počty mikroorganismů (CPM) plotnovou metodou dle ČSN EN ISO 4833-1 Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda pro stanovení počtu mikroorganismů – Část 1: Technika přelivem a počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C (2013) s využitím agaru s glukózou, tryptonem a kvasničným extraktem (HiMedia, India).

Hodnoty pH byly stanoveny při teplotě 25 ± 1 °C s využitím pH metru Hanna 211 (Hanna Instruments, USA) a vpichové elektrody (WTW, ČR). Aktivita vody byla stanovena pomocí aw-metru LabMaster (Novasina AG, Švýcarsko) při teplotě 25 ± 1 °C.

Původní hodnoty počtu KJTJ.g⁻¹ byly logaritmičsky transformovány s použitím dekadického logaritmu a vyjádřeny pomocí průměru a střední chyby průměru. Celkový počet mikroorganismů zaznamenaný ve vzorcích, které nebyly vystaveny zvýšené teplotě, byl použit pro výpočet mezních hodnot dle normy ČSN EN ISO 7218 (2008). Tyto mezní hodnoty (horní mez) určují hranici počtu mikroorganismů, která by neměla být překročena. Jelikož byl experiment rozdělen do několika časových období a porušení chlazení různými teplotami nebylo provedeno na vzorcích stejné šarže, byl CPM u vzorků po porušení chlazení vyjádřen jako násobek výchozí hodnoty (hodnota počtu mikroorganismů u vzorků bez porušení chlazení stejné šarže). Takto upravené hodnoty vzorků po porušení chlazení, které neodrážejí různý výchozí počet mikroorganismů různých šarží drůbežích stehen, byly statisticky analyzovány. K vyhodnocení vlivu teploty, délky porušení chlazení a doby vyšetření vzorku na upravené (poměrové)

hodnoty CPM byl použit obecný lineární model (GLM) – ANCOVA. Doba vyšetření vzorku byla použita jako kategoriální proměnná, teplota a délka porušení chlazení jako spojité proměnné. Analýza byla provedena samostatně pro vzorky drůbežích stehen v prostém balení a pro vzorky v balení MAP. Všechny testy byly vyhodnoceny na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Ke zpracování dat byl využit software Statistica, verze 14.0.

Výsledky a diskuze

CPM zaznamenaný před porušením chlazení byl $5,08 \pm 0,14 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ u vzorků v prostém balení a $3,93 \pm 0,08 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ u vzorků v balení MAP. Vystavením vzorků zvýšené teplotě se průměrný počet mikroorganismů zvýšil na $5,28 \pm 0,03 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ u masa v prostém balení a $4,04 \pm 0,03 \log \text{KTJ.g}^{-1}$ u masa v balení MAP (Tab. 1).

Po porušení chlazení byly hodnoty CPM (upravené CPM vyjádřené poměrem CPM a výchozího CPM) u vzorků v prostém balení významně ovlivněny teplotou (GLM: $F(1,289) = 10,388$, $P = 0,001$) a dobou vyšetření vzorku (GLM: $F(2,289) = 18,582$, $P < 0,001$). Délka expozice vzorků vyšší teplotě neměla na CPM statisticky významný vliv (GLM: $F(1,289) = 2,507$, $P = 0,114$).

CPM u drůbežích stehen v prostém balení překročil mezní hodnoty v několika případech (hodnoty zvýrazněny tučně, Tab. 2). U vzorků vyšetřovaných bezprostředně po porušení chlazení nebo 3 hodiny po porušení chlazení byla horní mez CPM překročena pouze ojedinele. U vzorků vyšetřovaných 24 h po porušení chlazení byly meze překročeny častěji (v pěti případech) (Tab. 2).

U masa baleného v MAP byl CPM po porušení chlazení ovlivněn teplotou (GLM: $F(1,289) = 131,590$, $P < 0,001$) i délkou expozice zvýšené teplotě (GLM: $F(1,289) = 3,957$, $P = 0,048$). Doba vyšetření vzorku významný vliv na CPM neměla (GLM: $F(2,289) = 2,095$, $P = 0,125$). Mezní hodnoty CPM byly u masa v balení MAP překročeny zejména při vyšších teplotách a delší době expozice vyšším teplotám, a to bez ohledu na dobu vyšetření vzorků (Tab. 3).

Použití MAP je jednou z možností, jak prodloužit trvanlivost potravin (Zouharová et al., 2023a; Demirhan a Candogan, 2017; Jongberg et al., 2014). Jak ukazují výsledky Zouharová et al. (2023b), hlavními komponenty směsi plynů v ochranné atmosféře baleného kuřecího masa jsou O_2 ($71,70 \pm 7,20 \%$) a CO_2 ($17,90 \pm 4,95 \%$).

Výchozí pH před porušením chlazení bylo $6,43 \pm 0,03$ u vzorků v prostém balení a $6,34 \pm 0,02$ u vzorků v balení MAP. Po porušení chlazení byly hodnoty pH $6,52 \pm 0,01$ a $6,39 \pm 0,01$. Aktivita vody u masa v prostém balení byla $0,9837 \pm 0,0003$ (výchozí hodnota) a $0,9826 \pm 0,0005$ (průměrná hodnota po porušení chlazení); u masa v balení MAP to bylo $0,9800 \pm 0,0012$ a $0,9784 \pm 0,0002$ (Tab. 1).

Hauge et al. (2023) uvádí hodnoty CPM u jatečně upravených těl brojlerů po chlazení na dvou sledovaných porážkách $4,93 \pm 0,31$ a $4,70 \pm 0,76 \log \text{KTJ.g}^{-1}$, což koresponduje s hodnotami stanovenými na počátku modelových pokusů této studie. Vliv zvýšené teploty na CPM potvrdili Yimenu et al. (2019), kteří stanovili výchozí CPM ve vzorcích chlazeného drůbežního masa $4,45 \log \text{KTJ.g}^{-1}$, hodnoty vzrostly na 7,3, 8,0, 8,1 a 8,7 $\log \text{KTJ.g}^{-1}$, což překročilo horní hranice mikrobiologické přijatelnosti (Tuncer a Sireli, 2008) po přibližně 9, 6, 3 a 2 dnech při 0, 5, 10 a 15 °C během skladování.

Tabulka 1: Hodnoty celkového počtu mikroorganismů (CPM; log KTJ.g⁻¹), pH a aktivity vody (a_w) u vzorků chlazených drůbežích stehen před porušením chlazení a po vystavení vzorků zvýšené teplotě. Hodnoty jsou vyjádřeny jako průměr ± střední chyba průměru.

	Balení	Výchozí hodnoty		Hodnoty po porušení chlazení	
		N	Průměr ± SE	N	Průměr ± SE
CPM	Prosté	21	5,08 ± 0,14	294	5,28 ± 0,03
	MAP	21	3,93 ± 0,08	294	4,04 ± 0,03
pH	Prosté	21	6,43 ± 0,03	294	6,52 ± 0,01
	MAP	21	6,34 ± 0,02	294	6,39 ± 0,01
a _w	Prosté	3	0,9837 ± 0,0003	98	0,9826 ± 0,0005
	MAP	3	0,9800 ± 0,0012	98	0,9784 ± 0,0002

Tabulka 2: Změny v celkovém počtu mikroorganismů (CPM; log KTJ.g⁻¹) u chlazených drůbežích stehen v prostém balení ve vztahu k teplotě, délce expozice zvýšené teplotě a době vyšetření vzorku (V0 – vyšetření bezprostředně po vystavení zvýšené teplotě, V3 – vyšetření vzorku 3 hodiny po ukončení expozice zvýšené teplotě, V24 – vyšetření vzorku 24 hodin po ukončení expozice zvýšené teplotě). Hodnoty jsou vyjádřeny jako průměr ± střední chyba průměru (N = 3; u výchozích hodnot N = 6 nebo 9). Hodnoty zvýrazněny tučně překročily horní mez pro danou teplotu.

Vyšetření vzorku	Teplota	Výchozí hodnoty	Horní mez	Délka expozice vzorků vyšší teplotě			
				1 h	2 h	3 h	4 h
V0	4 °C	4,93 ± 0,17	5,84			4,88 ± 0,26	
	8 °C	4,72 ± 0,23	5,28	4,16 ± 0,05	5,14 ± 0,17	5,59 ± 0,17	5,35 ± 0,11
	11 °C	4,72 ± 0,23	5,28	4,99 ± 0,01	4,56 ± 0,05	4,21 ± 0,09	4,69 ± 0,08
	14 °C	4,93 ± 0,17	5,84	4,92 ± 0,11	5,26 ± 0,42	5,21 ± 0,10	5,43 ± 0,10
	17 °C	4,93 ± 0,17	5,84	5,07 ± 0,20	5,00 ± 0,17	5,32 ± 0,07	5,02 ± 0,10
	20 °C	5,68 ± 0,20	6,24	5,99 ± 0,19	5,14 ± 0,19	5,17 ± 0,42	6,23 ± 0,14
	25 °C	5,68 ± 0,20	6,24	5,32 ± 0,08	5,72 ± 0,10	5,60 ± 0,17	5,79 ± 0,05
V3	4 °C		5,84			4,96 ± 0,18	4,94 ± 0,57
	8 °C		5,28	4,75 ± 0,34	4,96 ± 0,02	5,01 ± 0,44	4,65 ± 0,23
	11 °C		5,28	5,05 ± 0,26	4,43 ± 0,14	4,74 ± 0,13	4,24 ± 0,04
	14 °C		5,84	6,20 ± 0,02	5,35 ± 0,14	4,59 ± 0,45	5,23 ± 0,07
	17 °C		5,84	4,66 ± 0,34	5,19 ± 0,09	5,20 ± 0,07	5,21 ± 0,15
	20 °C		6,24	5,16 ± 0,23	5,69 ± 0,17	5,55 ± 0,13	5,47 ± 0,25
	25 °C		6,24	5,78 ± 0,19	5,42 ± 0,22	5,01 ± 0,24	5,39 ± 0,26
V24	4 °C		5,84	5,05 ± 0,12	5,26 ± 0,16		5,70 ± 0,33
	8 °C		5,28	5,02 ± 0,10	5,07 ± 0,01	5,49 ± 0,39	5,19 ± 0,04
	11 °C		5,28	5,19 ± 0,11	4,86 ± 0,16	5,93 ± 0,16	5,37 ± 0,26
	14 °C		5,84	6,23 ± 0,11	5,21 ± 0,24	5,25 ± 0,22	5,44 ± 0,28
	17 °C		5,84	5,14 ± 0,09	4,99 ± 0,16	5,32 ± 0,19	5,64 ± 0,10
	20 °C		6,24	5,56 ± 0,09	5,42 ± 0,07	5,47 ± 0,04	6,04 ± 0,16
	25 °C		6,24	5,85 ± 0,23	5,79 ± 0,09	6,47 ± 0,07	6,19 ± 0,13

Tabulka 3: Změny v celkovém počtu mikroorganismů (CPM; log KTJ.g⁻¹) u chlazených drůbežích stehen balených v ochranné atmosféře (MAP) ve vztahu k teplotě, délce expozice zvýšené teplotě a době vyšetření vzorku (V0 – vyšetření bezprostředně po vystavení zvýšené teplotě, V3 – vyšetření vzorku 3 hodiny po ukončení expozice zvýšené teplotě, V24 – vyšetření vzorku 24 hodin po ukončení expozice zvýšené teplotě). Hodnoty jsou vyjádřeny jako průměr ± střední chyba průměru (N = 3; u výchozích hodnot N = 6 nebo 9). Hodnoty zvýrazněny tučně překročily horní mez pro danou teplotu.

Vyšetření vzorku	Teplota	Výchozí hodnoty	Horní mez	Délka expozice vzorků vyšší teplotě			
				1 h	2 h	3 h	4 h
V0	4 °C	4,10 ± 0,15	4,66			4,23 ± 0,18	
	8 °C	3,84 ± 0,13	4,40	4,15 ± 0,22	3,86 ± 0,09	3,79 ± 0,08	3,94 ± 0,05
	11 °C	3,84 ± 0,13	4,40	4,14 ± 0,11	4,10 ± 0,15	4,03 ± 0,03	3,46 ± 0,18
	14 °C	4,10 ± 0,15	4,66	4,29 ± 0,05	3,79 ± 0,21	3,83 ± 0,13	3,80 ± 0,18
	17 °C	4,10 ± 0,15	4,66	3,87 ± 0,07	4,09 ± 0,10	4,04 ± 0,13	3,96 ± 0,05
	20 °C	3,78 ± 0,13	4,34	4,42 ± 0,05	4,28 ± 0,07	4,33 ± 0,02	5,11 ± 0,16
	25 °C	3,78 ± 0,13	4,34	4,04 ± 0,21	4,21 ± 0,07	4,17 ± 0,03	5,63 ± 0,22
V3	4 °C		4,66			3,73 ± 0,10	3,84 ± 0,10
	8 °C		4,40	3,80 ± 0,16	3,61 ± 0,10	4,03 ± 0,08	3,78 ± 0,15
	11 °C		4,40	3,82 ± 0,14	3,85 ± 0,15	3,58 ± 0,12	3,66 ± 0,04
	14 °C		4,66	4,16 ± 0,08	4,01 ± 0,12	4,37 ± 0,15	3,67 ± 0,08
	17 °C		4,66	3,78 ± 0,18	3,96 ± 0,13	3,91 ± 0,09	4,01 ± 0,16
	20 °C		4,34	4,26 ± 0,22	5,07 ± 0,17	4,14 ± 0,30	4,75 ± 0,33
	25 °C		4,34	4,70 ± 0,12	4,30 ± 0,01	4,60 ± 0,22	4,54 ± 0,25
V24	4 °C		4,66	3,71 ± 0,02	3,75 ± 0,35		3,78 ± 0,13
	8 °C		4,40	3,67 ± 0,19	3,49 ± 0,10	3,35 ± 0,13	3,83 ± 0,08
	11 °C		4,40	4,11 ± 0,32	3,97 ± 0,24	3,45 ± 0,09	3,44 ± 0,23
	14 °C		4,66	3,92 ± 0,14	4,28 ± 0,36	3,90 ± 0,17	3,98 ± 0,11
	17 °C		4,66	3,94 ± 0,18	4,08 ± 0,03	4,26 ± 0,15	4,23 ± 0,01
	20 °C		4,34	5,06 ± 0,08	4,34 ± 0,24	3,57 ± 0,12	3,35 ± 0,14
	25 °C		4,34	4,23 ± 0,12	5,48 ± 0,24	4,46 ± 0,33	4,36 ± 0,10

Závěr

Celkový počet mikroorganismů vzorků drůbežního masa se v důsledku porušení chlazení zvyšuje s vyšší teplotou a delší dobou expozice této vyšší teplotě (balení MAP). Významný vliv má v určitých situacích (prosté balení masa) i doba vyšetření vzorku po předchozím porušení chlazení. Porušení chladicího řetězce např. při transportu vzorku do laboratoře, může ovlivnit výsledky mikrobiologického hodnocení. Zejména v případech, kdy dochází k vystavení vzorku vyšší teplotě delší dobu, je nevyhnutné vzorky analyzovat bezprostředně po příjmu do laboratoře.

Literatura

ČSN EN ISO 4833-1 (2014). Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda pro stanovení počtu mikroorganismů – Část 1: Technika přelivem a počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C.

ČSN EN ISO 7218 (2008). Mikrobiologie potravin a krmiv – Všeobecné požadavky a doporučení pro mikrobiologické zkoušení.

Demirhan, B., Candogan, K. 2017. Active packing of chicken meats with modified atmosphere including oxygen scavengers. *Poultry Science*, vol. 96, pp. 1394-1401.

Hauge, S. J., Johannessen, G. S., Haverkamp, T. H. A., Bjørkøy, S., Llarena, A. K., Spilberg, B., Leithaug, M., Økland, M., Holthe, J., Røtterud, O. J., Alvseike, O., Nagel. Alne, G. E. 2023. Assessment of poultry process hygiene and bacterial dynamics along two broiler slaughter lines in Norway. *Food Control*, vol. 146, p. 109526.

Jongberg, S., Wen, J., Torngren, M. A., Lund, M. N. 2014. Effect of high-oxygen atmosphere packaging on oxidative stability and sensory quality of two chicken muscles during chill storage. *Food Packaging and Shelf Life*, vol. 1, pp. 38-48.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienické předpisy pro potraviny živočišného původu. *Úřední věstník Evropské unie*, 2004, L. 139, 30. 4. 2004, p. 14–74. (ve znění pozdějších předpisů)

Säde, E., Muros, A., Björkroth, J. 2013. Predominant enterobacteria on modified-atmosphere packaged meat and poultry. *Food Microbiology*, vol. 34, pp. 252-258.

Tuncer, B., Sireli, U. T. 2008. Microbial growth on Broiler Carcasses Stored at Different Temperatures After Air- or Water- Chilling. *Poultry Science*, vol. 87, pp.793-799.

Yimenu, S. M., Koo, J., Kim, B. S., Kim, J. H., Kim, J. Y. 2019. Freshness-based real-time shelf-life estimation of packaged chicken meat under dynamic storage conditions. *Poultry Science*, vol. 98, pp. 6921-6930.

Zouharová, A., Bartáková, K., Bursová, Š., Necidová, L., Haruštiaková, D., Klimešová, M., Vorlová, L. 2023a. Packaging of meat and fish and its impact on the shelf life – a review. *Acta Veterinaria Brno*, vol. 92, pp. 63-76.

Zouharová, A., Bartáková, K., Necidová, L., Bursová, Š., Haruštiaková, D., Klimešová, M. 2023b. Zastoupení plynů v ochranné atmosféře baleného čerstvého masa a ryb z tržní sítě. *Maso*, vol. 34, no. 5, pp.28-32.

Poděkování

Práce byla finančně podpořena projektem NAZV QK21020245. Autoři dále děkují projektu výzkumné infrastruktury RECETOX RI (č. LM2023069) a projektům H2020 CETOCOEN Excellence 857560 a OP VVV CZ.02.1.01/0.0/0.0/17_043/0009632.

Kontaktní adresa

doc. MVDr. Necidová Lenka, Ph.D., Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, ČR; E-mail: necidoval@vfu.cz.

Označování welfare zvířat při uvádění potravin na trh v Evropské unii

Animal welfare labelling when placing food on the market in the European union

Novotná Kružíková, K, Mačáková, P.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Informace o potravinách při uvádění potravin na trh se řídí nařízením Evropského Parlamentu a Rady č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. Legislativně není vymezena povinnost uvádět, za jakých podmínek byla zvířata chována, pokud se nejedná o chov v ekologickém zemědělství. V České republice a Evropské unii je v současnosti povinnost na obalu vajec uvádět metodu chovu nosnic a spotřebitel si tak může vybrat, který chov bude preferovat a tím tuto produkci podporovat. Evropská komise se nyní zabývá harmonizací legislativy uvádění dobrých životních podmínek zvířat na obalu potravin s několika cíli, k nimž patří např. zlepšení životních podmínek zvířat či podpora chovatelů a výrobců potravin, kteří dodržují vyšší normy pro dobré životní podmínky zvířat, než jsou ty minimální stanovené platnou evropskou legislativou.

Klíčová slova: *welfare, obal potravin, uvádění údajů*

Abstract

Food information when placing food on the market is governed by Regulation (EU) No 1169/2011 of the European Parliament and of the Council on the provision of food information to consumers. There is no legal obligation to state under what conditions the animals were bred, unless it is organic farming. In the Czech Republic and the European Union, there is currently an obligation to indicate the method of breeding laying hens on egg packaging and the consumer can choose which breeding he prefers and thus support this production. The European Commission is currently working on harmonising animal welfare legislation on food packaging with several objectives, such as improving animal welfare and supporting food farmers and producers who comply with higher animal welfare standards than the minimum ones set by current European legislation.

Key words: *welfare, food packaging, food information*

Úvod

Jedním z cílů potravinového práva je chránit zájmy spotřebitelů a poskytovat spotřebitelům základ, který jim umožní vybírat se znalostí věci potravin, které konzumují. Jeho cílem je rovněž zabránit podvodným nebo klamavým praktikám, falšování potravin a zabránit jakýmkoli jiným praktikám, které mohou spotřebitele uvést v omyl (nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002). Poskytování informací o potravinách spotřebitelům je tedy důležitým nástrojem, prostřednictvím kterého spotřebitelé získávají informace o potravinách a oceňují vlastnosti potravin. Údaje na obalu potravin bývají rozhodujícím faktorem pro nákup potravin. Povinnost uvádět některé informace o potravinách na obalu výrobku je legislativně zakotvena od 13. 12. 2014 v nařízení Evropského Parlamentu a Rady č. 1169/2011 (EU) o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, kdy údaje na potravině by neměli být zavádějící, měly by být jasné a srozumitelné.

Veřejné mínění spojuje dobré životní podmínky hospodářských zvířat s hodnotami týkajícími se zdraví, kvalitou potravin, etickým přístupem ke zvířatům a ochranou

životního prostředí a klimatu (Zwolińska a Żakowska-Biermans, 2021). Podle Zwolińskiej a Żakowské-Biermansové (2021) jsou nejvýhodnější formou komunikace o úrovni dobrých životních podmínek hospodářských zvířat mezi spotřebiteli štítky/značky/loga týkající se dobrých životních podmínek hospodářských. Z těch by mohl spotřebitel jednoznačně poznat úroveň welfare potravinových zvířat. V současné době je jedinou povinností v Evropské unii označovat metodu chovu u produkce vajec, a to, zda jsou nosnice chována ve volném výběhu, v halách, v klecích, nebo jsou chované v souladu s požadavky ekologického zemědělství.

Cílem příspěvku je (1) vymezit současnou legislativu v oblasti dobrých životních podmínek zvířat a označování na potravinách a (2) shrnout současné aktivity Evropské unie okolo označování welfare na potravinách.

Welfare

Dobré životní podmínky zvířat, pohoda zvířat či welfare se rozumí obecně stav fyzického a psychického zdraví zvířete žijícího v souladu se svým prostředím Broom (1988). Welfare zvířat zahrnuje jak fyzickou zdatnost, tak i pocit spokojenosti, což je mnohem více než pouhé vyloučení utrpení. Hlavní zásady, jak zajistit zvířatům život v podmínkách welfare, byly formulovány britskou radou pro ochranu hospodářských zvířat (Farm Animal Welfare Committee – FAWC, v roce 2019 byla přejmenována na Animal welfare committee - AWC). Tato koncepce je označována jako pět svobod (Tabulka 1).

Tabulka 1: Pět svobod podle britské rady pro ochranu hospodářských zvířat (Webster, 1999)

svoboda od žízně, hladu a podvýživy	bezproblémový přístup k čerstvé vodě a krmivu dostatečným způsobem k zachování plného zdraví a síly
svoboda od nepohodlí	poskytnutím vhodného prostředí včetně přístřeší a pohodlného místa k odpočinku
svoboda od bolesti, zranění a nemoci	pomocí prevence nebo rychlé diagnózy a léčení
svoboda uskutečnit normální chování	poskytnutím dostatečného prostoru, vhodného vybavení a společnosti zvířat téhož druhu
svoboda od strachu a úzkosti	zabezpečením podmínek, jež vylučují mentální strádání

K dobrým životním podmínkám zvířat přispívá řada evropských předpisů pro oblasti chovu zvířat a jejich ochrany. Legislativně jsou vymezeny minimální standardy pro hospodářská zvířata či podmínky během přepravy a při porážení zvířat. Tyto požadavky jsou zakotveny v několika právních předpisech, jedná se zejména o tyto předpisy:

- *směrnice Rady 98/58/ES o ochraně zvířat chovaných pro hospodářské účely*
- *čtyři směrnice Rady, které stanoví minimální požadavky na ochranu vybraných druhů zvířat (Směrnice Rady 1999/74/ES, kterou se stanoví minimální požadavky na ochranu nosnic, Směrnice Rady 2007/43/ES o minimálních pravidlech pro ochranu kuřat chovaných na maso, Směrnice Rady 2008/119/ES, kterou se stanoví minimální požadavky pro ochranu telat, Směrnice Rady 2008/120/ES, kterou se stanoví minimální požadavky pro ochranu prasat) – implementované do české vyhlášky č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat*
- *nařízení Rady (ES) č. 1/2005 o ochraně zvířat během přepravy a souvisejících činností*

- *nařízení Rady (ES) č. 1099/2009 o ochraně zvířat v době porážky.*

Dobré životní podmínky zvířat nejen přispívají k jejich pohodě, ale také mají pozitivní dopad na kvalitu potravin, zdraví lidí a životní prostředí. Spotřebitelé se stále více zajímají o to, jak jsou zvířata chována a jak je jejich životní prostředí chráněno, je tedy důležité, aby potraviny živočišného původu nesly informace o tom, jak bylo se zvířaty zacházeno a jaké normy byly dodržovány. V květnu roku 2020 v této oblasti Evropská komise (2020) v rámci strategie „Farm to Fork“ rozhodla o revizi legislativy do konce roku 2023 s cílem aktualizovat pravidla Evropské unie pro oblast dobrých životních podmínek zvířat s cílem posílit úlohu nejnovějších vědecky podložených analýz, rozšířit oblast působnosti a usnadnit jejich prosazování, což by mělo obecně zvýšit úroveň životních podmínek zvířat v Evropské unii.

Logo welfare na potravinách?

V Evropské unii nejsou tvrzení o dobrých životních podmínkách hospodářských zvířat regulována, pokud se nejedná o chov podle zásad pro ekologické zemědělství v souladu s nařízením Evropského Parlamentu a Rady (EU) 2018/848. Tímto nařízením se zajišťuje pohodlí zvířat a jejich dobré životní podmínky a specifické potřeby v závislosti na druhu, plemeni a věku zvířat. Pozornost se soustřeďuje na etologické potřeby zvířat a na zajištění dobrých životních podmínek zvířat ve smyslu dostatečného prostoru, aby zvířata mohla zaujímat všechny přirozené polohy a provádět přirozené pohyby, přičemž u žádného druhu hospodářských zvířat se nepovoluje používat klece, boxy a etážové plošiny. Dobré životní podmínky zvířat jsou specifikovány v příloze II Podrobná pravidla produkce.

Jak bylo zmíněno v úvodu, momentálně je jedinou povinností v Evropské unii označovat metodu chovu u produkce vajec. Jedná se o uvádění metody chovu v kódu producenta, kde se uvede číselné označení chovu číslicemi, kdy se uvádí „1“ pro vejce nosnic ve volném výběhu, „2“ pro vejce nosnic v halách, „3“ pro vejce nosnic v klecích nebo „0“ pro vejce nosnic chovaných v souladu s požadavky ekologického zemědělství. Nosnice je možné v Evropské unii od roku 2012 chovat pouze v tzv. obohacených klecích, které oproti těm neobohaceným mají větší prostor, obsahují snášková hnízda, mají napájecí a krmné systémy, popeliště, trusný pás a zařízení pro sběr vajec nebo mají možnost obušovat si drápy. V této oblasti došlo k dalšímu posunu. Podle Komise nejsou podmínky pro pohodu nosnic v klecových chovech a jiných systémech vhodné a některé z jejich potřeb nelze v klecích splnit, proto je potřeba zavést nejvyšší možné standardy, aby se tyto podmínky zlepšily. V České republice byl novelou zákona na ochranu zvířat proti týrání (zákon č. 501/2020 Sb.) přidán § 12h, který zakazuje klecový chov nosnic včetně chovu v obohacených klecových systémech, a to s účinností od 1. ledna 2027. Tento zákaz bude platit v České republice, nikoliv však v celé Evropské unii. Zákaz chovu nosnic v klecích je nyní např. v Rakousku, v Německu bude od roku 2025. Ministerstvo zemědělství v dokumentu Zprávy z Ministerstva zemědělství (2023) uvádí, že v rámci zachování jednotného přístupu a zajištění fungování vnitřního volného trhu vyzvala Evropskou komisi k předložení legislativního návrhu, který by zakázal produkci vajec z klecových chovů na úrovni celé Evropské Unie. Na základě iniciativy „End the cage age“ („Konec doby klecové“ je evropská občanská iniciativa, kterou podepsalo 1,4 milionu lidí z celé Evropské unie) vyzvali poslanci Evropského Parlamentu (Evropský Parlament, 2022) dne 10. června 2021 Komisi, aby do roku 2027 předložila zákaz klecového chovu zvířat v Evropské unii, a to nejen pro nosnice, ale i pro další druhy hospodářských zvířat.

V rámci strategie „Farm to fork“ Rada Evropské unie oznámila, že zváží možnosti pro vyznačování údajů o dobrých životních podmínkách zvířat, aby se informace o těchto hodnotách lépe šířily v potravinovém řetězci. Rada v závěrech vyzvala Komisi, aby posoudila dopad regulačního rámce Evropské unie stanovujícího kritéria pro systém označování dobrých životních podmínek zvířat. Komise se touto oblastí podrobně zabývá ve své studii „Study on Animal Welfare Labelling (Evropská komise, 2022)“. Podle studie existuje několik důvodů, proč by toto celounijní označení bylo užitečné, od motivace chovatele k dodržování vyšších norem, než jsou ty minimální stanovené předpisy Evropské unie, přes poskytnutí spotřebitelům jednoduché a srozumitelné informace o tom, v jakých podmínkách byla zvířata chována až po podporu spravedlivé hospodářské soutěže a harmonizaci a zjednodušení pravidel v rámci Evropské unie. Označení dobrých životních podmínek zvířat neboli welfare by mohlo pomoci spotřebitelům činit informovanější a odpovědnější rozhodnutí při nákupu potravin. Studie se také zabývá kritérii pro toto označení. Tato by měla být založena na nejnovějších vědeckých poznatcích a odborných doporučeních o welfare pro různé druhy hospodářských zvířat v různých chovatelských systémech. Kritéria by také měla být měřitelná a ověřitelná nezávislými a akreditovanými kontrolními orgány a v neposlední řadě také transparentní a srozumitelná pro všechny zúčastněné strany. Kritéria by měla být jasně komunikována prostřednictvím jednoduchého a jednotného označení na potravinách, které by poskytovalo důležité informace o tom, jak byla zvířata chována a jaký dopad má jejich chov na společnost a planetu. Komise ve své studii doporučuje víceúrovňový systém označování včetně stanovení minimálních standardů pro každou úroveň označení, které by bylo vyšší než stávající předpisy EU o dobrých životních podmínkách zvířat. Systém by měl být transparentní, spolehlivý a měl by zvyšovat povědomí a důvěru spotřebitelů. Komise zřídila pracovní podskupinu, která pomáhá Komisi se shromažďováním údajů o předchozích zkušenostech s označováním welfare na potravinách. Výsledkem několika setkání pracovní podskupiny od 16. března 2022 do 25. ledna 2023 je konstatování, že Komise by měla na konci roku 2023 zveřejnit legislativní návrh nařízení o označování dobrých životních podmínek na potravinách, přičemž štítek o dobrých životních podmínkách zvířat by měl:

- být povinný,
- mít nastaveny přísnější kritéria welfare pro zvířata, než je ve stávající legislativě,
- být víceúrovňový,
- zahrnovat všechny fáze produkce od chovu přes přepravu až po porážku zvířat,
- zahrnovat všechny chované druhy (včetně vodních živočichů).

Komise dále uvádí, že povinnost tohoto označení by se měla vztahovat i na dovážené produkty. S vytvořením jednotné konzistentní značky Evropské unie pro harmonizaci norem pro dobré životní podmínky zvířat napříč členskými zeměmi vyjádřila souhlas Federace veterinárních lékařů Evropy (Federation of Veterinarians of Europe (FVE)), přičemž by šlo o informovanou volbu spotřebitelů v Evropské unii a současně by se zmírnil zmatek způsobený množstvím značek, které jsou v současnosti na trhu. FVE dále navrhuje informovat spotřebitele v maloobchodních i stravovacích zařízeních o standardech dobrých životních podmínek zvířat během jejich života (FVE, 2022). Evropský parlament (2022) ve svém usnesení ze dne 16. února 2022 vyzval Komisi, aby navrhla harmonizovaný a povinný rámec Evropské unie se společnými požadavky pro dobrovolné označování týkající se dobrých životních podmínek zvířat, který bude vycházet z pravidel Evropské unie.

Závěr

Označení dobrých životních podmínek na potravinách v Evropské unii není zatím povinné. Logo welfare na potravinách může přinést celou řadu výhod zejména pro zvířata samotná, ale i pro spotřebitele, chovatele, výrobce i společnost jako celek. Evropská komise byla vyzvána Evropským parlamentem v roce 2022, aby navrhla harmonizovaný a povinný rámec Evropské unie se společnými požadavky pro dobrovolné označování týkající se dobrých životních podmínek zvířat, který bude vycházet z pravidel Evropské unie.

Literatura

Broom, D.M. 1988. The scientific Assessment of Animal Welfare. *Applied Animal Behaviour Science*, vol 20, pp 5-19.

Česká republika. 2020. Zákon č. 501/2020 Sb., kterým se mění zákon č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. *Sbírka zákonů*, č. 205, s. 557-5608.

Česká republika. 2004. Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat. *Sbírka zákonů*, č. 69, s. 3202-3239.

Evropská Unie. 2002. Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin. *Úřední věstník Evropské unie L 031*, 28/01/2002, s. 1-24.

Evropská Unie. 2011. Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise 87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnic Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004. *Úřední věstník Evropské unie L 304*, 25/10/2011 s. 18-63.

Evropská Unie. 2009. Nařízení Rady (ES) č. 1099/2009 o ochraně zvířat při usmrcování. *Úřední věstník Evropské unie L 303*, 18/11/201 s. 1-30.

Evropská Unie. 2005. Nařízení Rady (ES) č. 1/2005 o ochraně zvířat během přepravy a souvisejících činností a o změně směrnic 64/432/EHS a 93/119/ES a nařízení (ES) č. 1255/9. *Úřední věstník Evropské unie L 3*, 05/01/2005 s. 1-43.

Evropská Unie. 2018. Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (EU) 2018/848, o ekologické produkci a označování ekologických produktů a o zrušení nařízení Rady (ES) č. 834/2007. *Úřední věstník Evropské unie L 150*, 14/06/2018 s. 1-92.

Evropská Komise. 2020. Fork to fork Strategy. For a fair, healthy and environmentally-friendly food system. On-line [vid 02-082023]. Dostupné z: https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf

Evropský parlament. 2022. Prováděcí zpráva týkající se dobrých životních podmínek hospodářských zvířat v chovech. On-line [vid 03-08-2023] Dostupné z: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2022-0030_CS.html

Evropská Unie. 2022. Study on Animal Welfare Labelling. Final Report. February 2022. Evropská komise. Directorate-General for Health and Food Safety, Animal welfare, Antimicrobial resistance. On-line [vid 03-08-2023] Dostupné z: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/49b6b125-b0a3-11ec-83e1-01aa75ed71a1/language-en>

Evropská Unie. 1998. Směrnice Rady 98/58/ES ze dne 20. července 1998 o ochraně zvířat chovaných pro hospodářské účely. *Evropské unie L 221*, 08/08/2018 s. 1-23.

Federation of Veterinarians of Europe. 2022. FVE's position on Animal Welfare Labelling. On-line [vid 03-08-2023]. Dostupné z : <https://fve.org/publications/animal-welfare-labelling-2/>

Ministerstvo zemědělství. 2023. Zprávy z Ministerstva zemědělství, Červen, 2023. On-line [vid 03-08-2023]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/727320/Zpravy_z_MZe_06_2023.pdf

Webster, J. 1999. Welfare: životní pohoda zvířat, aneb, Střízlivé kázání o ráji: konstruktivní přístup k problému vlády člověka nad zvířaty. Praha: Nadace na ochranu zvířat, 1999. 263 s.

Zwolińska, J., Żakowska-Biermans, S. 2021. Is an Animal Welfare Label Enough? Role of Farm Animal Welfare Voluntary Labelling Schemes in the Development of Sustainable Livestock Production. *Proceedings*, vol. 73, no 8.

Kontaktní adresa

Ing. Kamila Novotná Kružíková, Ph.D., Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: novotnak@vfu.cz

MVDr. Petra Mačáková, Ph.D., Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: macakova@vfu.cz.

Počet somatických buniek v ovčom mlieku a jeho rozdelenie podľa rôznych faktorov

Somatic cell count in ewe milk and its distribution over various factors

Oravcová, M.¹, Tančin, V.^{1,2}, Rajčok, D.², Tvarožková, K.²

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Lužianky, SR,

²Slovenská poľnohospodárska univerzita Nitra, SR

Súhrn

Cieľom práce bolo zhodnotiť počet somatických buniek (PSB) v ovčom mlieku pomocou logaritmickej transformácie, t.j. skóre somatických buniek ($SSB = \log_2(PSB/100tis.) + 3$), ako aj rozdelenie PSB podľa faktorov, ktoré ovplyvňujú premenlivosť tohto ukazovateľa. Analyzovali sme 3 378 záznamov (získané za roky 2019 až 2022), zistených pri 447 bahniciach plemena cigája (jedno stádo), ktoré produkovali mlieko v oblasti stredného Slovenska. Na analýzu bol použitý zmiešaný model s opakovanými pozorovaniami. Zahrňoval pevné faktory: poradie laktácie, rok a mesiac stanovenia PSB a náhodné faktory: bahnica a chyba. Premennosť skóre bola štatisticky významne ovplyvnená všetkými pevnými faktormi; ich vplyv však nebol jednoznačný. V závislosti od poradia laktácie bolo najnižšie skóre odhadnuté pre prvú laktáciu ($3,451 \pm 0,077$), najvyššie pre druhú laktáciu ($3,922 \pm 0,069$); medzi odhadmi druhej a tretej laktácie nebol zistený štatisticky významný rozdiel ($0,100 \pm 0,099$). Podobne nejednoznačný trend bol identifikovaný v závislosti od mesiaca i roku. Medzi prvým a tretím rokom hodnoteného obdobia sa skóre znížilo z $4,606 \pm 0,091$ na $2,616 \pm 0,081$, v poslednom roku sa opätovne zvýšilo na $3,500 \pm 0,102$; rozdiely medzi všetkými dvojicami skóre boli významné.

KLúčové slová: bahnice, mlieko, počet somatických buniek, logaritmická transformácia

Abstract

The objective was to evaluate somatic cell count (SCC) in ewe milk through logarithmic transformation i.e. somatic cell score ($SCS = \log_2(SCC/100ths) + 3$) and, also, SCC distribution over factors influencing its variation. A total of 3,378 records of 447 Tsigai ewes, producing milk in the Central Slovakia (single flock) between 2019 and 2022, were analysed. The mixed model with repeated observations was used. It included fixed factors: parity, month and year of SCC measurements and random factors: ewe and error. Variation in score was significantly affected by all fixed factors, however, trends of estimates were unclear. With parity, the lowest score was found in the first parity (3.451 ± 0.077), the highest score was found in the second parity (3.922 ± 0.069); the difference between estimates for the second and third parity was insignificant (-0.100 ± 0.099). Fluctuating trends were found within estimates of individual levels of both month and year factors. Since 2019 to 2021, score gradually decreased (from 4.606 ± 0.091 to 2.616 ± 0.081); afterwards yet again increased in 2022 (3.500 ± 0.102). The differences between respective pairs were significant.

Key words: ewes, milk, somatic cell count, logarithmic transformation

Úvod

Dojné plemená (valaška, zošľachtená valaška, cigája) majú na území Slovenska dlhú tradíciu chovu. Chovajú sa v čistokrvnej forme alebo vstupujú do medzipliesmenného kríženia (Margetín a kol., 2017). Zdravotne vyhovujúce ovčie mlieko je dôležitou podmienkou produkcie bezpečných výrobkov (Albenzio a kol., 2019). Počet somatických

buniek (PSB) odráža zdravie vemena (vyšší PSB – možný zápalový proces). Mastitídy poškodzujú tkanivo mliečnej žľazy a ich liečenie je náročné (Burriel, 1997; Pengov, 2001). Navyše, vyšší PSB môže škodlivo vplyvať na koagulačné vlastnosti mlieka (Abdelgawad a kol., 2016).

Na Slovensku sa PSB na úrovni jednotlivých bahníc nestanovuje. Analýzou PSB sa v minulosti zaoberali Margetín a kol. (1995), Oravcová a kol. (2018); vzťahy medzi PSB a ukazovateľmi produkcie a kvality mlieka analyzovali Vršková a kol. (2015), Tančin a kol. (2017). Cieľom štúdie bolo zhodnotiť PSB v mlieku bahníc a analyzovať trendy vývoja tohto ukazovateľa vo zvolenom stáde cigájskych oviec.

Materiál a metodika

Analýzovali sme údaje o počte somatických buniek (PSB) v mlieku bahníc plemena cigája produkujúcich v oblasti stredného Slovenska (jedno stádo). K dispozícii bolo 3 378 záznamov (roky 2019 až 2022) zistených pri 447 bahniciach (prvá až tretia laktácia). Vzorky mlieka boli odoberané raz za mesiac; na stanovenie PSB bol použitý prístroj Fossomatic 90 (Foss Electric, Hillerød, Dánsko); vzorky boli zahrievané na 40 °C po dobu 15 min. V štatistickej analýze sme ako závisle premennú hodnotili skóre somatických buniek ($SSB = \log_2(PSB/100tis.) + 3$).

Faktory ovplyvňujúce premenlivosť skóre sme skúmali pomocou procedúry MIXED (SAS Studio 3.8, 2022). Štatistický model zahrňoval pevné faktory: poradie laktácie (1 až 3), mesiac (marec až júl) a rok stanovenia PSB (2019 až 2022) a náhodne faktory: bahnica a chyba. Matematický zápis modelovej rovnice je:

$$y_{ijklm} = \mu + L_i + M_j + R_k + u_l + e_{ijklm}$$

kde:

- y_{ijklm} - logaritmické skóre
- μ - priemer
- L_i - pevný faktor poradia laktácie; $\sum L_i = 0$
- M_j - pevný faktor mesiaca; $\sum M_j = 0$
- R_k - pevný faktor roku; $\sum R_k = 0$
- u_l - náhodný faktor bahnice; $u_l \sim N(0, I\sigma_u^2)$
- e_{ijklm} - náhodná chyba; $e_{ijklm} \sim N(0, I\sigma_e^2)$

Pevné faktory boli odhadnuté metódou najmenších štvorcov pomocou Fisherovho F-testu. Významnosť rozdielov medzi jednotlivými úrovňami faktorov bola posúdená Scheffého testom mnohonásobných porovnaní ($P < 0,01$ a $P < 0,05$). Podiely náhodných faktorov boli odhadnuté metódou REML.

Výsledky a diskusia

Analýzy preukázali významný vplyv pevných faktorov ($P < 0,01$), o ktorých sme predpokladali, že ovplyvňujú premenlivosť PSB (ich významnosť bola predbežne posúdená jednofaktorovou analýzou rozptylu). V Tabuľke 1 uvádzame odhady priemerov a štandardných chýb PSB poradia laktácie. Najviac údajov bolo k dispozícii v prvých dvoch laktáciách (35 a 37 %). Skóre bolo najnižšie v prvej laktácii ($3,451 \pm 0,077$), najvyššie v druhej laktácii ($3,822 \pm 0,082$). Rozdiel medzi druhou a treťou laktáciou nebol významný ($-0,100 \pm 0,099$). Pri hodnotení bahníc plemena churra potvrdili významný vplyv poradia laktácie (veku pri obahnení) Gonzalo a kol. (1994) a Baro a kol. (1998). Othmane a kol. (2002) naopak zistili nepreukazný vplyv poradia laktácie

(plemeno churra). Podľa nich to bolo preto, že bahnice boli pravidelne kontrolované (umývanie ceckov, brakovanie v prípade chronického ochorenia) a chované vo vhodných podmienkach.

Tabuľka 1: Odhady skóre v závislosti od poradia laktácie

Poradie laktácie	Počet	$\mu \pm s_{\mu}$
Prvá	1 192	$3,451 \pm 0,077^A$
Druhá	1 247	$3,922 \pm 0,069^B$
Tretia	939	$3,822 \pm 0,082^B$

Odhady označené rôznymi písmenami sú štatisticky významné ($P < 0,01$).

V Tabuľke 2 uvádzame odhady podľa mesiaca stanovenia PSB. Rozdiely medzi jednotlivými úrovňami tohto faktora boli významné, jednoznačný trend sme však nepozorovali. Početnosť záznamov bola s výnimkou marca (podiel 10 %) približne rovnaká (rozdiel maximálne 5 %). Porovnanie s predchádzajúcim výskumom Margetína a kol. (1995) a Vrškovej a kol. (2015) ukázalo, že v prvej štúdii bol v vplyv tohto faktora významný, v druhej štúdii nevýznamný.

Tabuľka 2: Odhady skóre v závislosti od mesiaca stanovenia PSB

Mesiac	Počet	$\mu \pm s_{\mu}$
Marec	328	$4,474 \pm 0,132^A$
Apríl	664	$3,208 \pm 0,089^{Bb}$
Máj	791	$3,844 \pm 0,081^{CDdEe}$
Jún	798	$3,545 \pm 0,081^{DdEe}$
Júl	797	$3,590 \pm 0,081^{Ee}$

Odhady označené rôznymi písmenami sú štatisticky významné ($P < 0,01$ a $P < 0,05$).

V Tabuľke 3 uvádzame odhady skóre podľa roku stanovenia PSB. Početnosť záznamov bola približne rovnaká (s výnimkou roku 2022). Rozdiely medzi rokmi boli významné, jednoznačný trend sme nepozorovali ani pri tomto faktore (na začiatku pokles skóre, neskôr jeho zvýšenie, nie však na úroveň prvých dvoch rokov). V tejto súvislosti možno konštatovať, že sa v stáde pravdepodobne zvýšila úroveň hygieny a zdravia vemená.

Tabuľka 3: Odhady skóre v závislosti od roku stanovenia PSB

Rok	Počet	$\mu \pm s_{\mu}$
2019	982	$4,606 \pm 0,091^A$
2020	913	$4,207 \pm 0,082^B$
2021	894	$2,616 \pm 0,082^C$
2022	589	$3,500 \pm 0,102^D$

Odhady označené rôznymi písmenami sú štatisticky významné ($P < 0,01$).

Záver

Výsledky výskumu ukázali, že počet somatických buniek sa v sledovanom období znížil. Možným vysvetlením je zvýšenie hygieny a zlepšenie zdravotného stavu vemená na úrovni stáda. Potvrdenie tohto predpokladu si vyžaduje ďalšie analýzy zamerané na skúmanie vzťahov medzi počtom somatických buniek a produkciou ovčieho mlieka a jeho zložiek.

Literatúra

- Albenzio, M., Figliola, L., Caroprese, M., Marino, R., Sevi, A., Santillo, A. 2019. Somatic cell count in sheep milk. *Small Rum. Res.*, 176, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2019.05.013>
- Abdelgawad, A. R., Rovai, M., Caja, G., Leitner, G., Castillo, M. 2016. Evaluating coagulation properties of milk from dairy sheep with subclinical intramammary infection using near infrared light scatter. A preliminary study. *J. Food Engineering* 168, 180–190.
- Burriel, A.R. 1997. Dynamics of intramammary infections in the sheep caused by coagulase-negative staphylococci and its influence on udder tissue and milk composition. *Vet. Rec.*, 140, 419–423.
- Gonzalo, C., Carriedo, J.A., Baro, J.A., San Primitivo, F. 1994. Factors influencing variation of test day milk yield, somatic cell count, fat and protein in dairy sheep. *J. Dairy Sci.*, 77, 1537–1542. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77094-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77094-6)
- Margetín, M., Čapistrák, A., Valkovský, P., Špánik, J., Foltys, V. 1995. Variation in somatic cell counts in ewe's milk during lactation. *Živočišná výroba [Czech J. Anim. Sci.]*, 40, 257–261.
- Margetín, M., Oravcová, M., Huba, J., Janíček, M. 2017. Formation and characterization of Slovak Dairy composite sheep breed: Description of the process. *Slovak J. Anim. Sci.*, 50, 139–143.
- Oravcová, M., Mačuhová, L., Tančin, V. 2018. The relationship between somatic cells and milk traits, and their variation in dairy sheep breeds in Slovakia. *J. Anim. Feed Sci.*, 27, 9–14. <https://doi.org/10.5219/439>
- Othmane, M.H., Carriedo, J.A., De La Fuente, L.F., San Primitivo, F. 2002. Factors affecting test-day milk composition in dairy ewes, and relationships amongst various milk components. *J. Dairy Res.* 69, 53–62. <https://doi.org/10.1017/S0022029901005234>
- SAS Institute Inc. 2022. SAS Studio 3.8. User's Guide, Cary, NC USA
- Pengov, A., 2001. The role of coagulase-negative *Staphylococcus* spp. and associated somatic cell counts in the ovine mammary gland. *J. Dairy Sci.* 84, 572–574, [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74509-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74509-2)
- Tančin, V., Uhrinčať, M., Mačuhová, L., Baranovič, Š., Vršková, M. 2017. Somatic cell count in milk of individual Lacaune ewes under practical conditions in Slovakia: possible effect on milk yield and its composition. *Potravinárstvo – Sci. J. Food Industry*, 11, 386–390. <https://doi.org/10.5219/439>
- Vršková, M., Tančin, V., Kirchnerová, K., Sláma, P. 2015. Evaluation of daily milk production in Tsigai ewes by somatic cell count. *Potravinárstvo – Sci. J. Food Industry*, 9, 206–210. <https://doi.org/10.5219/439>

PodĎakovanie

Práca bola podporená projektom APVV-21-0134 Agentúry pre vedu a výskum Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR.

Kontaktná adresa

Ing. Marta Oravcová, PhD., NPPC-VÚŽV Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Nitra, SR, e-mail: marta.oravcova@nppc.sk.

Perspektivy výroby a využití „umělého masa“ ve výživě člověka *Perspectives of production and utilization an "artificial meat" in human nutrition*

Pečová, M., Steinhauserová, I., Javůrková, Z.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Díky zvyšující se poptávce po kvalitních zdrojích bílkovin, dochází k rozvoji nových trendů v potravinářském průmyslu. Jednou z možností je aplikace tkáňového inženýrství a biotechnologie pro výrobu tzv. „umělého masa“. Výroba takového masa se opírá o několik oblastí, které zmiňují klady i zápory. Mezi tyto oblasti patří: ekologické a ekonomické aspekty, senzorické parametry, přijatelnost mezi konzumenty a v neposlední řadě legislativa.

Klíčová slova: *kultivované maso, trendy v potravinářství, zdroje bílkovin*

Abstract

Thanks to a suitable source of high-quality proteins, new trends are developing in the food industry. One possibility is to apply tissue engineering and biotechnology for the production of so-called "artificial meat". The production of such meat relies on several areas that mention pros and cons. These areas include: ecological and economic aspects, sensory parameters, acceptability among consumers and, finally, legislation.

Key words: *cultured meat, trends in food industry, protein sources*

Úvod

I přesto, že se objevuje, čím dál více alternativních způsobů stravování, maso ve výživě člověka stále hraje velkou roli. Podle ČSÚ (Český statistický úřad) mezi roky 2019 a 2020 dokonce vzrostla spotřeba o 0,8 kg na osobu. To naznačuje, že poptávka po mase roste a v následujících letech se předpokládá i nadále rostoucí tendence. Jedním ze způsobů, jak zmírnit poptávku po mase a kvalitní bílkovině je využívání nových zdrojů. Nové koncepty v potravinářství se ubírají několika směry. Hledají se nové perspektivní zdroje, jako například jedlý hmyz, který má výhodné nutriční složení (van Huis and Oonincx, 2017). Biotechnologie a tkáňové inženýrství přišly také s novým směrem. Představeno bylo maso „in vitro“, které je produkováno v bioreaktorech za řízených laboratorních podmínek. Toto maso je produkováno kulturou kmenových buněk, získaných ze svaloviny živých zvířat (Kumar et al., 2021). Naproti tomu Sergelidis (2019) uvádí, že buněčná kultura je získávána ze živých i mrtvých zvířat. Buňkám je nezbytné dodávat potřebné množství energie, aby docházelo k jejich proliferaci a diferenciaci. K jejich růstu je zapotřebí vhodné kultivační médium, které z hlediska výroby naráží na diskutabilní téma použití fetálního bovinního séra, použití antibiotik a fungicidů pro zabránění kontaminace buněčných kultur (Chriki and Hacquette, 2020). Jakmile jsou buňky plně diferencovány, sklízí se z přítomných mikronsičů nebo struktur typu lešení (Katelings et al., 2021). Výroba masa má zatím několik otazníků. Zatím co, by produkce mohla mít pozitivní dopady na enviroment, v boji proti hladu a nedostatku potravin je nutné vzít do úvahy také nutriční, senzorické a v neposlední řadě také aspekty týkající se bezpečnosti a ekonomické stránky.

V roce 2013 v Nizozemsku byl představen první prototyp kultivovaného masa, který připomínal hamburger. Za vznikem prvního kultivovaného masa stála skupina vědců

a od roku 2015 také společnost Mosa Meat (Fraeye et al., 2020). Základem prvního masa byly tzv. „myotrubičky“ v hydrogelu. Maso bylo nutné obarvit a ochutit, aby připomínalo klasické maso. Pro podporu textury se navíc musela přidat strouhanka. První země, která komercializovala kultivované maso je Singapur (Treich, 2021). Aktuálně existuje přibližně 32 společností se zaměřením především na hovězí maso (25 %), drůbeží (22 %), vepřové (19 %) a mořské plody (19 %). Vznikají odvětví, které kultivují maso specifických druhů zvířat ale i ta, která chtějí směřovat své výrobky pro krmení zvířat (Kumar a kol., 2021).

Ekologické aspekty

Pro udržení poptávky po mase a zároveň snížení jeho náročné produkce je vhodné přicházet s novými alternativními technologiemi v potravinářství. Kultivované maso je jednou z nich. Avšak dopad jeho výroby na využívání půdy zatím není úplně objasněn. Teoreticky by takové maso mělo být prosté několika výrobních faktorů, jako je dostupnost pastvin, půda pro výrobu krmiva, povětrnostní podmínky a vegetační období (Treich, 2021). Mezi další výhody patří zejména vyšší produkční rychlost, recyklace růstového média a vertikální produkční systémy (Rubio et al., 2020). Živočišná produkce v současné době zabírá přibližně 70 % orné půdy a produkuje kolem 14 % skleníkových emisí (Grossi et al., 2019). Emisím vznikajícím v tomto systému výroby je přikládán vysoký význam. V přepočtu na kilogram konečného produktu vytváří mnohem více emisí než kilogram produktu rostlinného původu (Lynch and Pierrehumbert, 2019). Treich (2021) uvádí, že chov zvířat je také hlavním zdrojem ztráty biodiverzity. V souvislosti s chovem je zkrmováno velké množství krmiv a spotřebováno nezanedbatelné množství vody. Kumar et al. (2021) uvádí, že v období od roku 2001 do 2010 bylo využito přibližně 40 % vyprodukovaných obilovin pro krmení zvířat. Samotná produkce a následné zpracování masa na jatkách a bourárnách vyžaduje také značné množství energie. Očekává se, že po optimalizaci technologických postupů bude energie potřebná pro výrobu kultivovaného masa daleko nižší (Rubio et al., 2020).

Dalším často diskutovaným tématem v souvislosti se zemědělstvím je vznik nemocí. Je známo, že velká většina infekčních onemocnění vzniká opakovaně v chovech zvířat. Kontaminace na jatkách a následné patogeny vyskytující se v potravinách, jako je Salmonella, Campylobacter a E. coli, mohou pocházet rovněž z živočišných zdrojů (Treich, 2021). Sergelidis (2019) konstatuje, že pro růst „in vitro“ masa bude zapotřebí využívat vhodného růstového média, ideálně tak, aby neobsahovalo živočišné složky. Tím se eliminují cesty pro přenos nemocí. Zvířata chovaná ve vymezeném prostoru jsou náchylná na přenos nákaz a prostředky vynaložené na jejich léčbu zahrnují použití antibiotik. V důsledku nemoci pak také často ekonomické ztráty. Nástup propuknutí nemocí v chovech je obvykle rychlý proces, proto jsou systematicky a lokálně podávány antimikrobiální látky. Podávány jsou pro prevenci u drůbeže, na mléčných farmách či u prasat po odstavu (Thakur a Panda, 2017). Antimikrobiální látky lze použít pouze za přísných podmínek. Například pro drůbež je možné je použít pouze jako zvláštní metodu nebo v mimořádných situacích. K ošetření musí být použity pouze látky registrované ÚSKVBL (Ústav pro státní kontrolu veterinárních biopreparátů a léčiv), často pod dohledem a souhlasem SVS. V souvislosti s podáváním těchto látek vzniká u zvířat antimikrobiální rezistence. Kultivace buněk s cílem vytvořit maso, jsou naopak vysoce kontrolovány. Laboratorní přesně definované podmínky by měly zajistit bezpečnou potravinu (Chriki and Hocquette, 2020). Existují však obavy spojené se vznikem

genetických změn či genetické nestability. Hrozbou je rovněž vznik rakovinných buněk při kultivaci (Chen et al., 2022).

Etické důvody jsou jedny z mnoha důvodů proč produkovat kultivované maso. Jeho produkce slibuje dobré životní podmínky pro jatečná zvířata zejména během chovu, přepravy a porážky (Kumar et al., 2017). Rubio (2020) pro získávání buněk potřebných pro kultivaci definuje zvířata jako „animal donors“, přičemž buňky jsou odebrány veterinárním lékařem v anestezii. Chriki and Hacquette (2020) uvádí jako další problém to, že „in vitro“ maso vyžaduje pro výrobu kultivačního média fetální bovinní sérum, které je vyrobeno z poraženého telete. Dobré životní podmínky zvířat by tedy nemusely být tak výrazně vyzdvihovány.

Senzorické parametry

Maso důležitým zdrojem vysoce kvalitních bílkovin, obsahující všechny esenciální aminokyseliny, je zdrojem řady dalších látek-lipidů, minerálů, vitamínů, bioaktivních sloučenin atd. V širším slova smyslu definované jako všechny požitelné části těla živočichů určené k lidské výživě. Po porážce se svaly zvířete přemění na maso složitým biochemickým procesem. Dochází mimo jiné ke změnám na bílkovinách a změně pH. Pokud v kultivovaném mase nedochází k podobným post mortálním procesům, pak není biochemicky podobné s konvenčním (Fraeye et al., 2020). Navíc se svalová vlákna tvořená mimo jiné typicky aktinem a myosinem, v kultivovaném mase nachází v jiné formě (Thorrez and Vandeburgh, 2019). Post mortální změny a zrání masa mají vliv na křehkost, texturu a chuť. Je známo, že tyto parametry jsou silně závislé na druhu zvířete a typu masa nebo výrobku. Vnímání chuti masa je často více o struktuře než o molekulách chuti. Hlavním přispěvatelem k rozvoji chuti je tuk, díky různým druhům mastných kyselin (Arshad et al., 2018). Přirozeně se vyskytující intramuskulární tuk je ve vnímání chuti přínosem. Tento senzorický atribut by měl být zahrnut i při navrhování technologie kultivace buněk. Tukové buňky je třeba kultivovat společně, aby se zvýšily chuť, textura a jemnost přírodního masa (Sergelidis, 2019). Jako první výrobek, který je z buněčných kultivací vyroben, je napodobenina mletého masa. Napodobit mleté nebo mělněné výrobky bude snazší, než produkovat kultivované maso texturou připomínající čerstvé maso (Fraeye et al., 2020).

Přijatelnost mezi konzumenty

Studie z Německa posuzovala ochotu 718 mladých lidí (děti a dospívající) konzumovat kultivované maso a jedlý hmyz. Výrobkem byl fiktivní burger, který měli respondenti hodnotit. Hmyz byl s kultivovaným masem hodnocen podobně (Dupont and Fiebelkorn, 2020). Podobnou studii provedli také v Itálii, kde bylo méně respondentů (525) zato ve věku od 25 do 65 let. Ze shromážděných dat vyplynulo, že více než polovina (54 %) dotázaných by byla ochotna kultivované maso vyzkoušet. Z dotazníků vyplývá, že mladí do 25 let se ke kultivovanému masu staví daleko příznivěji než ostatní hodnotitelé (Mancini and Antonioli, 2019). V Číně se průzkumu zúčastnilo více než 1000 lidí. Výsledky i tady ukázaly, že lidé byly ochotni kultivované maso vyzkoušet, a to až v celkové výši 70 % dotázaných. Poté, co se respondenti dozvěděli více informací, bylo hodnocení změněno a z 22 % bylo proti konzumaci pouze 12 % (Zhang et al., 2020). Tento výsledek ukazuje na důležitost informovanosti jako nástroje pro zlepšování spotřebitelských postojů. Maso „in vitro“ vyvolává kromě etických otázek, také otázky náboženské. Různé názory panují mezi židovskými a muslimskými konzumenty. Většina

se přiklání k názoru, že je třeba identifikovat zdroj buněk, jež mají být použity pro kultivaci (Chriki and Hocquette, 2020).

Veřejné mínění spojené s psychologickou bariérou je pro vývoj nových potravin klíčové. Jednou z obav, kterou spotřebitelé uváděli v souvislosti s kultivovaným masem, byla ta, že takový výrobek jim připadal nepřirozený (Wilks et al., 2021). Souhrnné vyhodnocení 26 studií zabývajících se přijatelností kultivovaného masa spotřebitelem uvádí Bryant and Barnettová (2020). Z hodnocení vyplývá, že většina lidí vidí v konzumaci kultivovaného masa spíše společenské výhody než ty osobní. V konečném důsledku však budou chuť a cena hlavními determinanty úspěchu mezi spotřebiteli.

Ekonomické aspekty

Průmyslová výroba kultivovaného masa je spojena s několika ekonomickými výzvami. Aktuálně používané bioreaktory pro výrobu kultivovaného masa nemají velkou výrobní kapacitu. Zvýšení produkce by vyžadovalo návrh nových technologií a řešení souvisejících problémů s rozšířením bioreaktorů. Mimo jiné jsou náklady na samotnou výrobu zatím velmi vysoké (Chen et al., 2022). Cenu zahrnují především nákladná kultivační média z bovinního séra. Z tohoto důvodu se hledají nové alternativy, které by toto médium nahradily. Jednou z možností se jeví být použití média rostlinného charakteru. Cena prvního hamburgeru byla v roce 2013 asi 300 000 USD, nyní by jeho cena měla být přibližně 9 USD. V porovnání s běžným hamburgerem je tato cena stále velmi vysoká (Chriki and Hocquette, 2020). Vyvinutá náhrada kuřecího masa vypěstovaná v bioreaktoru se prodává v Singapuru za cenu ještě vyšší, a to 23 USD. Údajně se objevila už v 1880 restauračních řetězcích (Kumar et al., 2021). O prodeji takových výrobků zatím žádná vědecká publikace nepojednává.

Pokud jsou spotřebitelé ochotni vyzkoušet či dokonce konzumovat takové maso pak bylo namísto dotazovat se na cenu, za kterou by jej koupili. V Číně bylo provedeno dotazníkové šetření. Údajně by spotřebitelé byli ochotni platit o 2,2 % více než je cena konvenčního masa (Zhang et al., 2020).

Legislativa

Pokud bude výrobní technologie schopna uvádět kultivované maso na trh, bude nutné zajistit jeho bezpečnost na všech úrovních. Splňovat obecné potravinové právo Evropské Unie: Nařízení (ES) č. 178/2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky. Stejně jako jakýkoli jiný proces výroby potravin musí splňovat mikrobiologická kritéria, zavést systém HACCP apod. Obdobně jako jedlý hmyz bude muset projít schvalovacím procesem Evropského úřadu pro bezpečnost (EFSA), který vydává stanovisko na základě hodnocení jeho bezpečnosti. Pokud nebyl potravinářský produkt uveden na trh před 15. květnem 1997, považuje se dle Nařízení č. 2015/2283 za novou potravinu. Katelings et al. (2021) uvádí, že by kromě zařazení in vitro masa do nových potravin a splnění podmínek, by mělo dodržovat také legislativu v souvislosti s geneticky modifikovanými potravinami. Geneticky modifikovaný organismus nebo potravinový výrobek pocházející z GMO může být na trh uveden až po schválení.

Závěr

In vitro maso vzniká jako nová potravina konkurenční ke konvenčnímu masu. Produkována je na základě znalostí tkáňového inženýrství a ve světě byl první prototyp představen v roce 2013 v Singapuru s astronomickou cenou. Málo znalostí o tomto výrobku vede k obavám v souvislosti s bezpečností potravin. Tyto obavy zatím

přehlušuje řada pozitiv, které se zaměřují především na příznivý dopad na životní prostředí. Zásadní otázkou zůstává, zdali bude „in vitro“ maso přijato mezi spotřebiteli nebo bude bráno jako něco nepřírodního.

Literatura

- Arshad, M.S., Sohaib, M., Ahmad R.S., Nadeem, M.T. Imran, A., Arshad, M.U., Kwon, J.H., Amjad, Z. *Ruminant meat flavor influenced by different factors with special reference to fatty acids*. 2018. B.m.: BioMed Central Ltd. ISSN 1476511X. Dostupné z: doi:10.1186/s12944-018-0860-z
- Chen, L., Guttieres, D., Koenigsberg, A., Barone, P.W., Sinskey, A.J. Springs, S.L. Large-scale cultured meat production: Trends, challenges and promising biomanufacturing technologies. *Biomaterials*. 2022, 280, 121274. ISSN 18785905. Dostupné z: doi:10.1016/j.biomaterials.2021.121274
- Chriki, S., Hocquette, J.F. *The Myth of Cultured Meat: A Review*. 2020. ISSN 2296861X. Dostupné z: doi:10.3389/fnut.2020.00007
- Dupont, J., Fiebelkorn, F. Attitudes and acceptance of young people toward the consumption of insects and cultured meat in Germany. *Food Quality and Preference*. 2020, 85, 103983. ISSN 0950-3293. Dostupné z: doi:10.1016/J.FOODQUAL.2020.103983
- Fraeye, I., Kratka, M., Vandeburgh, H., Thorrez, L. Sensorial and Nutritional Aspects of Cultured Meat in Comparison to Traditional Meat: Much to Be Inferred. *Frontiers in Nutrition*. 2020, 7, 35. ISSN 2296861X. Dostupné z: doi:10.3389/fnut.2020.00035
- Grossi, G., Goglio, P., Vitali, A., Williams, A.G. Livestock and climate change: Impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers*. 2019, 9(1), 69–76. ISSN 21606064. Dostupné z: doi:10.1093/af/vfy034
- Ketelings, L., Kremers, S., De Boer, A. The barriers and drivers of a safe market introduction of cultured meat: A qualitative study. *Food Control*. 2021, 130, 108299. ISSN 09567135. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodcont.2021.108299
- Kumar, P., Sharma, N., Sharma, S., Mehta, N., Verma, A.K., Chemmalar, S., Sazili, A.Q. *In-vitro meat: A promising solution for sustainability of meat sector*. 2021. B.m.: Korean Society of Animal Sciences and Technology. ISSN 20550391. Dostupné z: doi:10.5187/jast.2021.e85
- Kumar, P., Chatli, M.K., Mehta, N., Singh, P., O. P. Malav, O. P. Verma, A.K. Meat analogues: Health promising sustainable meat substitutes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2017, 57(5), 923-932. ISSN 1040-8398. Dostupné z: doi:10.1080/10408398.2014.939739
- Lynch, J., Pierrehumbert, R. Climate Impacts of Cultured Meat and Beef Cattle. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2019, 3(5). ISSN 2571581X. Dostupné z: doi:10.3389/fsufs.2019.00005
- Mancini, M.C., Antonioli, F. Exploring consumers' attitude towards cultured meat in Italy. *Meat Science*. 2019, 150, 101–110. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2018.12.014
- Rubio, N.R., Xiang, N., Kaplan, D.L. *Plant-based and cell-based approaches to meat production*. 2020. ISSN 20411723. Dostupné z: doi:10.1038/s41467-020-20061-y
- Sergelidis, D. Lab Grown Meat: The Future Sustainable Alternative to Meat or a Novel Functional Food? *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*. 2019, 17(1). Dostupné z: doi:10.26717/bjstr.2019.17.002930
- Thakur, S.D., Panda, A.K. *Rational use of antimicrobials in animal production: A*

prerequisite to stem the tide of antimicrobial resistance. 2017. ISSN 00113891. Dostupné z: doi:10.18520/cs/v113/i10/1846-1857

Thorrez, L., Vandeburgh, H. 2019. *Challenges in the quest for 'clean meat'*. 2019. ISSN 15461696. Dostupné z: doi:10.1038/s41587-019-0043-0

Treich, N. Cultured Meat: Promises and Challenges. *Environmental and Resource Economics*. 2021, 79(1), 33–61. ISSN 15731502. Dostupné z: doi:10.1007/s10640-021-00551-3

Van Huis, A., Oonincx, D.G.A.B. *The environmental sustainability of insects as food and feed. A review*. 2017. B.m.: Springer-Verlag France. ISSN 17730155. Dostupné z: doi:10.1007/s13593-017-0452-8

Wilks, M., Hornsey, M., Bloom, P. What does it mean to say that cultured meat is unnatural? *Appetite*. 2021, 156, 104960. ISSN 10958304. Dostupné z: doi:10.1016/j.appet.2020.104960

Zhang, M., Lei, L., Bai, J. Consumer acceptance of cultured meat in urban areas of three cities in China. *Food Control*. 2020, 118, 107390. ISSN 09567135. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodcont.2020.107390

Kontaktní adresa

Mgr. Martina Pečová, VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: pecovam@vfu.cz.

Stabilita a prežívanie autochtónneho, mundtícin-like produkujúceho kmeňa *Enterococcus mundtii* EM ML2/2 v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka

Stability and surviving of autochthonous mundtícin-like producing strain *Enterococcus mundtii* EM ML2/2 in ewe-goat milk yoghurts

Pogány Simonová, M., Focková, V., Lauková, A.
Centrum biovied SAV v.v.i. ÚFHZ, Košice, Slovensko

Súhrn

Aj keď je pohľad na enterokoky kontroverzný, je potrebné pristupovať ku každému prospešnému kmeňu v rámci rodu *Enterococcus* individuálne a zhodnotiť jeho bezpečnosť. V tejto práci bol v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka testovaný na stabilitu a prežívanie mundtícin-like produkujúci, prospešný, autochtónny kmeň (izolovaný zo surového kozieho mlieka) *Enterococcus mundtii* EM ML2/2. Kmeň síce dostatočne kolonizoval jogurt z ovčieho-kozieho mlieka, avšak jeho prežívanie bolo nestabilné, aj keď hodnoty pH neboli negatívne ovplyvnené.

KLúčové slová: *mundtícin-like, Enterococcus mundtii, stabilita, jogurt, prežívanie*

Abstract

Although enterococci are supposed to be controversial bacteria, it is requested to assess safety of each one potential beneficial strain in the framework of the genus *Enterococcus* individually. In this study was tested mundtícin-like producing, beneficial, autochthonous strain (isolated from raw goat milk) *Enterococcus mundtii* EM ML2/2 in ewe-goat milk yoghurts for its stability and surviving. The strain sufficiently colonized yoghurt; however, its surviving in yoghurt was unstable, although pH values were not negatively influenced.

Key words: *mundtícin-like, Enterococcus mundtii, stability, yoghurt, surviving*

Úvod

Hoci sú enterokoky súčasťou skupiny kyselín mliečnu produkujúcich baktérií (KMPB) a vyskytujú sa v produktoch, všeobecný pohľad na rod *Enterococcus* je kontroverzný. Je to z toho dôvodu, že by mohli obsahovať gény pre faktory virulencie. Na druhej strane však mnohé neklinické kmene, najmä autochtónne vykazujú viaceré prospešné vlastnosti, a tak jednotliví prospešní zástupcovia sú pre ďalšie aplikačné využitie posudzovaní z hľadiska absencie génov pre faktory virulencie a na základe detegovania ich prospešných vlastností (Franz et al., 2011, Lauková et al., 2020). Medzi takéto vlastnosti patrí i produkcia substancií s antimikrobiálnym účinkom proti viac či menej príbuzným baktériám, ktoré sú bielkovinovej povahy a sú nereziduálne (Franz et al., 2007). Kmeň *Enterococcus mundtii* EM ML2/2 bol izolovaný zo surového kozieho mlieka. Je to kmeň citlivý ku antibiotikám, bez schopnosti formovať biofilm a je nehemolytický. Neprodukuje škodlivé enzýmy a je želatináza a deoxyribonukleáza-negatívny (Lauková et al., 2020). Prospešnou vlastnosťou tohto kmeňa je dostatočná tolerancia pre nízke pH ako aj tolerancia 5 % obsahu žlče v médiu. Navyše, kmeň EM ML 2/2 má značný bakteriocínový potenciál. Produkuje stabilnú bakteriocínovú substanciu. Preukázaný bol aj jeho dostatočný rast v polotučnom kravskom mlieku (Lauková et al., 2020).

Preto cieľom tejto práce bolo otestovanie jeho stability a prežívania v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka, z hľadiska testovania jeho ďalších vlastností a možného využitia, keďže napr. aj bezpečný kmeň (podľa kritérií EFSA) *E. faecium* K77D je v severských krajinách používaný ako štartovacia kultúra vo fermentovaných mliekarenských produktoch (Lauková, 2019).

Materiál a metodika

V experimente bol použitý rifampicínom značený variant kmeňa EM ML2/2 pre odlišenie od ostatnej mikrobioty, Lauková et al., 2023). Kmeň bol aplikovaný v lyofilizovanej/enkapsulovanej forme (10^7 KTJ.ml⁻¹) do jogurtov z ovčieho-kozieho mlieka z obchodnej siete. Pred aplikáciou boli jogurty skontrolované na nežiaducu mikrobiotu za použitia krvného agaru. Po inokulovaní boli jogurty umiestnené v chladničke a následne boli odoberané vzorky ako z kontrolných jogurtov, tak i z experimentálnych po 24 h, na 7. a 10. deň (najčastejšie deklarovaný čas expirácie). Sledované boli počty kmeňa EM ML 2/2 na BHI agare (Difco, USA) s rifampicínom (100 µg.ml⁻¹). Celkové počty kyseliny mliečnu produkujúcich baktérií (KMPB) boli detegované na MRS agare (Merck, Nemecko). Počty baktérií boli vyjadrené v kolónie tvoriacich jednotkách na g (KTJ.g⁻¹) log 10. Merané boli aj hodnoty pH pomocou pH metra Checker (pH Instruments Inc. USA).

Výsledky a diskusia

Iniciálny jogurt mal pH 3,74 a celkové počty KMPB dosahovali 3,30 KTJ.g⁻¹. V Experimentálnom-E jogurte bolo namerané po 24 h pH 4, 22 (Tabuľka 1), teda mierne zvýšená hodnota; avšak na 7. a 10. deň v podstate hodnoty boli na úrovni iniciálnej a vyrovnané v E vzorke aj v kontrolnej-K vzorke jogurtu. Dá sa teda konštatovať, že hodnoty pH neboli negatívne ovplyvnené. Z hľadiska kmeňa EM ML 2/2, ten po 24 h dosahoval vysoké hodnoty (4,1 KTJ.g⁻¹, log 10) a na 7. deň došlo ku značnému poklesu o 2 log cykly (2,26 KTJ.g⁻¹, log 10); na 10. deň to už bolo len menej ako 10¹ KTJ.g⁻¹. Teda kmeň EM ML2/2 síce dosahoval vysoké počty po inokulácii, ale nebol v jogurte dostatočne stabilný. Na rozdiel napr. od kmeňov laktobacilov, ktoré boli stabilnejšie (Lauková et al., 2023). Počty ostatných KMPB boli po 24 h vyššie vo vzorkách E aj K jogurtov, na 7. deň bola zaznamenaná ich redukcia takmer o 2 log cykly, čo môže byť pravdepodobne spôsobené súbežným pôsobením kyseliny mliečnej a bakteriocínu mundticínu-like, ktorý je kmeňom produkovaný a tieto počty ostatných KMPB ostali rovnaké aj na 10. deň ako v E, tak i v K jogurtoch. Porovnajúc s predchádzajúcimi našimi prácami sa dá zhrnúť, že síce kmeň EM ML2/2 dostatočne kolonizoval jogurt z ovčieho-kozieho mlieka, ale tieto počty pomerne rýchlo klesali, a preto v porovnaní s kmeňmi napr. *Lacticaseibacillus paracasei* LP 12/1 alebo *Lactiplantibacillus plantarum* LP17L/1 bol málo stabilný v jogurte. Keďže u tohto kmeňa nás zaujíma jeho mundticín-like substancia, kmeň bol aj osekvenovaný a je uložený v GenBanku pod prístupovým číslom (EM2/2) ON090425.

Tabuľka 1: Stabilita a prežívanie prospešného, mundicín-like produkujúceho kmeňa *Enterococcus mundtii* EM ML2/2 v jogurte z ovčieho-kozieho mlieka (vyjadrené v KTJ.g⁻¹ log 10)

Odbery	pH	EM ML2/2	KMPB
E/24h	4,22	4,0	5,1
K/24h	3,80	nt	5,1
E/7. deň	3,80	2,26	3,47
K/7. deň	3,61	nt	3,78
E/10.deň	3,73	<1,0	4,0
K/10.deň	3,86	nt	3,47

E-experimentálny jogurt, K-kontrolný jogurt, nt-netestovaný, odber po 24 h, na 7. deň a na deň 10, KMPB-kyselinu mliečnu produkujúce baktérie

Záver

Mundticín-like produkujúci, autochtónny kmeň *E. mundtii* EM ML2/2 síce preukázal dostatočnú kolonizáciu v jogurtoch z ovčieho-kozieho mlieka, ale zároveň tieto počty rýchlo klesali počas desiatich dní v porovnaní s podanými kmeňmi laktobacilov v našich predchádzajúcich štúdiách. Z hľadiska sledovania aktivity jeho substancie je to kmeň zaujímavý, a keďže jeho taxonomické začlenenie bolo potvrdené aj sekvenáciou bol uložený v GenBanku pod prístupovým číslom ON090425.

Literatúra

- Franz, CH. M. A. P., van Belkum, M. J., Holzapfel, W. H., Abriouel, H., Gálvez, A. 2007. Diversity of enterococcal bacteriocins and their grouping in a new classification scheme. *FEMS Microbiol. Rev.* 31, 293-310.
- Franz, CH. M. A. P., Huch, M., Abriouel, H., Holzapfel, W. H., Gálvez, A. 2011. *Enterococci* as probiotics and their implications in food safety. *Int. J. Food Microbiol.* 151, 125-140.
- Lauková, A. 2019. Probiotic enterococci, their enterocins and their use in animals. In *Lactic acid bacteria, Microbiological and Functional aspects Fifth Edition*, CRC Press, Taylor and Francis group, Boca Raton London New York, Chapter 8, Ed. Gabriel Vinderola, A.C. Ouwehand, S. Salminen, A. von Wright, pp. 109-125, ISBN 978-0-8153-6648-5
- Lauková, A., Focková, V., Pogány Simonová, M. 2020. *Enterococcus mundtii* isolated from Slovak raw goat milk and its bacteriocinogenic potential. *Int. J. Environ. Res. Pub. Health.* 17, 9504, doi:10.3390/ijerph17249504
- Lauková, A., Pogány Simonová M., Kandričáková, A. 2023. Stabilita a prežívanie prospešných bakteriocín-produkujúcich kmeňov v mliekarenských produktoch (Stability and surviving of beneficial, bacteriocin-producing strains in dairy products). Proceedings of lectures and posters from the International scientific conference *Hygiena Alimentorum XLIII*, 10.-12. May 2023, Štrbské Pleso, Slovakia, Ed. Bodnárová Libuša, ŠPVS a UVLF, pp. 55-58. ISBN 978-80-8077-787-6

PodĎakovanie

Výsledky boli dosiahnuté v rámci projektov APVV-20-0204 a APVV-17-0028. Ďakujeme pani Dane Melišovej za laboratórnu pomoc. Taktiež ďakujeme MVDr.

Mariánovi Maďarovi, PhD z UVLF v Košiciach za pomoc pri sekvenovaní. Vďaka patrí aj RNDr. Rastislavovi Muchovi PhD z Neurobiologického ústavu v.v.i. SAV (Košice) Biomedicínskeho centra v.v.i. SAV za pomoc pri uložení kmeňa v GenBanku.

Kontaktná adresa

MVDr. Monika Pogány Simonová, PhD., Centrum biovied SA, v.v.i., Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice, Slovensko, email: simonova@saske.sk.

**Analýza chemických parametrov Cascara *Coffea arabica* s ohľadom
na rôzne druhy posklizňového spracovania**
*Analysis of chemical parameters of Cascara *Coffea arabica* regarding
the different post-harvest processing*

Poláková, K., Bobková, A., Demianová, A., Bobko, M., Jurčaga, L.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Souhrn

Potravinový odpad vzniká v potravinovom dodávateľskom reťazci na celom svete, vrátane výroby, skladovania, prepravy, spracovania, u maloobchodníkov, v reštauráciách a v domácnostiach. Práve preto je potrebné zhodnocovať potravinový odpad a vedľajšie produkty. Cieľom tohto výskumu bolo vykonať chemické analýzy vedľajších produktov kávy Cascara, ktoré na základe výsledkov predstavujú potenciál využitia v potravinovom priemysle. Tento výskum prezentoval výsledky chemických parametrov (aktivita vody, pH, sušina, celkový obsah polyfenolov, celková antioxidačná kapacita) rôzneho pozberového spracovania Cascara *Coffea arabica*.

Kľúčová slova: *Cascara, Coffea arabica, pozberové procesy, kávové vedľajšie produkty*

Abstract

Food waste is generated throughout the food supply chain worldwide, including production, storage, transport, and processing, at retailers, restaurants, and households. That is why it is necessary to evaluate food waste and by-products. The aim of this research was the chemical analysis of Cascara coffee by-products, which, based on the results, represent the potential for use in the food industry. This research results of chemical parameters (water activity, pH, dry matter, total polyphenols content, total antioxidant capacity) of different post-harvest processing of Cascara *Coffea arabica*.

Key words: *Cascara, Coffea arabica, post-harvest process, coffee co-products*

Introduction

Agro-food waste (AFW) currently becoming a global issue with significant environmental and economic ramifications. AFW could be classified as food waste created during or before processing and food waste created after processing (Kour et al., 2023). The coffee industry is a significant contributor to producing coffee co-products (Murthy and Naidu, 2012). Harvesting and processing of coffee cherries generate large amounts of coffee co-products that are typically non-used, and this fact has a negative effect on the environment causing ecological problems in the respective coffee-producing countries (Dorsey and Jones, 2017). Scientific articles and professional literature have reported on the chemical composition of coffee co-products varies considerably depending on the geographical and botanical origin of coffee cherries, coffee variety different post-harvest processing steps, and type of by-products (Soares, 2021). Based on the view of a circular economy, co-products from coffee bean processing have become a valuable raw material in other industries and can be used in other industries or processes such as composting, bio-energy generation, or the production of animal feed (Nahman and Lange, 2013; Skorupa et al., 2022).

However, based on the potential bioactive and chemical composition of coffee co-products can be used in an application in food (Bobková et al., 2022). Coffee cherry consists of five different layers which protect the seed. These layers must be removed to

collect the green coffee beans. From outside to inside coffee cherries, are composed of the skin (exocarp or epicarp), the pulp (mesocarp), the parchment (endocarp), the silverskin (chaff), two green seeds (green beans, endosperm) (Heeger et al. 2017; Galanakis et al., 2017; Hoseini et al., 2021). Cascara is the first main coffee co-product of coffee industry, and it consists of skin, pulp, the parchment. After de-pulping, this by-product is normally dehydrated in the sun for 21 days to reduce its moisture to 10% (DeHond et al. 2020). Although all methods aim at removing the outer layer of coffee cherry, they do it in different ways. Coffee post-harvest processing includes three methods which are used. These methods are dry, wet, and semi-dry processing (Castanheira, 2020). In several countries such as Ethiopia, Hawaii, Bolivia, and Yemen, the skin of the coffee pulp is a beverage in the form of herbal tea known as cascara tea. Cascara has a characteristic flavor and aroma. Typically for this beverage is the sweetness combined with the sour and slightly bitter taste. Other benefits of this beverage are chemical composition like high antioxidant content and source of polyphenols (Prono-Widayat, 2021). Based on the potential composition of Cascara can be use in meat industry. Choosing a suitable method of coffee cherries processing is one of the first steps that can significantly affect the final product of cascara. The final quality of cascara is thus dependent on the different post-harvest processing and choosing a suitable method for processing. Thus, the objective of this study was to evaluate how post-harvest processing and different method affects the selected observed parameters (dry matter, water activity, pH, TAC and TPC).

Materials

For this research, Cascara samples of *Coffea arabica* were obtained from different post-harvest processes (dry method and fully washed method). A total of 4 samples from multiple continents were used. Specifically, 2 samples were obtained dry method processing from Panama and Costa Rica, varieties Maragogype and Caturra. These samples were harvested within the altitude range 1300 –1800 mamsl. The next set of samples were 2 Cascara samples obtained by fully washed method from Panama and Costa Rica of varieties Caturra and Maragogype. Samples were harvested in the 1300- 1800 mamsl range. A detailed description of the samples is shown in Table 1.

Table 1: Detailed description of analyzed samples.

ID	Cultivar	Date of harvest	Post- harvest process	Altitude	Geographical origin	Variety
1	C. arabica	2020	Dry	1300 mamsl	Ranama	M
2				1300 – 1800 mamsl	Costa Rica	C
3			Fully washed	1650 mamsl	Panama	C
4				1500 mamsl	Costa Rica	M

Note C. arabica - *Coffea arabica*; mamsl: meters above mean sea level; M – Maragogype; C- Caturra

Methods

Extract preparation

All samples of Cascara were first homogenized by milling using electrical equipment Grindomix GM 200 (Retsch, Haan, Germany) for 60 s at 10,000 rpm. Cascara (7g) samples were extracted using deionized water (120 mL) at a temperature of 95 °C. Samples were extracted for 5 minutes with occasional stirring. Extraction was followed

by filtration through Sartorius filter paper (Sartorius Lab Instruments GmbH & Co. KG, Nottingham, Germany). Final extracts were used in individual analyses.

Determination pH, Dry matter % and a_w

The pH was determined in Cascara extracts at a temperature of 20 °C. For the determination, equipment pH 70 portable pH-meter (XS Instruments, Italy) was used. Dry matter was determined using instrument by a moisture analyzer brand KERN DAB 100-3 (KERN & SOHN GmbH, Balingen, Germany). The value of this parameter was expressed in %. The weight of the samples used was 5g and drying program used a temperature of 110°C. For the determination water activity was used Water Activity Meter Fast-Lab (Germany) of all observed samples of Cascara The measurement was performed in three replicates individually for each Cascara extracts.

Determination of total antioxidant capacity (TAC) and total polyphenols content (TPC)

Total Antioxidant Capacity was determined using the radical-scavenging method by Brand-Williams (1995) with DPPH radical -2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (Sigma-Aldrich). Total phenolic content was determined by Folin–Ciocalteu reagent method according to Fu et al. (2011).

Statistical analyses

For summarizing our results was used descriptive analysis. ANOVA Duncan test and REGWQ were used to evaluate any possible differences between samples and determined parameters. LDA was used to visualize differences between the content of TPC and TAC in samples. All statistical analyses were performed using Microsoft Office Excel 365 for Windows (XLSTAT Addinsoft, statistical and data analysis solution, 2021, New York, NY, USA Microsoft Office Excel 365 pre iOS a Addinsoft 2022 (XLSTAT New York, USA).

Results and Discussion

The results of this study provide an overview and discussion of each determined parameter. Information contained in Table 2 describes different measured parameters (pH, dry matter and water activity).

Table 2: Average value chemicals parameters of Cascara samples considering groups of processing

ID	pH	Dry matter (%)	a_w
1	4.243 ^a	88.790 ^a	0.494 ^c
2	4.193 ^a	86.610 ^b	0.479 ^d
3	3.583 ^c	85.433 ^c	0.713 ^a
4	3.905 ^b	84.453 ^d	0.704 ^b

Note: a, b, c, d = groups within a column with different superscripts differ significantly at $p \leq 0.05$.

Samples number 1, and 2 are processed by the dry method, and sample 3,4 was processed by the fully washed post-harvest method. The measured pH values of Cascara of different post-harvest processing show that samples processed dry method was a higher value of pH than samples processed fully washed method. Also, we can observe significant differences between samples regarding using the method. Based on the value of dry

matter our observation is that samples processed fully washed method has lower value of dry matter that samples processed dry method. Water activity was significantly higher for samples that were processed fully washed method. The study of Prono-Widayat (2021) determined the average value of cascara beverage 5.23. Prono-Widayat (2021) analyzed fermented cascara beverages based at different times and their results showed pH value of cascara tea fluctuates during the fermentation based on the time. The coffee cherry out layers itself is basically acidic because of the presence of organic acids this statement confirms our results based on measuring the pH value of the cascara extracts which is indeed in acidic conditions (Prono-Widayat et al., 2021; Maharani et al., 2021). The dry matter content of our samples was 84.453-88.790 %. Higher values were in Cascara processed by the dry method. Similar findings are reported in the technical report on the safety of dried coffee husk (Cascara) from *Coffea arabica L.* as a novel food according to Regulation (EU) 2015/2283 (EFSA, 2021), at 83.5-87.9 %. Other values of dry matter content for Cascara, which can be compared with our findings, are given by the authors (Braham and Bressami, 1979) in the range of 87.4-92.1 %. Kristanti et al. (2022) states the dry matter content or humidity affects the processing method, fermentation (time and temperature), and the presence of microorganisms. Tran et al. (2020) state that Cascara has a high moisture content, so it is difficult to further use due to degradation and microbial contamination. Dehydration is therefore essential to minimize degradation and subsequently facilitate storage and transport. According to the technical report of EFSA (2021), the a_w value range of Cascara *Coffea arabica* is in the field of 0.476-0.546. Our results in samples processed fully washed method are slightly higher than those reported by EFSA. Still, this difference can be attributed to the application of the fully washed processing of Cascara. The information shown in Figure 1 describes the LDA map of determined parameters.

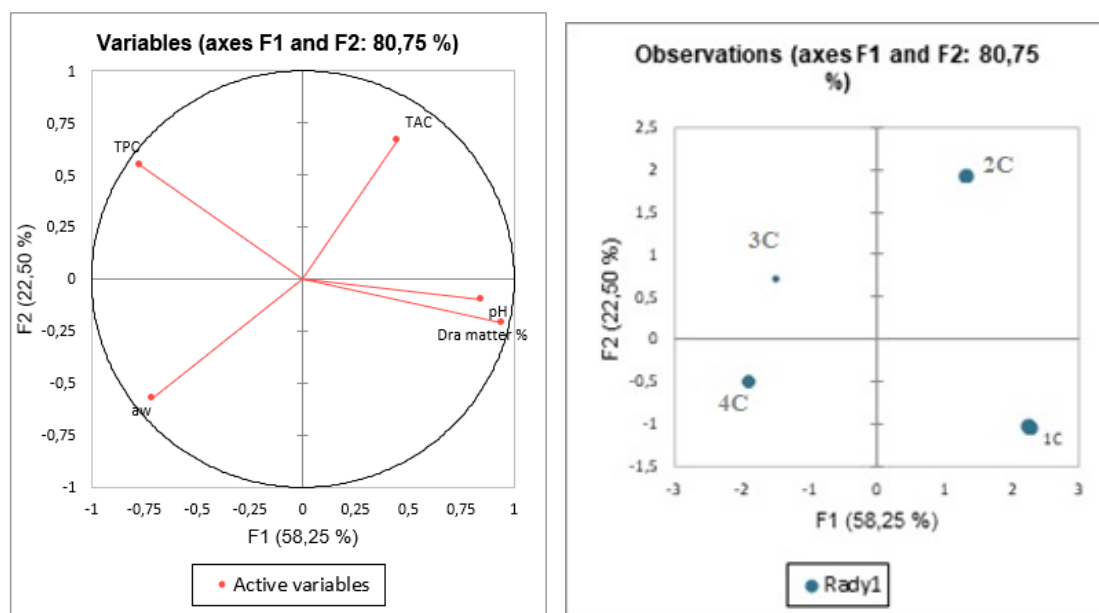


Figure 1 LDA map of determined parameters

As we can see in Figure 1, the most significant differences between individual groups are observable in all parameters. Based on our results, we can say that Cascara beverage is a source of TAC and TPC. Statistical analysis showed the differences affected by according to the method of processing based on the determined parameters. The a_w and

TPC were significantly observed in samples 3C, and 4C (method fully washed). On the other hand, TAC, pH, and dry matter were significantly observed in the samples processed by the dry method. Based on these results we can say that post-harvest processing can influence chemical parameters (Maharani et al., 2021; Heeger et al., 2017).

Conclusion

The samples of cascara obtained from different post-harvest processing showed significantly different contents of phenolic compounds and antioxidant capacity. Among the assessed samples, fully washed samples had the highest total polyphenol content. On the other hand, dry processing samples had a significant amount of TAC. Cascara underutilized by-product of coffee production can be valorized by producing a functional antioxidant beverage containing polyphenols. The results of this study information that cascara can be used in meat product production or to provide animal feed with a base on the content of TAC and TPC.

References

- Bobková, A., Poláková, K., Demianová, A., Belej, L., Bobko, M., Jurčaga, L., Gálik, B., Novotná, I., Iriundo-DeHond, A. & Castillo, M. D. del. 2022. Comparative Analysis of Selected Chemical Parameters of *Coffea arabica*, from Cascara to Silverskin. *Foods*, vol. 11, no. 8, p. 1082. <https://doi.org/10.3390/foods11081082>
- Braham, J. E., Bressami, R. 1979. *Coffee Pulp Composition, Technology, and Utilization*. Institute of Nutrition of Central America and Panama. ISBN: 0-88936-190-8. https://doanchuyenganh.weebly.com/uploads/5/3/5/8/53582365/book_coffee_pulp_composition_technology_and_utilization.pdf
- Castanheira, D. T. 2020. *Coffee - Production and Research*. ISBN 978-1-83880-885-3, p. 170. <https://10.5772/intechopen.82913>
- Dorsey, B. M. & Jones, M. A. 2017. Healthy components of coffee processing by-products. *Handbook of Coffee Processing By-Products*, pp. 27–62. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811290-8.00002-5>
- EFSA. 2021. Technical Report on the notification of dried cherry pulp from *Coffea arabica* L. and *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner as a traditional food from a third country pursuant to Article 14 of Regulation (EU) 2015/2283. *EFSA Supporting Publications*, 18(9). <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2021.en-6808>
- Galanakis, Ch. M. 2017. *Handbook of Coffee Processing By-Products*, 245–297. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-811290-8.00009-8>
- Heeger, A., Kosińska-Cagnazzo, A., Cantergiani, E. & Andlauer, W. 2017. Bioactives of 197 coffee cherry pulp and its utilisation for production of Cascara beverage. *Food Chemistry*, vol. 221, pp. 969–975. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.067>
- Hoseini, M., Cocco, S., Casucci, C., Cardelli, V. & Corti, G. 2021. Coffee by-products derived resources. A review. *Biomass and Bioenergy*, vol. 148, p. 106009. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106009>
- Iriundo-DeHond, A., Elizondo, A. S., Iriundo-DeHond, M., Ríos, M. B., Mufari, R., Mendiola, J. A., Ibañez, E., & del Castillo, M. D. 2020. Assessment of Healthy and Harmful Maillard Reaction Products in a Novel Coffee Cascara Beverage: Melanoidins and Acrylamide. *Foods*, vol. 9, no. 5, p. 620. <https://doi.org/10.3390/foods9050620>
- Soares, J. (Ed.). 2021. Decision letter for “Value-added products from waste: Slow pyrolysis of used polyethylene-lined paper coffee cup waste.” <https://doi.org/10.1002/cjce.24472/v1/decision1>
- Kour, R., Singh, S., Sharma, H. B., Naik, T. S. S. K., Shehata, N., N, P., Ali, W., Kapoor, D., Dhanjal, D. S., Singh, J., Khan, A. H., Khan, N. A., Yousefi, M., & Ramamurthy, P. C. 2023. Persistence and remote sensing of agri-food wastes in the environment: Current state and

- perspectives. *Chemosphere*, vol. 317, 137822. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.137822>
- Kristanti, D., Setiaboma, W., Ratnawati, L., & Sagita, D. 2022. Robusta coffee cherry fermentation: Physicochemical and sensory evaluation of fermented cascara tea. *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 46, no. 11. Portico. <https://doi.org/10.1111/jfpp.17054>
- Maharani, S., Mustikawati, I., Nailufhar, L., & Istiqomah, S. 2021. The effect of brewing time on pH values, polyphenols content, and antioxidant activities of coffee husk tea (cascara tea). *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1869, no. 1, 012050. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012050>
- Murthy, P. S., & Madhava Naidu, M. 2012. Sustainable management of coffee industry by products and value addition - A review. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 66, pp. 45–58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.06.005>
- Nahman, A., & de Lange, W. 2013. Costs of food waste along the value chain: Evidence from South Africa. *Waste Management*, vol. 33, no. 11, pp. 2493–2500. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2013.07.012>
- Prono-Widayat, H., Arpi, N., Andini, R., Muzaifa, M., & Gunawan, F. 2021. Chemical analysis of cascara tea from wine coffee processing with a different fermentation times. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 667, no. 1, 012104. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/667/1/012104>
- Skorupa, A., Worwąg, M., & Kowalczyk, M. 2022. Coffee Industry and Ways of Using By-Products as Bioadsorbents for Removal of Pollutants. *Water*, vol. 15, no. 1, p. 112. <https://doi.org/10.3390/w15010112>
- XLSTAT Addinsoft, statistical and data analysis solution. 2021, New York, NY, USA.
- Fu, L.; Xu, B.-T.; Xu, X.-R.; Gan, R.-Y.; Zhang, Y.; Xia, E.-Q.; Li, H.-B. Antioxidant capacities and total phenolic contents of 62 fruits. *Food Chem.* 2011, 129, 345–350. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.079>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT Food Sci. Technol.* 1995, 28, 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)

Funding

This research has been supported by The Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic, grant VEGA 1/0734/20, KEGA 024SPU-4/2021

Contact address

Ing. Katarína Poláková, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Trieda Andreja Hlinku 2, 94976 Nitra, e-mail: xpolakovak1@uniag.sk.

**Inovácia študijných programov potravinových oborů v rámci
mezinárodní spolupráce**
*Innovation of study programmes of food disciplines in the framework of
international cooperation*

Pospiech, M.¹, Golian, J.²

¹Veterinární univerzita Brno, ²Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Souhrn

Výuka potravinářských odvětví představuje strategicky významnou oblast, které zabezpečuje dostatečnou výrobu potravin pro obyvatelstvo, vysokou úroveň bezpečnosti potravinových výrobků a v neposlední řadě také produkci kvalitních a specifických potravin pro regionální oblasti nebo národní zvyklosti. Na evropské úrovni není výuka potravinářských oborů propojena, a proto v rámci projektu FoodInovo byly řešeny možnosti propojení výuky v České republice, Slovensku a Polsku. Realizace projektu naplnila vytýčené cíle a připravila model vhodné spolupráce mezi zapojenými institucemi a také celou řadu digitálních výstupů vhodných pro mezinárodní výuku a výuku prostřednictvím on-line modulů.

Klíčová slova: *FoodInovo, digitalizace, bezpečnost, kvalita, ERASMUS +*

Abstract

Food education is a strategically important area that ensures sufficient food production for the population, a high level of food safety and, last but not least, the production of quality and specific food for regional areas or national customs. At the European level, food education is not linked and therefore the FoodInovo project addressed the possibilities of linking education in the Czech Republic, Slovakia and Poland. The implementation of the project met the objectives and prepared a model for appropriate cooperation between the institutions involved, as well as a set of digital outputs suitable for international teaching and learning through online modules.

Key words: *FoodInovo, digitalization, safety, quality, ERASMUS +*

Úvod

Výuka bezpečnosti a kvality potravin probíhá v členských zemích na národních úrovních. Přičemž výsledky průzkumu potvrzují, že výuka na středních školách nedosahuje dostatečné úrovně a studenti nedosahují dostatečného pochopení zejména pro bezpečnost potravin, křížové kontaminace a zachování chladírenského řetězce (Silva et al., 2023). Proto je potřebné ve vzdělávání pokračovat na vysokých školách a univerzitách, aby byly naplněny základní předpoklady pro výrobu a produkci bezpečných potravin. V rámci mezinárodní spolupráce v rámci projektu FoodInovo si Česká republika, Slovensko a Polsko vytýčilo za cíl začlenit do výuky potravinářsky zaměřených studijních oborů společná témata a specifikace, tak aby studenti získali poznatky nejenom ze země, ve které studují, ale také z dalších zemí zapojených v projektu a také aby si rozšířili znalosti v rámci evropského potravinového práva používaných potravinových standardů. V projektu byly zapojeny jako hlavní řešitel Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, a jako spoluřešitelé byly Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Veterinární univerzita Brno, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie. Pro realizaci těchto cílů probíhali mezinárodní jednání na partnerských univerzitách, které zejména v začátcích projektu byly přesunuty do on-line formy z důvodu restriktivních

opatření v souvislosti s pandemií COVID. Projednáno bylo vhodné propojení pro pregraduální a postgraduální studijní obory, a byly domluveny vhodné digitální moduly pro zkvalitnění výuky na zapojených univerzitách. Kromě inovací ve výuce proběhly také výměnné mobility studentů s velkým zapojením praktické výuky v průmyslu. I když bylo v projektu plánováno více aktivit, s ohledem na úpravu rozpočtu projektu z grantové agentury ERASMUS + nebyly všechny realizovány.

Shrnutí výsledků projektu

Na realizaci se podílela celá řada odborníků dlouhodobě pracujících v potravinářském odvětví, zapojeni byli ale také externí specialisté a firmy, kterých praktické požadavky a aplikace představují důležité propojení praxe s výukou. Na realizaci i když zprostředkovaně se podíleli také studenti pregraduálních a postgraduálních studijních oborů, který poskytli důležitou zpětnou vazbu pro řešitele.

Zapojené univerzity se s ohledem na rozdílnou geografickou lokalitu a rozdílné politické situace vyvíjeli samostatně. Přístup k výuce proto vychází ze zažitých národních přístupů a zavedených standardů pro dané země. S ohledem na snahu naplnit myšlenku společné Evropy je v celé řadě případů výhodnější budovat a rozvíjet mezinárodní spolupráci a vzájemně se doplňovat v oblastech, které jsou mimo specializaci jednotlivých institucí. Pro naplnění tohoto konceptu byly provedeny následující kroky:

1. Konsolidace studijních profilů
2. Konsolidace obsahových náplní předmětů
3. Konsolidace společné vědecké činnosti
4. Konsolidace směrnic a doporučení pro doktorandské studijní programy
5. Konsolidace požadavků na digitalizaci
6. Konsolidace požadavků praxe
7. Konsolidace požadavků na internacionalizaci vzdělávání
8. Konsolidace požadavků na inovace výuky
9. Konsolidace požadavků na organizaci společných odborných a vědeckých setkání

Na základě konsolidace požadavků byly připraveny vhodné formy elektronických modulů tak, aby bylo možné zabezpečit mezinárodní přesah bez nutnosti dalších nákladů po skončení projektu. Význam konsolidace ve výuce potravinářských oborů je důležitý, protože představuje důležitou společenskou činnost. Zejména se jedná o zabezpečení výroby a prodeje potravin, ale také vývojem potravin, které splňují požadavky pro zdravé stravování, požadavky nových trendů ve výrobě potravin a také nových trendů ve složení potravin. Dalším přínosem mezinárodní konsolidace výuky je také podpora výměnných mobility obyvatel v rámci členských zemí, kde mohou bez obtíží využít znalosti dosažené ve své domovině.

Nezanedbatelným přínosem projektu je také popularizace potravinářských odvětví. Tento krok je důležitý pro inspiraci a motivaci mladých lidí, aby do potravinářského průmyslu vstoupili a také pro motivaci stávajících pracovníků, aby v této oblasti průmyslu zůstali. Potravinářský průmysl je dlouhodobě finančně podhodnocen a je pozorován ubýtek pracovních sil. Jiná forma motivace, ale také nabízení inovací je jednou z možností, jak tento stav zpomalit, případně zastavit nebo ideálně zvrátit. Pro popularizaci projektu proběhla řada konferencí, seminářů a mezinárodních setkání. Konference a semináře proběhli v Nitře, Brně, Krakově a ve Štrbském plesu, které zprostředkovala Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach. Cílem bylo kromě jiného zdůraznit význam hygieny v potravinářství a informovanosti v celé kaskádě pracovně právních

vztahů (od ředitele po pracovníky v přímém kontaktu z potravinou). Tento přístup je v souladu s potřebou dozoru potravin (Sharma et al., 2022). Výsledky projektu a také motivační účinek byl prezentován pro více než 600 lidí pracujících v potravinářství a studentů studujících potravinářské obory. Právě vzdělávání v oblasti bezpečnosti potravin je v EU deficitní a mělo by být zaměřováno také jako vzdělávací činnosti pro mladé konzumenty, aby si osvojili správné návyky (Eley et al., 2022) ale také bezpečné postupy výroby potravin v domácnostech (Nanayakkara et al., 2018).

V rámci digitalizace výuky byla vytvořena celá řada podpůrných materiálů pro výuku, a to v oblastech:

1. Zvyšování kvality pregraduálního vzdělávání
 - Vzdělávání pro první stupeň vysokoškolského vzdělávání
 - Vzdělávání pro druhý stupeň vysokoškolského vzdělávání
 - Společné vzdělávání pro oba stupně vysokoškolského vzdělávání
 - Zavedení intenzivních výměnných kurzů v Brně a Košicích
2. Zvyšování kvality postgraduálního vzdělávání

V rámci zvyšování kvality pregraduálního vzdělávání a postgraduálního vzdělávání byl kladen důraz i na otázky bezpečnosti potravin, a to zejména z důvodu, že infekční onemocnění z potravin a zoonózy představují až 5000 úmrtí za rok (EFSA, 2019) a dodržování mezinárodních a národních standardů (Normatov et al., 2022).

Aktivity jednotlivých partnerů však neskončily na úrovni plánovaných výstupů a partneři připravili také další materiály, jako jsou skripta a učebnice, které s ohledem na anglickou lokalizaci mohou být využity také pro výuku anglických studijních programů na zapojených univerzitách nebo jako podpůrné materiály pro studenty národních studijních programů.

Závěr

Realizace projektu naplnila vytýčené cíle a připravila model vhodné spolupráce mezi zapojenými institucemi. Digitální modely byly připraveny v požadovaném rozsahu, a dokonce bylo připraveno více materiálů, které jsou také použitelné pro výuku, jak v českých, tak anglických studijních programech. Projekt podpořil také dva mezinárodní kurzy, které umožnili získat pro zapojené nové praktické dovednosti a teoretické znalosti.

Literatura

- EFSA. 2019. „The European Union One Health 2018 Zoonoses Report“. *EFSA Journal* 17(12). doi: 10.2903/j.efsa.2019.5926.
- Eley, C., P. T. Lundgren, G. Kasza, M. Truninger, C. Brown, V. L. Hugues, T. Izso, P. Teixeira, R. Syeda, N. Ferré, A. Kunszabo, C. Nunes, C. Hayes, K. Merakou, a C. A. M. McNulty. 2022. „Teaching young consumers in Europe: a multicentre qualitative needs assessment with educators on food hygiene and food safety“. *Perspectives in Public Health*. vol. 142, no. 3, pp. 175–83. doi: 10.1177/1757913920972739/SUPPL_FILE/SJ-DOCX-1-RSH-10.1177_1757913920972739.DOCX.
- Nanayakkara, J., Margerison, C., Worsley, A. 2018. „Senior Secondary School Food Literacy Education: Importance, Challenges, and Ways of Improving“. *Nutrients* 2018, vol. 10, no. 9, p. 1316. doi: 10.3390/NU10091316.

Normatov, I., Isroilov, A., Otabek, S. 2022. „Ensuring quality and safety of agricultural products on the basis of international standards". S. 124–28 in *International Conference of Scientific and Management Current Affairs*.

Sharma, P., Zubair Meenai, D. H., Patel, A., Chopra, N. 2022. „Assessment of knowledge of ICDS supervisors and workers towards food safety and hygiene". ~ 23 ~ *Journal of Current Research in Food Science*, vol. 3, no. 2, pp. 23-26.

Silva, A., Junqueira, L., Truninger, M., Delicado, A., Csenki, E., Fehér, Á, Ózsvári, L., Szakos, D. 2023. „Assessing learning about food safety using Personal Meaning Maps". *Health Education Journal*. vol. 82, no. 6, pp. 664–679 doi: 10.1177/00178969231182103/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_00178969231182103-FIG15.JPEG.

Poděkování: Projekt byl spolufinancovaná programem Evropské Únie Erasmus+, „Inovácia štruktúry a obsahového zamerania študijných programov profilujúcich potravinárske študijné odbory s ohľadom na digitalizáciu výučby“, FOODINOVO | 2020-1-SK01-KA203-078333.

Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



Kontaktní adresa: doc. MVDr. Matej Pospiech Ph.D., Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného pôvodu, FVHE, VETUNI Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, mpospiech@vfu.cz.

**Prítomnosť *Torulaspora delbrueckii* v procese fermentácie vína
v spojitosti s histamínom**
***The presence of *Torulaspora delbrueckii* in the wine fermentation
process in connection with histamine***

Regecová, I., Výrostková, J., Semjon, B., Marcinčák, S., Očenáš, P.
Univerzita veterinárského lekárstva a farmácie v Košiciach

Súhrn

Štúdia je zameraná na detekciu *Torulaspora delbrueckii* vo vzorkách pôdy, listov a bobúľ hrozna a vzoriek odobratých z kvasiaceho muštu a mladého vína (odroda Tramín červený) vo vzťahu k zisteným koncentráciám histamínu počas fermentačného procesu. V skúmaných vzorkách bol kultivačným vyšetrením stanovený počet kvasiniek a mikromycét (od 3,8 do 6,8 log cfu/g alebo ml). Najvyššia koncentrácia histamínu a najvyšší počet kvasiniek bol zistený na 6. deň v skúmaných vzorkách muštu. Pomocou ITS-PCR-RFLP sa následne identifikoval druh *Torulaspora delbrueckii*. Kvantitatívne vyšetrenie potvrdilo variabilitu rastu *Torulaspora delbrueckii* počas procesu fermentácie v súvislosti s koncentráciou histamínu v skorých štádiách procesu kvasenia muštu a mladého vína Tramínu červeného.

Kľúčová slova: *biogénne amíny, PCR, Torulaspora sp., víno*

Abstract

The study is focused on the detection of *Torulaspora delbrueckii* soil samples, grape leaves and berries and samples taken from fermenting must and young wine (the variety Tramín červený) in relation to the detected concentrations of histamine during the fermentation process. In the examined samples, the number of yeasts and molds (from 3.8 to 6.8 log cfu/g or ml) were determined via culture examination. Highest concentration of histamine the highest number of yeasts was detected on day 6 in the investigated must samples. Subsequently, the species was identified *Torulaspora delbrueckii* using ITS-PCR-RFLP. Quantitative examination confirmed the variability of the growth of *Torulaspora delbrueckii* during the fermentation process, in connection with the concentration of histamine in the early stages of the must fermentation process and young wine of the Tramín červený.

Key words: *biogenic amine, PCR, Torulaspora sp., wine*

Úvod

Nedávne štúdie rodu *Torulaspora* (Azzolini et al., 2015) a vinárstva odhalili možné aplikácie *Torulaspora delbrueckii* na riešenie moderných enologických problémov a zlepšenie kvality vína v porovnaní s bežnými kontrolami *S. cerevisiae*. *T. delbrueckii* typicky produkuje nízke koncentrácie kyseliny octovej (Bely et al., 2008), jedného z hlavných kvalitatívnych parametrov pri výrobe vína. *T. delbrueckii* tiež produkuje vína s nižšími koncentraciami etanolu ako tradičné fermentácie (Contreras et al., 2014) a zvýšeným obsahom glycerolu (Belda et al., 2015). Táto vlastnosť môže pomôcť vyhnúť sa problémom vyplývajúcim z klimatických zmien, ako sú napríklad vysokoalkoholické vína v dôsledku vysokej koncentrácie cukru v hroznových muštoch. *T. delbrueckii* tiež vykazuje pozoruhodnú schopnosť uvoľňovať manoproteíny a polysacharidy vo víne, čo zvyšuje kvalitu vína s ohľadom na chuťové vlastnosti (Belda et al., 2016). *T. delbrueckii* ovplyvňuje aromatické vlastnosti finálnych vín veľmi pozitívnym spôsobom, pretože

dokáže produkovať vyššie hladiny ovocných esterov, tiolov a terpénov a nižšie množstvá vyšších alkoholov, čím rešpektuje počiatkový charakter hrozna (Belda et al., 2017). Avšak kvasinky vrátane *T. delbrueckii* sa podieľajú na produkcii BA v rovnakom čase ako LAB. Existuje všeobecná zhoda, že kvasinky produkujú menej významný podiel ako LAB z hľadiska konečného obsahu BA vo víne. Bolo vykonaných niekoľko štúdií o produkcii kvasiniek a väčšina z nich kvantifikovala iba histamín (Granchi a kol., 2005; Torrea a kol., 2002). Vo všeobecnosti hrajú amíny dôležitú metabolickú úlohu v živých bunkách. Polyamíny sú nevyhnutné pre rast; amíny iné ako histamín sa podieľajú na funkcii nervového systému a kontrole krvného tlaku. Biogénne amíny sú nežiaduce, pretože ak sú absorbované v príliš vysokých koncentráciách, môžu spôsobiť bolesti hlavy, ťažkosti s dýchaním, búšenie srdca, hypertenziu alebo hypotenziu a niekoľko alergických porúch (Santos, 1996).

Materiál a metodika

Skúmané vzorky boli odobraté z pôdy, bobúľ, listov viniča a z muštu Tramínu červeného. Vzorky boli odobraté z Východoslovenskej vinohradníckej oblasti, Sobraneckého regiónu a vo vinohradníckej obci Orechová. Vzorky boli odobraté v septembri 2022. Vzorka muštu s cukrnatosťou 21,5 °Brix bola naplnená do 100 litrovej nerezovej nádoby. Následne došlo k spontánnej fermentácii a v dňoch 0., 2., 4., 6., 8. a po 4 týždňoch fermentácie boli z kvasiaceho muštu odobraté vzorky na analýzu prítomnosti biogénneho amínu a mykobioty kvasiaceho muštu a mladé víno. Zásobná suspenzia a ďalšie 10-násobné riedenia sa pripravili zo sterilných 1 ml vzoriek podľa pokynov normy ISO 6887-1 (2017). Z pripravených riedení sa následne vykonalo mikrobiologické kultivačné vyšetrenie vzoriek. Kvantitatívne stanovenie sa uskutočnilo podľa normy ISO 21527-1 (2010) na agare Dichloran Rose-Bengal Chloramphenicol (DRBC) (Hi-Media, India). Následná identifikácia druhu *Torulaspora delbrueckii* sa uskutočnila pomocou ITS-PCR-RFLP podľa White et al. (1990). Získané produkty PCR boli štiepené reštrikčnými endonukleázami *HhaI*, *HaeIII* a *Hinfi* (New England BioLabs®inc., USA). Veľkosti jednotlivých fragmentov boli zisťované pomocou programu GelAnalyzer 19.1. (verzia 14.0.0.0; Oracle Corporation, Kalifornia).

Stanovenie biogénneho amínu v mušte a mladom víne bolo uskutočnené pomocou ultra vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie s fluorescenčným detektorom. Na analýzu biogénnych amínov (histamínu) bol použitý Thermo Scientific UHPLC systém (Dionex UltiMate 3000 RS) spojený s fluorescenčným detektorom (FLD). Kolóna YMC-Triart PFP (150 x 3,0 mm, 1,9 µm) sa použila na oddelenie biogénneho amínu vo vzorkách vína pri prietokovej rýchlosti 0,4 ml/min. Mobilná fáza pozostávala z (A) acetonitrilu a (B) 0,1 mol/l octanu amónneho a použila sa izokratická elúcia 55 % (A): 45 % (B). Teplota kolóny sa udržiavala na 25 ± 0,5 °C. Štandardný zásobný roztok skúmaného biogénneho amínu (histamínu) bol pripravený rozpustením každého štandardu v deionizovanej vode na koncentráciu 1000 mg/l. V prípade spracovania vína sa vzorka najskôr zriedi kyselinou chlorovodíkovou (0,1 mol/l) v pomere 1:1 a následne sa odparí do sucha. Potom sa alikvot týchto štandardných zásobných roztokov biogénnych amínov (do koncentrácie 100 mg/l)/zvyšku vzorky pridal do 2 ml deionizovanej vody.

Výsledky a diskusia

Kvantifikácia kvasiniek bola sledovaná pri mikrobiologickom vyšetrení vzoriek pôdy, listov, bobúľ a muštu. Počet kvasiniek v každej vzorke (pôda, list, bobule) sa pohyboval od 3,8 ± 0,1 do 5,3 ± 0,1 log cfu/g. Vyššie počty kvasiniek boli zistené vo vzorke pôdy

5,3 ± 0,1 log cfu/g, po ktorej nasledovali vzorky listov viniča so zastúpením 5,0 ± 0,1 log cfu/g. Z muštu boli odobraté vzorky pred fermentáciou (deň 0) a v dňoch 2, 4, 6, 8 a po 4 týždňoch fermentácie. Počet kvasiniek a mikromycét vo vzorke muštu sa pohyboval od 4,5 ± 0,1 do 6,9 ± 0,1 log cfu/ml. Počas fermentácie muštu sa počty kontinuálne zvyšovali do 6. dňa fermentácie. Následne došlo ku klesajúcemu trendu až do 4 týždňa kvasenia.

Súčasne sa sledovala prítomnosť a zmena koncentrácií biogénneho amínu (histamínu) v mušte počas fermentácie. Prudký nárast koncentrácie histamínu v mušte bol zaznamenaný medzi 2. a 6. dňom fermentácie muštu. Najvyššie koncentrácie sledovaného BA boli zaznamenané na 6. deň, kde v tých istých vzorkách boli zaznamenané aj najvyššie počty kvasiniek.

Následne bola vykonaná presná identifikácia druhu *Torulaspora delbrueckii* metódou ITS-PCR-RFLP pomocou endonukleáz *HaeIII*, *HinfI*, *HhaI*. Jednotlivé veľkosti produktov PCR a reštrikčných fragmentov sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Produkt PCR a reštrikčný vzor kvasiniek druhu *Torulaspora delbrueckii* (bp)

Druh kvasiniek	PCR produkt		RFLP-ITS-PCR	
	bp	<i>HaeIII</i>	<i>HinfI</i>	<i>HhaI</i>
<i>Torulaspora delbrueckii</i>	850	845	410;380;100	210;130;100

Jednotlivé percentá kvasiniek *Torulaspora delbrueckii* po predchádzajúcej identifikácii boli prepočítané retrospektívne na základe fenotypovej expresie a rastu kolónií na naočkovaných platniach (tabuľka 2). Ako vyplýva z výsledkov detegovaný druh bol prítomný vo všetkých skúmaných vzorkách. Na začiatku spontánnej fermentácie boli zistené nižšie percentá tohoto druhu kvasiniek. Najvyššie percento výskytu sa zistilo na 6. deň fermentačného procesu vína. Pri poslednom odbere vzoriek mladého vína po 4 týždňoch kvasenia bolo identifikované už len 1 % týchto kvasiniek.

Tabuľka 2: Percentá kvasiniek druhu *Torulaspora delbrueckii* v jednotlivých vzorkách

Druh kvasiniek	pôda	list	bobule	mušt a mladé víno					
				0. deň	2. deň	4. deň	6. deň	8. deň	4 týždne
<i>Torulaspora delbrueckii</i>	2%	2%	3%	7%	11%	16%	22%	5%	1%

Viel a kol. (2017) zistili, že dominantnú kvasinkovú mikrobiotu v zdravom hrozne pri zbere tvoria druhy, ktoré v mušte prežívajú len počas prvých hodín fermentácie. Iné rody askomycét, ako sú *Hanseniaspora*, *Candida*, *Pichia*, *Torulaspora*, *Kluyveromyces* a *Metschnikowia*, môžu prežiť dlhšie a spoločne dominovať počas fermentačného procesu, kým *Saccharomyces cerevisiae* neprevezme alkoholovú fermentáciu. Práve rody *Hanseniaspora*, *Candida*, *Kluyveromyces*, *Cryptococcus*, *Kloeckera*, *Pichia*, *Metschnikowia*, *Rhodotorula*, *Torulaspora* a *Zygosaccharomyces* *Saccharomyces cerevisiae* sa významnou mierou podieľajú na tvorbe vône vína (Lambrechts, 2020).

Záver

Štúdia potvrdila prítomnosť druhu *Torulaspora delbrueckii* v odrode Tramín červený pochádzajúcej z vinohradníckej oblasti Východné Slovensko ako aj počas skorej

fermentácie mladého vína. Poukázala aj na súvislosť medzi kvasinkami tohoto druhu a produkciou histamínu.

Literatúra

- Azzolini, M., Fedrizzi, B., Tosi, E., Finato, F., Vagnoli, P., Scrinzi, C., & Zapparoli, G. 2012. Effects of *Torulasporea delbrueckii* and *Saccharomyces cerevisiae* mixed cultures on fermentation and aroma of Amarone wine. *European Food Research and Technology*, vol. 235, pp. 303-313.
- Belda, I., Navascués, E., Marquina, D., Santos, A., Calderon, F., Benito, S. 2015. Dynamic analysis of physiological properties of *Torulasporea delbrueckii* in wine fermentations and its incidence on wine quality. *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 99, pp. 1911-1922.
- Belda, I., Navascués, E., Marquina, D., Santos, A., Calderón, F., Benito, S. 2016. Outlining the influence of non-conventional yeasts in wine ageing over lees. *Yeast*, vol. 33, pp. 329-338.
- Belda, I., Ruiz, J., Beisert, B., Navascués, E., Marquina, D., Calderón, F., Rauhut, D., Benito, S., Santos, A. 2017. Influence of *Torulasporea delbrueckii* in varietal thiol (3-SH and 4-MSP) release in wine sequential fermentations. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 257, pp.183-191.
- Bely, M., Stoeckle, P., Masneuf-Pomarède, I., Dubourdieu, D. 2008. Impact of mixed *Torulasporea delbrueckii*-*Saccharomyces cerevisiae* culture on high-sugar fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 122, pp. 312-320.
- Granchi, L., Romano, P., Mangani, S., Guerrini, S., Vincenzini, M. 2005. Production of biogenic amines by wine microorganisms. *Bulletin de l'O.I.V*, vol. 78, pp. 595-609.
- ISO 21527: 2010 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds.
- ISO 6887-1: 2017. Microbiology of the food chain - Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination - Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions.
- Lambrechts, M. G., Pretorius, I. S. 2020. Yeast and its importance to wine aroma-a review. *South African Journal of Enology and Viticulture*, vol. 21, pp. 97-129.
- Santos, M. S. Biogenic amines: their importance in foods.1996. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 29, pp. 213-231.
- Torrea, D., Ancín, C. 2002. Content of biogenic amines in a Chardonnay wine obtained through spontaneous and inoculated fermentations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 50, pp. 4895-4899.
- Viel, A., Legras, J. L., Nadai, C., Carlot, M., Lombardi, A., Crespan, M., Corich, V. 2017. The geographic distribution of *Saccharomyces cerevisiae* isolates within three Italian neighboring winemaking regions reveals strong differences in yeast abundance, genetic diversity and industrial strain dissemination. *Frontiers in Microbiology*, vol. 8, pp. 1595.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S. B., Taylor, J. W. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics, diagnostics, and forensics. *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*, Academic Press, San Diego, CA. ISBN: 978-01-237-2180-8.

Pod'akovanie

Tato práca bola podporená projektom VEGA 1/0156/21: Aplikácia viacnásobnej faktorovej analýzy na kvalitatívne a kvantitatívne ukazovatele vyrobeného vína pre dosiahnutie zníženia obsahu biogénnych amínov.

Kontaktná adresa

MVDr. Ivana Regecová, PhD., UVLF v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika
e-mail: ivana.regecova@uvlf.sk.

**Srovnání výskytu vybraných analytů v rostlinných nápojích
a kravském mléce – prvková analýza**
*Comparison of the occurrence of selected analytes in plant beverages
and cow's milk - determination of elements*

Řeháková, J., Hornová, J., Řehůřková, I., Ruprich, J.

Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno

Souhrn

Rostlinné nápoje lze definovat jako produkty, jejichž základní složkou je rostlinná báze (sója, mandle, rýže a pod). Jsou propagovány jako možná náhrada kravského mléka pro osoby, které z různých důvodů (zdravotních, etických) nemohou nebo nechtějí kravské mléko konzumovat. Pro dosažení nutričních parametrů a srovnání s kravským mlékem jsou rostlinné nápoje často dotovány benefičními látkami (vápník, jód, vitaminy apod.), trvanlivost a chuťové parametry jsou zajišťovány přidáním přídatných látek („éček“ - stabilizátorů, emulgátorů, apod.). Z pohledu nutričních složek (prvků) rostlinné nápoje nedosahují předností kravského mléka, navíc se některé ze zdrojových surovin řadí mezi významné alergeny (sójové boby, ořechy apod.). Pozornost je třeba věnovat také kontaminujícím látkám. Rostlinná složka je často sama významným expozičním zdrojem těžkých kovů (nikl, kadmium, mangan, arsen, chrom, hliník apod.). Potřebu či zájem zařadit rostlinné nápoje do diety je třeba racionálně vyhodnotit, posoudit pozitiva i negativa. Je potřeba zvážit substituci kravského mléka rostlinnými nápoji, především u dětí a posoudit možné dopady na jejich zdraví.

Klíčová slova: *rostlinné nápoje, chemická analýza, prvky, nutriční parametry, kontaminanty*

Abstract

Plant-based drinks can be defined as products whose basic ingredient is a plant base (soy, almonds, rice, etc.). They are promoted as a possible substitute for cow's milk for people who, for various reasons (health, ethical), cannot or do not want to consume cow's milk. In order to achieve nutritional parameters and compare them with cow's milk, plant-based drinks are often subsidized with beneficial substances (calcium, iodine, vitamins, etc.), durability and taste parameters are ensured by the addition of additives (stabilizers, emulsifiers, etc.). From the point of view of nutritional components (elements), plant-based drinks do not reach the advantages of cow's milk, in addition, some of the raw materials are classified as important allergens (soybeans, nuts, etc.). Attention should also be paid to contaminants. The plant component itself is often a significant exposure source of heavy metals (nickel, cadmium, manganese, arsenic, chromium, aluminium, etc.). The need or interest to include plant-based drinks in the diet must be rationally evaluated, positives and negatives must be assessed. It is necessary to consider the substitution of cow's milk with plant-based drinks, especially for children, and to assess the possible effects on their health.

Key words: *plant-based drinks, chemical analysis, elements, nutrients, contaminants*

Úvod

Snahy o zvýšení podílu rostlinné stravy v dietě nejsou pro současnou populaci vyspělých zemí novým tématem. Společenský zájem o tuto problematiku vychází často z široké veřejné diskuse na téma „alternativní výživa“. V posledních letech registrujeme navíc

mnohé nové trendy, reflektující snahu po uplatňování principů „trvale udržitelného rozvoje“. Rozumná propagace rostlinné stravy je v tomto ohledu určitě správným krokem. Současně je ale často s intenzivní propagací rostlinné stravy kritizována strava živočišná. Namísto plnohodnotných živočišných potravin jsou propagovány jejich rostlinné imitace.

Rozšíření podílu rostlinné stravy se dotýká také konzumace rostlinných nápojů (někdy nesprávně nazývaných „rostlinná mléka“). Základem všech těchto nápojů je voda s proměnlivým obsahem rostlinné složky – dle charakteru rostlinné báze 2-14 %.

Významným propagátorem konzumace rostlinných nápojů je mezinárodní iniciativa (Pro Veg International), která spustila petici za „rostlinná mléka do škol“ s výzvou směřovanou Evropské komisi legislativně zajistit možnost zahrnutí rostlinných mlék obohacených vápníkem do uvedeného školního projektu.

Cílem příspěvku je objektivně popsat situaci u rostlinných nápojů, porovnat je s kravským mlékem z hlediska vybraných nutrientů, minerálních látek, i kontaminantů.

Materiál a metodika

Odběr a popis vzorků

Na základě průzkumu trhu byly vytypovány nejfrekventovaněji konzumované rostlinné nápoje. V tržní síti ČR (Brno) bylo odebráno 23 vzorků neslazených rostlinných nápojů (5 vzorků na bázi mandlí, 4 vzorky na bázi sóji, 4 vzorky na bázi ovsa, 4 vzorky na bázi rýže, 2 vzorky na bázi kokosu, dále po 1 vzorku směsi rýže a kokosu, lískových ořechů, hrachové bílkoviny a směsi sóji a mandlí) a současně i 3 vzorky kravského mléka o tučnosti 1,5 % pro aktuální srovnání. U všech vzorků byly podchyceny veškeré údaje na obalu pro následné porovnání deklarovaných a naměřených hodnot. Z deklarovaných hodnot je zřejmá snaha o dosažení kvalitativních parametrů kravského mléka, u některých látek lze tohoto cíle dosáhnout pouze fortifikací/dotací (vápník, jód). Jako zdroj vápníku je uplatňován buď fosforečnan nebo uhličitan vápenatý ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ nebo CaCO_3), tzn. anorganická chemická látka s pravděpodobně omezenou vstřebatelností do lidského organismu. Přidané jsou také vitaminy – např. B₂, B₁₂, E, D₂. Pro dosažení údržnosti a ovlivnění vlastností rostlinných nápojů se v převážné většině výrobků uplatňují přídatné látky („éčka“) ze skupiny stabilizátorů, emulgátorů, zahušťovadel, aromat apod. Cena 1 l rostlinných nápojů se pohybovala od 30 do 80 Kč. Cenu ovlivňuje, zda jsou, či nejsou přidány vápník, vitaminy. Cena mléka kravského o 1,5 % tučnosti se pohybovala od 20 do 24 Kč.

Seznam odebraných vzorků uvádí tabulka č. 1.

Laboratorní úprava a analýzy vzorků

Vzorky zakoupených rostlinných nápojů a kravského mléka byly zhomogenizovány a distribuovány do laboratoře ke specializovaným analýzám. Všechny použité metody jsou akreditovány ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018.

Vzorky pro analýzu prvků (nutrienty, kontaminanty) byly připravovány ve třech replikách solubilizací (mikrovlňný rozklad na mokré cestě v uzavřeném systému - Milestone) v prostředí kyseliny dusičné a peroxidu vodíku. Pro analytickou koncovku byla využita metoda hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS – Agilent 7900). Rtuť byla stanovena bez předchozí mineralizace metodou atomové absorpční spektrometrie (AAS – AMA 254), jód byl stanovován spektrofotometricky dle Sandell – Kolthoffa.

Analytická měření rostlinných nápojů byla porovnávána na vybrané parametry s daty naměřenými v kravském mléce o tučnosti 1,5 %. Pro porovnání byly také využity výsledky hodnocení kravského mléka shromážděné v rámci dlouhodobého monitorování dietární expozice - MDE (projekt IV systému „Monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí“, který od r. 1994 garantuje SZÚ – viz literatura).

Tabulka 1: Vzorky rostlinných nápojů a kravského mléka, obsah rostlinné složky, obsah vápníku a jódu deklarovaný výrobcem (nedeklarovaná hodnota označena „N“)

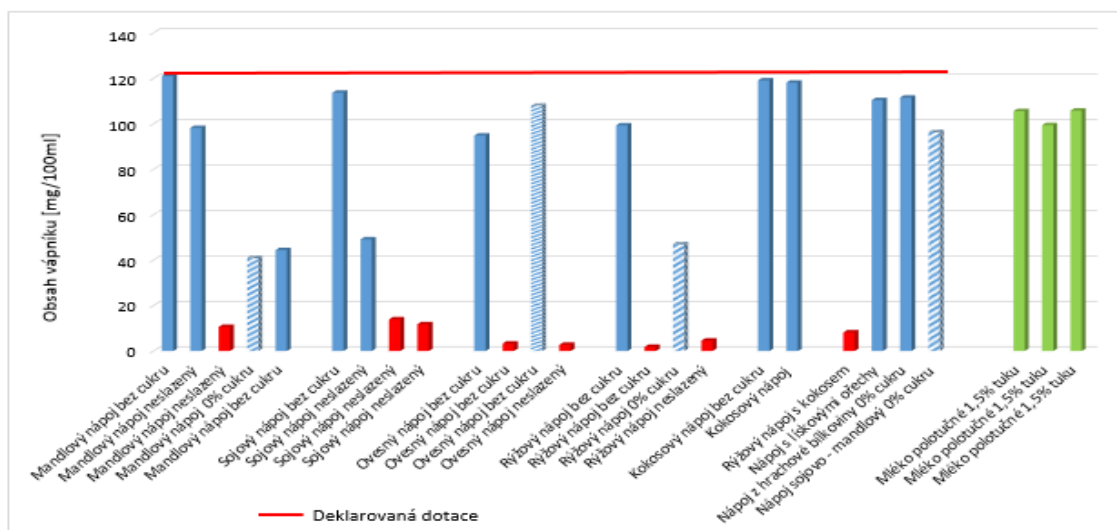
Název zboží (dle výrobce)	Značka	Rostlinná složka (g.100 ml ⁻¹)	Vápník (mg.100 ml ⁻¹)	Jód (ug.100 ml ⁻¹)	
1 Mandlový nápoj bez cukru	Alpro		2.3	120	N
2 Mandlový nápoj neslazený	Tesco		2.0	120	22
3 Mandlový nápoj neslazený	K Classic, Take It Veggie	Mandle	2.3	N	N
4 Mandlový nápoj, 0% cukru	Joya		2.0	120	N
5 Mandlový nápoj bez cukru	Gou		2.3	120	N
6 Sójový nápoj bez cukru	Alpro		8.7	120	N
7 Sójový nápoj neslazený	Tesco		9.0	120	22
8 Sójový nápoj neslazený	K Classic, Take It Veggie	Sója	9.0	N	N
9 Sójový nápoj neslazený	Alnatura		9.0	N	N
10 Ovesný nápoj bez cukru	Alpro		10.5	120	N
11 Ovesný nápoj bez cukru	Vemondo		10.0	N	N
12 Ovesný nápoj bez cukru	Dream Joya	and Oves	5.5	120	N
13 Ovesný nápoj neslazený	Alnatura		11.0	N	N
14 Rýžový nápoj bez cukru	Alpro		12.5	120	N
15 Rýžový nápoj bez cukru	Scotti		16.0	N	N
16 Rýžový nápoj, 0% cukru	Dream Joya	and Rýže	5.1	120	N
17 Rýžový nápoj neslazený	Alnatura		14.0	N	N
18 Kokosový nápoj bez cukru	Alpro		7.0	120	N
19 Kokosový nápoj	Gou	Kokos	5.3	120	N
20 Rýžový nápoj s kokosem	Scotti	Rýže + Kokos	16.0 + 2.0	N	N
21 Nápoj s lískovými ořechy	Alpro	Lískové oříšky	2.8	120	N
22 Nápoj z hrachové bílkoviny, 0% cukr	Dream Joya	and Hrachový protein	2.5	120	N
23 Nápoj sójovo – mandlový, 0% cukr	Dream Joya	and Sója + Mandle	5.8 + 5.5	120	N
24 Mléko polotučné 1,5 % tuku	Tatra			120	N
25 Mléko polotučné 1,5 % tuku	K Classic			N	N
26 Mléko polotučné 1,5 % tuku	Madeta			N	N

Výsledky a diskuze

V rámci anorganické analýzy bylo měřeno a hodnoceno **19 prvků** (nutrientů i kontaminantů). Z pohledu **benefitních látek** je zajímavé posouzení obsahu a porovnání

rostlinných nápojů s kravským mlékem pro vápník, selen, zinek, draslík, fosfor, hořčík, jód. Mezi **kontaminanty** se jeví být významnými nikl, kadmium, mangan, arzen nebo hliník, kdy daná rostlinná báze je expozičním zdrojem těchto prvků. Naopak žádný z rostlinných nápojů není zatížen kontaminací rtuťí bez ohledu na typ nápoje. Důvodem je nízký obsah rtuťí v rostlinné bázi v kombinaci s nízkým procentuálním obsahem rostlinné složky v nápojích (obsahují 90 – 98 % vody).

Aby bylo možné rostlinné nápoje považovat za alternativu kravského mléka, které je z hlediska dietetického významné především obsahem **vápníku**, jsou rostlinné nápoje dotovány fosforečnanem/uhličitanem vápenatým s pravděpodobně omezenou vstřebatelností vzhledem k anorganickému původu. Z 23 zakoupených vzorků rostlinných nápojů byl u 15 výrobcem deklarován obsah vápníku (ve všech případech 120 mg.100 ml⁻¹ nápoje), ve 4 případech ve formě uhličitanu, u ostatních 11 vzorků ve formě fosforečnanu. 8 nápojů z 23 odebraných vzorků dotováno nebylo. Pouze u 7 (tj. u cca 40 %) dotovaných vzorků se hodnota přítomného Ca přiblížila deklaraci na obale – přesáhla hodnotu 100 mg.100⁻¹ ml (minimum: 40,1 mg.100⁻¹ g bylo naměřeno u dotovaného vzorku, kdy byl Ca dodán ve formě uhličitanu) - Graf 1.

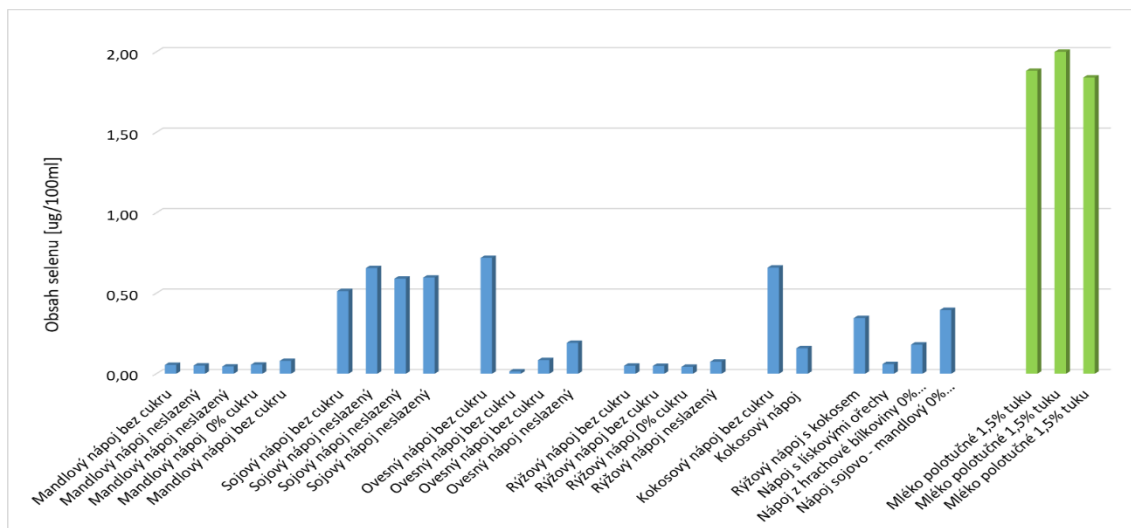


Graf 1: Obsahu vápníku v zakoupených vzorcích nápojů – porovnání deklarovaných a skutečných hodnot

- Fosforečnan vápenatý (120 mg Ca/100 ml nápoje)
- Uhličitan vápenatý (120 mg Ca/100 ml nápoje)
- Obsah vápníku výrobcem neuveden / nedotováno

V případě kravského mléka se hodnoty vápníku, naměřené ve třech vzorcích odebraných v rámci prezentované studie, shodují s výsledky dlouhodobého sledování této komodity v projektu monitoringu dietární expozice (MDE). Zde se od roku 2004 do roku 2021 pohybovaly hodnoty vápníku v intervalu 79,4 – 133,9 mg.100⁻¹ ml (průměrná hodnota za sledované období: 113 mg.100⁻¹ ml).

Významným nutričním parametrem je také **selen**. V porovnání s kravským mlékem je obsah selenu v rostlinných nápojích cca 5 – 30 x **nižší** v závislosti na rostlinné bázi (Graf 2). Hodnota selenu naměřená ve vzorcích kravského mléka odpovídá výsledkům dlouhodobého sledování selenu v rámci projektu MDE. Od roku 2004 do roku 2021 byly stanoveny hodnoty selenu v intervalu 1,38 – 3,36 mg.100⁻¹ ml (průměrná hodnota za sledované období: 1,95 mg.100⁻¹ ml).



Graf 2: Obsahu selenu v zakoupených vzorcích rostlinných nápojů a kravského mléka

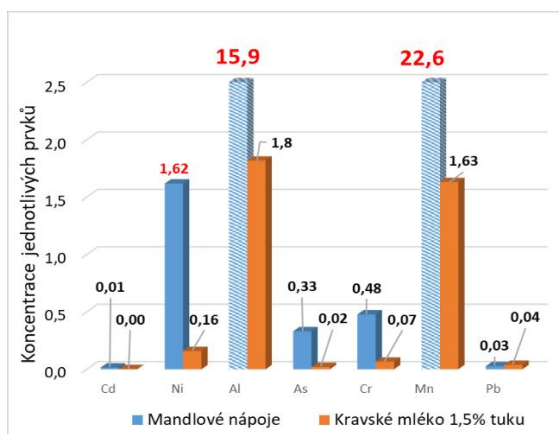
Obdobně je v neprospěch rostlinných nápojů cca 10 – 15 x nižší přítomnost **zinku** nebo **draslíku** než v kravském mléce (kromě nápoje ze sóji, kde je obsah Zn a K zhruba obdobný). Stejně tak i **fosfor a hořčík** jsou v rostlinných nápojích obsaženy v 2 – 5 ti násobně nižší koncentraci než v kravském mléce. Podobně jako u vápníku a selenu panuje i u těchto analytů shoda obsahu stanoveného ve třech vzorcích kravského mléka nakoupených v rámci studie s výsledky prezentovanými v projektu MDE.

Z 23 zakoupených vzorků rostlinných nápojů byl výrobcem deklarován dotovaný obsah **jodu** pouze u 2 nápojů (v obou případech 22 ug.100⁻¹ ml nápoje). V obou těchto případech byla zjištěna shoda deklarace na obalu a skutečné hodnoty obsahu jódu (23,5 resp. 21,0 ug.100⁻¹ ml nápoje). Vždy se jednalo o stejného výrobce. U všech ostatních 21 nápojů byla hodnota obsahu jódu naměřena pod mezí stanovitelnosti metody. Srovnávací hodnota obsahu jódu v kravském mléce (21,8 ug.100⁻¹ ml mléka) je dána průměrem měření tří vzorků kravského mléka odebraných v rámci studie a odpovídá dlouhodobému průměru hodnot prezentovaných v projektu MDE – viz literatura.

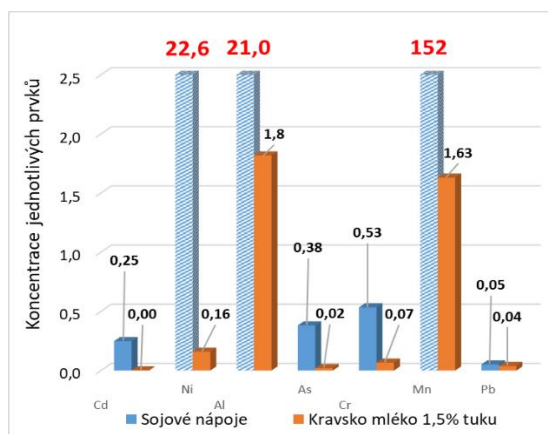
V rámci hodnocení zátěže **kontaminujícími látkami** byly největší rozdíly mezi rostlinnými nápoji a kravským mlékem, porovnáním naměřených koncentrací, zjištěny u **niklu, kadmia a manganu**. Vysoká zátěž těmito kontaminanty je zřejmá u všech rostlinných nápojů bez ohledu na rostlinnou složku. Zvláštní pozornost je třeba věnovat sójovým nápojům, kde byl (v průměru ze 4 odebraných vzorků) zjištěn cca 100 násobně vyšší obsah Cd a Mn. Alarmující je průměrně 140 x vyšší obsah Ni v porovnání s dlouhodobě sledovanými hodnotami (MDE) v kravském mléce. Vzorky sójových nápojů navíc vykazovaly značnou variabilitu v obsahu jednotlivých kontaminantů. U ostatních nápojů byly naměřeny v průměru 20 x vyšší obsahy těchto kontaminantů oproti kravskému mléku.

Arzen, hliník a chrom lze, při porovnání s kravským mlékem, považovat za méně problematické prvky. Očekávaně více zatěžující je As, kde se vyšší koncentrace ve srovnání s kravským mlékem projeví především u rýžových nápojů (cca 40 x vyšší hodnoty), ostatní nápoje se pohybovaly v rozmezí 15 – 20 násobků. V případě Cr se jedná maximálně o 10 x vyšší zátěž, u Al byly naměřeny cca 15 x vyšší obsahy těchto kontaminantů oproti kravskému mléku. Nebyl zaznamenán významný obsah **olova** v rostlinných nápojích ve srovnání s kravským mlékem. V průměru se jedná o 1,5 x vyšší

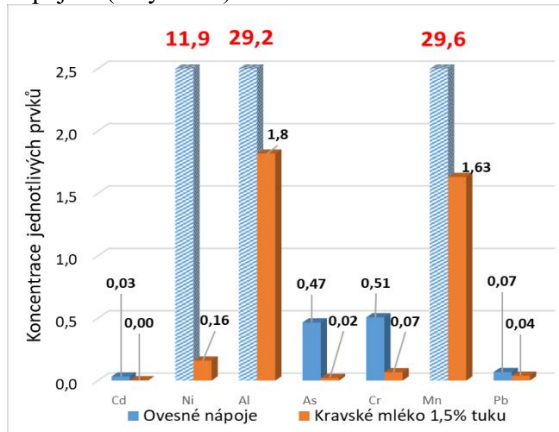
obsahy Pb napříč všemi druhy. V případě **rtuti** byly ve všech vzorcích (rostlinné nápoje i kravské mléko) naměřeny hodnoty nižší než je stanovena LOQ pro použitou metodu. Grafy 3a – 3d dávají ucelenou představu o celkové zátěži jednotlivých druhů rostlinných nápojů dominantními kontaminujícími látkami ve srovnání s kravským mlékem. Šrafovaná výplň představuje výrazně vyšší hodnoty koncentrací kontaminantů u rostlinných nápojů.



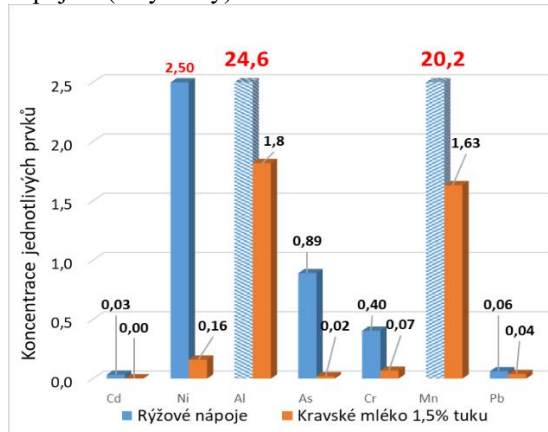
Graf 3a: Dominující kontaminanty v **mandlových** nápojích (5 výrobky)



Graf 3b: Dominující kontaminanty v **sójových** nápojích (4 výrobky)



Graf 3c: Dominující kontaminanty v **ovesných** nápojích (4 výrobky)



Graf 3d: Dominující kontaminanty v **rýžových** nápojích (4 výrobky)

Všechny kontaminující prvky jsou monitorovány v rámci projektu MDE. Výsledky dlouhodobého sledování (obsah jednotlivých prvků) korespondují s hodnotami zjištěnými u tří vzorků kravského mléka odebraného pro potřeby studie.

Závěr

Rostlinné nápoje jsou propagovány jako možná náhrada kravského mléka. Doporučovány jsou například osobám se specifickými zdravotními obtížemi (laktózová intolerance, alergie na bílkovinu kravského mléka apod.). Mezi příznivci alternativní stravy se konzumace rostlinných nápojů těší narůstající oblibě. Důvodem je především zájem o vyloučení a možnost nahrazení/doplnění některých živočišných složek stravy ze svého jídelníčku (vegetariánství, veganství apod.), etické pohnutky, snaha přispět ke snížení dopadů chovu skotu na životní prostředí, apod.

Je třeba mít ale na vědomí, že kravské mléko je svým složením přirozeným zdrojem širokého spektra benefitních látek. Pro představu, jaké hodnoty těchto látek (nutričních parametrů, prvků), ale i kontaminantů reálně obsahují rostlinné nápoje, byla provedena analytická měření. Data naměřená v rostlinných nápojích byla porovnána s daty naměřenými v odebraných vzorcích kravského mléka a současně také s daty shromážděnými v rámci monitorování dietární expozice (projekt VI systému „Monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí“). V případě dostupných údajů o dotaci vybranými nutrienty (Ca, I) byla posouzena i účinnost dotace. Kravské mléko je, mimo jiné, především dobrým zdrojem vápníku. Rostlinné nápoje ho obsahují minimum. Aby je bylo možné považovat za alternativu kravského mléka, tedy aby obsahovaly koncentraci vápníku srovnatelnou s kravským mlékem, musí být dotovány fosforečnanem/uhličitanem vápenatým s pravděpodobně omezenou vstřebatelností. U mnoha významných nutričních prvků (Se, Zn, K, P, Mg) není zdaleka dosahováno hodnot, které přináší kravské mléko. Kravské mléko je minimálně zatíženo kontaminací těžkými kovy. Naopak rostlinné nápoje jsou zdrojem kontaminantů (ve významném množství Al, As, Cd, Cr, Mn a Ni). Obsahují také značné množství přídatných látek. Sójový nápoj je pro mnoho osob silným alergenem. Nezanedbatelná je i finanční stránka (rozdíl 2x vyšší ceny ve srovnání s kravským mlékem). Uvedené okolnosti je třeba zvážit při rozhodování o významu zavedení rostlinných nápojů do školního projektu „Ovoce, zelenina a mléko do škol“, na což apeluje petice Pro Veg International.

Nevýhoda kravského mléka spočívá v často se vyskytující laktóзовé intoleranci jak u dětí, tak u dospělé populace, či alergii na mléčnou bílkovinu. Tento problém lze ale řešit konzumací dobře dostupného bezlaktóзовého mléka, které nabízí všechny ostatní cenné živiny obsažené v kravském mléce a nezatěžuje kontaminanty. Výsledky shrnuté v příspěvku dávají možnost posoudit výhody a nevýhody konzumace rostlinných nápojů ve srovnání s kravským mlékem.

Literatura

Podepiš petici za zahrnutí rostlinného mléka do škol a začni revoluci!

<https://proveg.com/cz/skolni-mleko-petice/>

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1308&from=de>
Prováděcí nařízení Komise (EU) 2017/39, nařízením Komise v přenesené pravomoci (EU) 2017/40

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0039&from=DE>
Nařízení Komise v přenesené pravomoci (EU) 2017/40

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=CELEX:32017R0040>

Nařízení vlády č. 74/2017 Sb.

<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-74/zneni-20230901>

Ruprich, J. 2021. Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, dietární expozice. Praha: Státní zdravotní ústav, 2021

https://szu.cz/uploads/CZVP/Dietarni_monitoring_2020.pdf

Mléko. <https://cs.wikipedia.org/wiki/Mléko>

Kopáček, J. 2017. Laktóзовá intolerance, její příčiny, příznaky a nutriční řešení. Praha: Mlékařské listy 165, Vol. 28, No. 6

http://www.mlekarskelisty.cz/upload/soubory/pdf/2017/veda_165_s.11-16.pdf

Řeháková, J., Měřínská, Z., Řehůrková, I., Hornová, J., Horáková, K., Ruprich, J. 2023. Srovnání výskytu vybraných analytů v rostlinných nápojích a kravském mléce. Brno: MZLU, Ingrovy dny 2023, s. 471-490, ISBN 978-80-7509-917-4
<https://doi.mendelu.cz/pdfs/doi/9900/03/2200.pdf>

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou MZ ČR – RVO (SZÚ, 75010330)

Kontaktní adresa

RNDr. Jana Řeháková, Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: jana.rehakova@szu.cz.

Vplyv procesu sladovania jačmeňa na zmeny v obsahu beta-glukánov *Effect of malting process of barley on changes of beta-glucan content*

Solgajová, M., Zelenáková, L., Mendelová, A., Kolesárová, A.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Beta-glukány sú neškrobové polysacharidy nachádzajúce sa v bunkových stenách endospermu. Vysoký obsah týchto polysacharidov v zrne jačmeňa spôsobuje v procese sladovania neadekvátne rozlúštenie zrna, pretože beta-glukány inhibujú vstup enzýmov do bunkových stien endospermu. V procese rmutovania znižujú beta-glukány výťažnosť sladiny a navyše spôsobujú zákal piva. Cieľom tejto práce bolo analyzovať odrody jačmeňa sladovníckeho počas jednotlivých fáz technologického procesu sladovania so zameraním sa na determináciu zmien v obsahu beta-glukánov v zrne jačmeňa, sladu a sladiny. Dôležitou časťou práce bolo porovnanie dvoch metód používaných na stanovenie obsahu beta-glukánov v sladovníckej a pivovarníckej praxi a to enzymatickej a fluorimetrickej metódy. Výsledky ukázali, že obsah beta-glukánov procesom sladovania poklesol o 97 %. Všetky hodnotené odrody spĺňali požiadavky na obsah beta-glukánov v sladine, hodnoty boli nižšie ako $250 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Kľúčové slová: *sladovnícky jačmeň, sladovníctvo, slad, beta-glukány*

Abstract

β -glucans are non-starch polysaccharides found in the cell walls of endosperm. A high content of these polysaccharides in barley grain causes inadequate grain modification during the malting process, due to the fact that β -glucans inhibit enzymes to enter the cell walls of the endosperm. During mashing process, β -glucans lower the brewing yield and moreover they cause turbidity of brewed beer. The goal of this work was to analyse the degradation process of β -glucans content during the malting process. Two methods such as the enzymatic method and the flow injection analysis method were used to analyse the content of β -glucans in barley grain, in germinated grain as well as in the malt and in wort. Results showed the decrease of β -glucans content from barley to wort, β -glucans were degraded by 97 %. All evaluated varieties fulfilled requirements for β -glucans content in wort, values were lower than $250 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Key words: *malting barley, malting, malt, β -glucans*

Úvod

Jačmeň je základná obilnina používaná pri výrobe sladu na celom svete. Je základnou zložkou piva, prispieva k jeho vône a chuti (Basařová et al., 2015; Cimini et al., 2017). Endosperm zrna jačmeňa môže obsahovať vysoké hodnoty (priemerne až 6 %) beta-glukánov, čo sú polysacharidy považované za rozpustnú potravinovú vlákninu (Goudar et al., 2020). Beta-glukány sú hlavnými zložkami bunkových stien endospermu (Beer et al., 1997; Holtekkjolen et al., 2006; Marconi et al., 2014). V bunkových stenách zrna jačmeňa sa obsah beta-glukánov môže pohybovať od 2 do $6 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ a v hotovom slade od 0 do $3,95 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$ (s priemerným obsahom $100\text{--}300 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ v pive). Vysoké hladiny beta-glukánov sú vo všeobecnosti spájané s mnohými problémami pri varení piva, ako sú nízke výťažky extraktu (Habschied et al., 2020), vysoká viskozita sladiny a piva, pomalé scedzovanie sladiny ako aj rýchlosť filtrácie piva, najmä v prípade membránovej filtrácie (Cimini and Moresi, 2014). Sladovnícky priemysel uprednostňuje jačmeň s nižším

obsahom beta-glukánov (Runavot et al., 2011). Mnohé z problémov pri výrobe piva v súvislosti s obsahom beta-glukánov je možné minimalizovať použitím vybraných odrôd jačmeňa (Cimini et al., 2017). Obsah beta-glukánov v zrne jačmeňa je do veľkej miery závislý od odrody. Genetická diverzita jačmeňa poskytuje veľa príležitostí na identifikáciu a šľachtenie nových odrôd jačmeňa vhodných pre sladovnícky ako aj pivovarnícky priemysel (Briggs, 1998). Ďalším riešením je úprava technologického procesu. Autori Cimini et al. (2017) uvideli, že technologické etapy ako klíčenie sladu a rmutovanie sladiny možno vykonávať pri vyšších teplotách a/alebo vlhkosti, aby sa zvýšila aktivita prirodzene sa vyskytujúcich β -glukanáz bez nadmernej stimulácie β -glukán-solubilázy (Cimini a Moresi, 2015). Na druhej strane, prítomnosť beta-glukánov dáva jačmeňu status funkčnej obilniny s rôznymi zdravotnými benefitmi. Ukázalo sa, že beta-glukány majú v ľudskom organizme priaznivé účinky pri znižovaní krvného tlaku, úprave sérového cholesterolu a viscerálneho tuku (Behall et al., 2004). Cieľom tejto práce bolo analyzovať odrody jačmeňa sladovníckeho počas jednotlivých fáz technologického procesu sladovania so zameraním sa na determináciu zmien v obsahu β -glukánov v zrne jačmeňa, sladu a sladiny. Dôležitou časťou práce bolo porovnanie 2 metód používaných na stanovenie obsahu beta-glukánov v sladovníckej a pivovarníckej praxi.

Materiál a metodika

Bolo analyzovaných 8 vzoriek sladovníckeho jačmeňa jarného Malz, Kangoo, Overture, Laudis 550, Karmel, Valis, Exalis, Kumran, ktoré pochádzali z lokality Veľké Ripňany (južné Slovensko). Odrody boli v Slovenskej republike registrované v rôznych rokoch a pri registrácii spĺňali požiadavky na obsah beta-glukánov v sladine. Následne boli vzorky zosladované v laboratórnej mikrosladovni (Ravoz, Olomouc, Česká republika) vo výskumnom centre AgroBioTech, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Mikrosladovanie

Laboratórne mikrosladovanie sa uskutočnilo štandardným postupom sladovania podľa metodiky MEBAK (Middle European Brewing Analysis Commission) 1.5.3 (MEBAK, 2018). Na sladovanie boli použité vzorky o hmotnosti 1 kg z každej odrody jačmeňa. Prvým krokom v procese sladovania bolo máčanie. Máčanie jačmenného zrna prebiehalo v máčacom boxe 2 dni, pri teplote 14 °C, vzorky jačmeňa boli pod vodou 10 hodín, následne bola voda vypustená z máčacieho boxu a bola realizovaná vzdušná prestávka. Vzorky boli máčané na požadovaný stupeň domáčania 46 %. Klíčenie jačmenného zrna prebiehalo v klíčiacom boxe pri teplote 14 °C počas 3 dní. Hvozdenie (sušenie) jačmenného sladu bolo posledným krokom v procese sladovania. Hvozdenie prebiehalo na hvozde, v ktorom sa vzorky sušili 22 hodín až do dosiahnutia doťahovacej teploty 80 °C. Počas týchto postupov, ako je máčanie a klíčenie, sa odoberali vzorky s hmotnosťou 20 g na ďalšie analýzy.

Metódy

Všetky analýzy boli uskutočnené podľa metodík odporúčaných Európskou pivovarníckou konvenciou (EBC, 2010). Stanovenie celkového obsahu beta-glukánov v odrodách jačmeňa sa uskutočnilo v súlade s enzymatickou metódou EBC 3.11.1 s použitím komerčnej testovacej súpravy (Megazyme International Ireland, Bray, Írsko) a tiež podľa prietokovej metódy EBC - Fluorimetrická metóda 3.10.2. Okrem toho sa vykonalo stanovenie celkového obsahu beta-glukánov v súlade s Fluorimetrickou metódou EBC

4.16.2 pre slad a pre sladinu. Uskutočnilo sa aj stanovenie celkového obsahu beta-glukánov podľa enzymatickej metódy EBC 4.16.1 pre slad a 8.11.1 pre sladinu. Experiment sa uskutočnil v troch opakovaníach. Na vyhodnotenie štatisticky významných rozdielov medzi odrodami jačmeňa a vzorkami sladu sa použil viacnásobný porovnávací test LSD na hladine významnosti $p < 0,05$.

Výsledky a diskusia

Na zvýšenie extraktívnosti sú v pivovarníctve nevyhnutné slady s vysokými hodnotami extraktu, silnou enzymatickou aktivitou a dobrou modifikáciou (Woonton et al., 2005). Na dosiahnutie sladu optimálnej kvality musí jačmeň spĺňať prísne kvalitatívne požiadavky na technologickú kvalitu. V tejto práci bol analyzovaný obsah beta-glukánov v sledovaných odrodách jačmeňa pomocou fluorimetrickej metódy (FIA) a enzymatickej (enz.) metódy. Z údajov uvedených v tabuľke 1 je zrejmé, že hodnoty obsahu beta-glukánov v testovaných odrodách ($3,08 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ - $4,63 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, enz.), ($2,37 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ - $4,67 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, FIA) sa líšili. Najnižší obsah beta-glukánov zaznamenala odroda Laudis, $2,37 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (metóda FIA) a $3,08 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (enz. metóda). Najvyšší obsah beta-glukánov zaznamenali odrody Overture $4,67 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (metóda FIA) a odroda Karmel ($4,63 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) (enz. metóda), (Tabuľka 1).

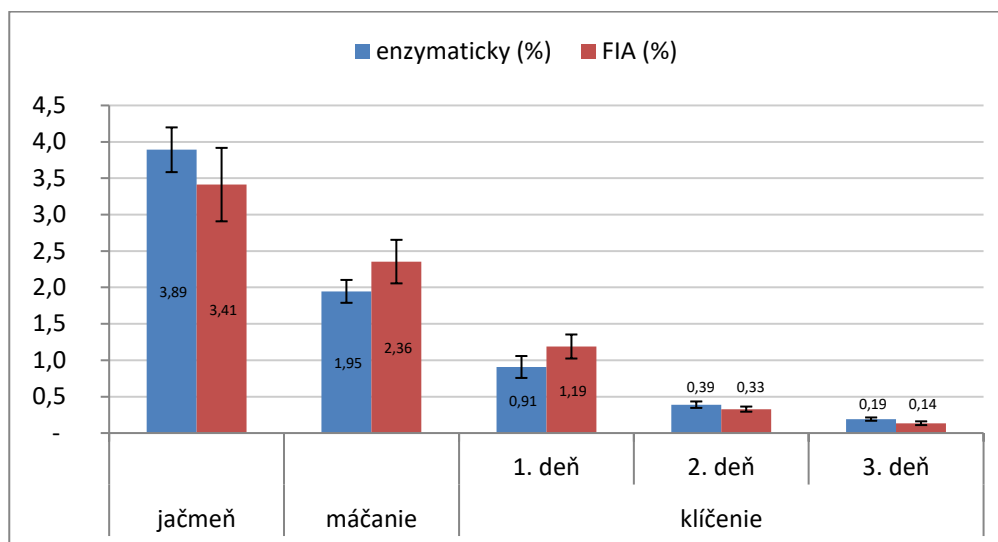
Tabuľka 1: Degradácia beta-glukánov v zrne jačmeňa a sladu v priebehu sladovania

Odrody	Jačmeň		Máčanie		Klíčenie					
					1. deň		2. deň		3. deň	
	enz.	FIA	enz.	FIA	enz.	FIA	enz.	FIA	enz.	FIA
	(g.100g ⁻¹)	(g.100g ⁻¹)	(g.100g ⁻¹)	(g.100g ⁻¹)	(g.100g ⁻¹)	(g.100g ⁻¹)	(g.100g ⁻¹)	(g.100g ⁻¹)	(g.100g ⁻¹)	(g.100g ⁻¹)
Malz	3,91	3,25	1,87	1,95	0,91	1,24	0,38	0,33	0,25	0,13
Kangoo	3,77	4,16	1,64	1,83	0,69	0,90	0,36	0,32	0,18	0,11
Overture	3,92	4,67	2,31	2,30	0,67	1,40	0,34	0,32	0,20	0,16
Laudis 550	3,08	2,37	1,79	2,10	0,89	0,97	0,35	0,34	0,18	0,11
Karmel	4,63	3,62	1,95	2,83	1,25	1,62	0,43	0,38	0,20	0,18
Valis	4,24	2,95	1,97	2,45	1,05	1,21	0,41	0,31	0,22	0,19
Exalis	3,70	2,98	1,80	2,28	0,69	1,01	0,32	0,23	0,15	0,11
Kumran	3,88	3,30	2,22	3,10	1,11	1,16	0,52	0,40	0,16	0,09

Legenda: Hodnoty predstavujú priemery troch opakovaných stanovení (maximálna relatívna smerodajná odchýlka $\pm 5 \%$), enz.-enzymatická metóda, FIA-fluorimetrická metóda

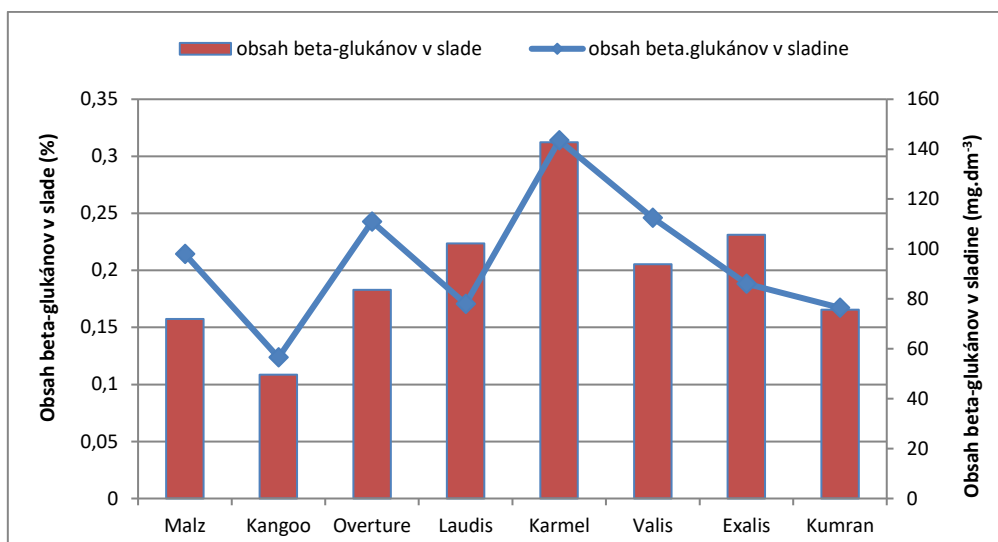
Všetky odrody jačmeňa spĺňali požiadavky pre obsah beta-glukánov v zrne jačmeňa v porovnaní s výsledkami štúdie autorov Wang et al. (2004). Autori zistili priemerný obsah beta-glukánov v ôsmich testovaných odrodách na úrovni 3,8 %. Podľa Marconi et al. (2014) sa obsah beta-glukánov v zrne jačmeňa pohybuje od 2 do 8 %, v závislosti od genetických a environmentálnych faktorov. Sladovnícky jačmeň by mal obsahovať čo najnižší obsah beta-glukánov, do 4 %. Beta-glukány negatívne ovplyvňujú proces rozlúštenia zrna tým, že bránia enzýmom prenikať do bunkových stien endospermu. Ak nedôjde k ich odbúraniu v procese sladovania, prechádzajú až do hotového piva, čím môžu spôsobiť tvorbu zákalov v pive (Marconi et al., 2014; Habschied et al., 2020). V tabuľke 1, v grafe 1 sú uvedené hodnoty obsahu beta-glukánov v hodnotených vzorkách jačmeňa a sladu. Vo všetkých analyzovaných vzorkách sa obsah beta-glukánov v dôsledku procesu máčania a klíčenia znížil. Z výsledkov enzymatickej metódy bol na konci procesu máčania najnižší obsah beta-glukánov $1,64 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ stanovený u odrody Kangoo a najvyšší $2,31 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ u odrody Overture (Tabuľka 1). Obsah beta-glukánov

mal v priebehu procesu klíčenia klesajúcu tendenciu. Na konci procesu klíčenia dosiahla odroda Exalis najnižší obsah beta-glukánov $0,15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, naopak odroda Malz preukázala najvyšší obsah $0,25 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (tab. 1). Predpokladáme, že tento premenlivý pokles obsahu beta-glukánov v rámci jednotlivých odrôd môže byť spôsobený rozdielnym obsahom beta-glukánov v zrne jačmeňa pred sladovaním a rozdielnou aktivitou pôsobenia cytolytického enzýmu beta-glukozidázy.



Graf 1: Priemerné hodnoty obsahu beta-glukánov s hladinami spoľahlivosti v zrne jačmeňa a sladu v priebehu sladovania

V laboratórnych podmienkach bola z hodnotených sladov pripravená kongresná sladina, vo vzorkách ktorej bol stanovený obsah beta-glukánov (Graf 2). Hlavným cieľom optimalizácie procesu sladovania s ohľadom na obsah beta-glukánov je získanie čo najnižších koncentrácií týchto neškrobových polysacharidov v sladine a následne aj v pive. Najnižší obsah beta-glukánov v sladine (enzymatická metóda) bol nameraný pri odrode Kangoo $49 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ a najvyššie hodnoty dosahovala odroda Karmel $127 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (Graf 2). V každodennej praxi sa však tolerujú vyššie hodnoty (EBC, 2010). Európsky pivovarnický dohovor podľa EBC (2007) toleruje limit $<250 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Podľa viacerých autorov Marconi et al. (2014); Basařová et al. (2015) sa za optimálne množstvo beta-glukánov v sladine považuje 150 a $250 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Výsledky ukázali, že analyzované sladiny dosahovali hodnoty beta-glukánov nižšie ako $150 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (Graf 2). Tento nižší obsah beta-glukánov svedčí o dobrej cytolytickej modifikácii a takto pripravený slad by nemal spôsobovať problémy pri filtrácii sladiny v procese varenia piva. Obsah beta-glukánov v slade môže do určitej miery ovplyvniť obsah beta-glukánov v sladine, ako je vidieť z grafu 2, kde odroda s nízkym obsahom beta-glukánov v slade zároveň preukázala najnižší obsah týchto zložiek aj v sladine. Záverom možno povedať, že napriek rozdielnym hodnotám v obsahu beta-glukánov v hodnotených odrodách, bol najnižší obsah zistený u odrody Kangoo a najvyšší u odrody Karmel (Graf 2), a to pri použití oboch metód. Z výsledkov možno konštatovať, že procesom sladovania došlo u všetkých odrôd k významnej degradácii beta-glukánov vzhľadom na počiatočnú koncentráciu týchto zložiek v zrne. Výsledky ukázali, že obsah beta-glukánov procesom sladovania poklesol o 97 %.



Graf 2: Hodnoty obsahu beta-glukánov v slade a sladine analyzované enzymatickou metódou

Získané výsledky boli štatisticky hodnotené jednofaktorovou analýzou rozptylu (ANOVA), (tabuľka 2). Z výsledkov je možné konštatovať, že medzi údajmi nameranými enzymatickou a fluorimetrickou metódou je štatisticky nevýznamný rozdiel. Obe metódy sú rovnako použiteľné na stanovenie obsahu beta-glukánov v jačmeni, sladovanom zrne, slade a v sladine, berúc do úvahy chyby merania. Fluorimetrická metóda je síce náročnejšia na laboratórne vybavenie, ale poskytuje možnosť analyzovať veľké množstvo vzoriek. Medzi základné výhody enzymatickej metódy patrí jej nízka náročnosť na laboratórne vybavenie, metóda však vyžaduje použitie špecifických enzýmov a chemikálií.

Tabuľka 2: Stanovenie rozdielov medzi enzymatickou a fluorimetrickou metódou v obsahu beta-glukánov na základe jednofaktorovej analýzy rozptylu (ANOVA)

Source of Variation	SS	df	MS	F
Methods	0.005138	1	0.005138	0.00293
Error	164.8569	94	1.753797	
Total	164.862	95		

Legenda: SS-Sum of Squares, df-degree of freedom, MS-Mean Square

Záver

Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že proces sladovania pozitívne ovplyvnil výsledný obsah beta-glukánov v sladine. Celkový obsah beta-glukánov procesom sladovania poklesol. Hodnoty beta-glukánov v analyzovaných vzorkách poklesli z počiatočných $3,89 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ na $0,19 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (enzymatickou metódou) a z $3,41 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ na $0,14 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (FIA metódou). Všetky analyzované vzorky spĺňali požiadavky na celkový obsah beta-glukánov v sladine, hodnoty boli nižšie ako $250 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Z dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že vplyvom sladovníckeho procesu, obsah beta-glukánov poklesol o 97 % a medzi výsledkami nameranými enzymatickou a fluorimetrickou metódou sa potvrdil štatisticky nevýznamný rozdiel, čím sú obe metódy rovnako použiteľné na stanovenie obsahu beta-glukánov v jačmeni, v sladovanom zrne, v slade a v sladine.

Literatúra

- Basařová, G., Psota, V., Šavel, J., Basař, P., Paulů, R., Kosař, K., Dostálek, P., Basařová, P., Kellner, V., Mikulíková, R., Čejka, P. 2015. *Sladařství. Teorie a praxe výroby sladu*. 1st edition. Praha: Havlíček Brain Team. ISBN: 978-80-87109-47-2
- Beer, M. U., Wood, P. J., Weisz, J. 1997. Molecular weight distribution and (1 → 3) (1 → 4)-β-d-glucan content of consecutive extracts of various oat and barley cultivars. *Cereal Chemistry*, 74 (4), 476-480. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1997.74.4.476>
- Behall, K. M., Scholfield, D. J., Hallfrisch, J. 2004. Lipids significantly reduced by diets containing barley in moderately hyper-cholesterolemic men. *Journal of the American Nutrition Association*, 23, 55-62. <https://dx.doi.org/10.1080/07315724.2004.10719343>
- Briggs, D. E. 1998. *Malts and Malting*. Selection and purchase of grains. Blackie Academic & Professional. London, ISBN:0412298007
- Cimini, A., Moresi, M. 2014. Beer clarification using ceramic tubular membranes. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 2694-2710. <https://dx.doi.org/10.1007/s11947-014-1338-2>
- Cimini, A., Moresi, M. 2015. A novel cold sterilization and stabilization process applied to a pale lager. *Journal of Food Engineering*, 145, 1-9. <https://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.08.002>
- Cimini, A., De Francesco, G., Perretti, G. 2017. Effect of crossflow microfiltration on the clarification and stability of beer from 100% low-β-glucan barley or malt. *LWT-Food Science and Technology*, 86, 55-61. <https://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.07.033>
- European Brewery Convention, 2007. The new malting barleys for Europe. In *Journal of the Institute of Brewing*, 113 (4), 1-27. <https://dx.doi.org/10.1002/j.2050-0416.2007.tb00748.x>
- European Brewery Convention Analysis committee, 2010, Analytica EBC. Nürnberg: Fachverlag Hans Carl. ISBN 978-3-418-00759-5.
- Goudar, G., Sharma, P., Janghub, S., Longvah, T. 2020. Effect of processing on barley β-glucan content, its molecular weight and extractability. *International Journal of Biological Macromolecules*, 162, 1204-1216. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.208>
- Habschied, K., Lalić, A., Horvat, D., Mastanjević, K., Lukanic, J., Jukić, M., Krstanović, V. 2020. β-Glucan Degradation During Malting of Different Purpose Barley Varieties. *Fermentation*, 6, (1), 2020. <https://dx.doi.org/10.3390/fermentation6010021>
- Holtekjølen, A. K., Uhlen, E., Bråthen, S., Sahlstrøm, S. H. 2006. Contents of starch and non-starch polysaccharides in barley varieties of different origin. *Food Chemistry*, 94, 348-358. <https://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.11.022>
- Marconi, O., Tomasia, I., Dionisio, L., Perretti, G., Fantozzi, P. 2014. Effects of malting on molecular weight distribution and content of water-extractable β-glucans in barley. *Food Research International*, 64, 677-682. <https://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.07.035>
- Mitteuropäischen Brautechnischen Analysenkommission. 2011. Raw materials: barley, adjuncts, malt, hops and hop products. MEBAK, Weihenstephan – Freising, 341 p. ISBN 978-3-98151960-3-8.
- Runavot, J-L., Bakan, B., Geneix, N., Saulnier, L., Moco, K., Guillon, F., Corbineau, F., Boivin, P., Marion, D. 2011. Impact of low hydration of barley grain on β-Glucan degradation and lipid transfer protein (LTP1) modifications during the malting process.

Journal Agricultural Food Chemistry, 59, (15), 8256–8264.
<https://dx.doi.org/10.1021/jf2011134>

Wang, J., Zhang, G., Chen, J., Wu, F. 2004. The changes of β -glucan content and β -glucanase activity in barley before and after malting and their relationships to malt qualities. *Food Chemistry*, 86, 223–228.

<https://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.08.020>

Woonton, B., Jacobsen, J. V., Sherkat, F., Stuart, I. M. 2005. Changes in germination and malting quality during storage of barley. *Journal of the Institute of Brewing*, 111 (1) 33–41. <https://dx.doi.org/10.1002/j.2050-0416.2005.tb00646.x>

PodĎakovanie: Práca bola uskutočnená vĎďaka finančnej podpore projektu KEGA 020SPU-4/2021.

Kontaktná adresa

Ing. Miriam Solgajová, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: miriam.solgajova@uniag.sk.

Mastitídy v chove kôz a počet somatických buniek *Mastitis in dairy goats and somatic cell counts*

Tančin, V.^{1,2}, Gancárová, B.¹, Mačuhová, M.², Uhrinčat', M.², Vršková, M.²,
Tvarožková, K.¹

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

¹Národne poľnohospodárske a potravinové centrum, VÚŽV Nitra

Súhrn

Z mnohých dôvodov má chov dojných kôz v mnohých krajinách dôležité miesto. Najdôležitejším dôvodom je produkcia mlieka pre výživu ľudí. Zdravie vemena významne ovplyvňuje množstvo a kvalitu mlieka. Mastitídy spôsobené mikroorganizmami predstavujú väčšinu zdravotných problémov vemena. Odpoveďou imunitného systému zvierat na prítomnosť mikroorganizmov v mlieku je vyplavenie bielych krviniek do mlieka - somatických buniek. Preto by mal byť počet somatických buniek (PSB) dobrým štandardom ukazujúcim zdravie vemena. V porovnaní s dojnícami je hodnotenie PSB ako ukazovateľa zdravia vemena u kôz otvorenou výskumnou otázkou a neustále sa o ňom diskutuje. Navrhuje sa, aby sa fyziologická hranica SCC pre zdravé vemeno, ako je to u dojníc a čiastočne aj u bahníc, stanovila aj pre dojné kozy.

Kľúčová slova: kozy, mlieko, somatické bunky

Abstract

Dairy goat farming has an important place in many countries for many reasons. The most important reason is the production of milk for human consumption. The health of the udder significantly influences the quantity and quality of the milk. Mastitis caused by micro-organisms accounts for the majority of udder health problems. The response of the animal's immune system to the presence of microorganisms in the milk is to flush white blood cells into the milk - somatic cells. Therefore, the somatic cell count (SCC) should be a good standard to indicate udder health. Compared to dairy cows, the evaluation of SCC as an indicator of udder health in goats is an open research question and is constantly debated. It has been suggested that a physiological SCC threshold for a healthy udder, as is the case for dairy cows and partly for ewes, should also be established for dairy goats.

Key words: goat, milk, somatic cells

Úvod

Oblasť chovu zvierat zameraná na chov dojných kôz má významné postavenie v mnohých krajinách sveta. Chov kôz napomáha rozvoju malých rodinných fariem a ich ekonomickej samostatnosti a tiež prispieva k rozvoju vidieka a udržateľnosti ľudí na vidieku. Kozie mlieko má mnoho pozitívnych výživných vlastností pre konzumenta s tendenciou pôsobenia ako určitý preventívny faktor mnohých ochorení človeka. Dokonca ju mnohí autori označujú ako „funkčnú potravinu“ pre jej moduláciu fyziologických funkcií a vlastností znižujúce riziko chronických ochorení (Hernández-Ledesma et al., 2011).

Aj keď v menšom rozsahu predsa v posledných rokoch aj v chovateľských podmienkach Slovenska je možné vidieť určité pozitívne trendy zvyšovania početných stavov dojných kôz. Ide prevažne o farmy s priamym prepojením na malé mliekarne so spracovaním vlastného mlieka na mliečne výrobky ale s možnosťou predaja pasterizovaného mlieka. Rentabilita chovu dojných kôz je preto závislá na produkcii kvalitného a hygienicky bezpečného kozieho mlieka pre zabezpečenie výroby mliečnych výrobkov ako hlavného

zdroja príjmu farmy. Napríklad, Krupová et al. (2018) v svojej štúdií na farmách s chovom kôz a spracovaním mlieka v Českej republike uvádzajú tržby z predaja mliečnych produktov ako najvýznamnejší zdroj príjmov (až 92 %).

Hygienická a nutričná kvalita kozieho mlieka a následne aj kozích mliečnych výrobkov je závislá od mnohých faktorov, kde medzi tie dôležité patrí zdravotný stav mliečnej žľazy. Predovšetkým pri zdravotnom stave mliečnej žľazy sa najčastejšie uvádza ochorenie zapríčinené patogénnymi mikroorganizmami – mastitída (Tvarožková et al., 2019). Vemeno kôz je vystavené pôsobeniu chovateľského prostredia ako aj dojacej technike. Obidva tieto faktory sú rizikovými pre vznik mastitíd z dôvodu možného prieniku mikroorganizmov cez ceckový kanálik do vemena a tým spôsobiť mastitídu (Tvarožková et al., 2019). Ochorenie vemena na mastitídu, obzvlášť v subklinickej forme, negatívne vplýva nielen na množstvo nadojeného mlieka, ale aj na obsah nutričných látok ako obsah laktózy, bielkovín a tuku (Tančín et al., 2017). Nezanedbateľné sú aj ekonomické straty pre chovateľa, kde napríklad podľa Kováča et al. (2022) v prípade klinickej mastitídy sú ekonomické straty na úrovni 48 eur na kozu a pri subklinických mastitídach sú straty ešte vyššie, až okolo 80 eur na kozu.

V súčasnom období neexistuje legislatíva pre posúdenie zdravia vemena kôz pri výkupe mlieka. Tento fakt znižuje pozornosť chovateľov na chorenie vemena na mastitídu. V každom prípade, ochorenie vemena na mastitídu predstavuje pre chovateľa a spracovateľa významnú ekonomickú záťaž. Je preto pre každého chovateľa kôz viac ako dôležité pravidelne sledovať zdravotný stav mliečnej žľazy ako kľúčového orgánu produkcie mlieka a predovšetkým jeho kvality ako technologickej tak hygienickej.

Pri hodnotení zdravotného stavu vemena sa vychádza zo stanovenia počtu somatických buniek (PSB) a kultivácie na prítomnosť patogénov. Využívanie PSB ako indikátora zdravia vemena kôz je stále otvorená otázka z dôvodu toho, že zatiaľ neboli stanovené limity PSB pre zdravé vemeno ako je tomu pri dojniciach.

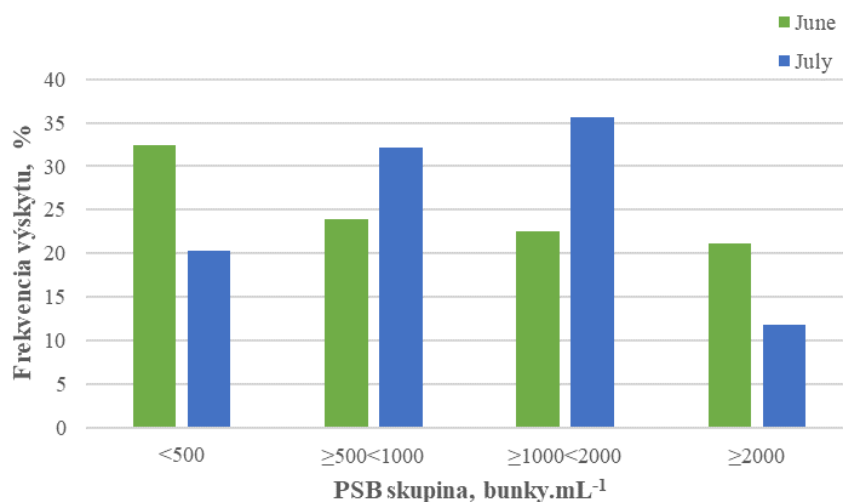
Cieľom uvedenej práce je stručná sumarizácia poznatkov súvisiacich s ochorením vemena kôz na mastitídu a využitím PSB pre riešenie zdravia vemena.

Počet somatických buniek

Somatické bunky v mlieku sú prirodzene vyskytujúce sa epitelové bunky, pochádzajúce zo sekrečného tkaniva a krvi, ako zdroja bielych krviniek v súvislosti s imunitou vemena. Kozie mlieko obsahuje navyše aj cytoplazmatické častice, čo je dané apokrinným typom sekrécie mlieka (Haenlein, 2002). Pri prieniku mikroorganizmov do vemena dochádza k imunitnej reakcii organizmu samice prostredníctvom prieniku bielych krviniek z krvi do mlieka a ich úloha pri likvidácii mikroorganizmov. Z tohto dôvodu ochorenie vemena na mastitídu priamo súvisí so zvýšením PSB, pričom pri uvedenom ochorení sa zvyšuje najmä počet bielych krviniek (leukocytov) ako prirodzenej odozvy imunitného systému na prítomnosť mikroorganizmov v mliečnej žľaze (Bagnická et al., 2011).

Viaceri autori uvádzajú vyšší PSB v kozom mlieku ako v kravskom mlieku (Vařeka et al., 2022). Aj v našej štúdií (Tvarožková et al., 2023) sme potvrdili vysoké PSB vo vzorkách mlieka odobratých z polovic vemena. Ako je uvedené na Grafe 1 priemerný PSB v danom súbore bol $1250 \pm 1265 \times 10^3$ buniek.mL⁻¹, pričom v skupine nad milión bol výskyt nad 50 %. Vyšší PSB v mlieku kôz oproti dojniciam môže byť ovplyvnený nielen rozdielnou fyziológiou sekrécie mlieka, ale aj menej prepracovanými postupmi prevencie a kontroly mastitíd v chove malých prežúvavcov (Laušman et al., 2017). Vysoká variabilita PSB v kozom mlieku, ako uvádzajú mnohé štúdie, môže byť ovplyvnená aj mnohými neinfekčnými faktormi ako sú najmä poradie a štádium laktácie, plemeno,

počet kozliatok vo vrhu, hygiena pri dojení, čas dojenia, pohlavný cyklus a iné (Podhorecká et al., 2021; Kuchtík et al., 2021).



Graf 1: Frekvencia výskytu vzoriek mlieka odobratých z polovic vemená v jednotlivých skupinách PSB v dvoch mesiacoch (Tvarožková et al., 2023)

Význam počtu somatických buniek pre diagnostiku

Zahraničné štúdie ako aj naše doterajšie poznatky uvádzajú, že vyšší PSB v mlieku kôz oproti dojniciam nie vždy súvisia s využitím pri diagnostike subklinických mastitíd vemená kôz (Tvarožková et al., 2019, 2023, Podhorecká et al., 2021). Napriek nejasným vzťahom medzi PSB a zdravím vemená kôz, sa mastitída zaraďuje medzi významné príčiny zvýšenia PSB v kozom mlieku, kde dokonca PSB je závislé od patogénu infikujúceho mliečnu žľazu (Bagnicka et al., 2011). Rupp et al. (2019) vo svojom výskume potvrdzujú, že vyšší priemerný PSB (1542×10^3 buniek.mL⁻¹) zistili v mlieku línii kôz s vysokým skóre somatických buniek a tento nárast bol spojený s vyššou frekvenciou bakteriologicky pozitívnych vzoriek (49 %) oproti línii kôz s nízkym skóre PSB (855×10^3 buniek.mL⁻¹). Podobne aj v našom výskume sme vo vzorkách s PSB nad milión/ml zistili vyššie skóre somatických buniek v prítomnosti patogénu v porovnaní so skóre, kde v mlieku sme nezistili jeho prítomnosť (Tvarožková et al., 2023). Dokonca v tejto štúdii v danom súbore vzoriek sme zistili prítomnosť patogénu len v 12,88 % vzoriek. Je teda zrejmé, že uvedené štúdie poukazujú na vzťah medzi PSB a prítomnosťou patogénov avšak ide o hladiny PSB, ktoré niekoľkonásobne prevyšujú fyziologické hranice akceptovateľné pre zdravé vemená dojníc. Hoci príčiny vysokého PSB v mlieku kôz nie sú celkom objasnené, je sledovanie PSB určitý nástroj pre posúdenie prevalencie mastitíd vemená aj u kôz (Rupp et al., 2019, Tvarožková et al., 2023). Avšak, aj keď bol publikovaný pozitívny vzťah medzi PSB a výskytom patogénov v kozom mlieku, je interpretácia vysokého PSB v kozom mlieku v porovnaní s dojniciam a bahnicam náročnejšia a pri posúdení zdravia vemená nie jednoznačná.

Záver

Pri ochorení vemená na mastitídu je hlavnou príčinou prítomnosť mikrobiálneho patogénu vo vemená a následne prísun bielych krviniek z krvi do vemená – nárast PSB. Je logické, že stanovenie PSB v mlieku je adekvátnym indikátorom zdravia vemená. V porovnaní s chovom dojníc, je v chove kôz stanovenie PSB ako ukazovateľ a zdravia vemená otvoreným vedeckým problémom.

Literatúra

- Bagnicka, E., Winnicka, A., Jozwik, A., Rzewuska, M., Strzalkowska, N., Kościuczuk, E., Prusak, B., Kaba, B., Horbańczuk, J., Krzyzewski, J. 2011. Relationship between somatic cell count and bacterial pathogens in goat milk. *Small Ruminant Research*, vol. 100, no. 1, pp. 72-77.
- Haenlein, G. F. V. 2002. Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. *Small Ruminant Research*, vol. 45, no. 2, pp. 163-178.
- Hernández-Ledesma, B., Ramos, M., Gómez-Ruiz, J. A. 2011. Bioactive components of ovine and caprine cheese whey. *Small Ruminant Research*, vol. 101, No. 1-3 pp. 196-204.
- Kováč, G., Zigo, F., Farkašová, Z., Kováč, M., Vozár, T. 2022. Príčiny vzniku mastitíd malých prežúvavcov. *Roľnícke noviny*, č. 37, pp. 10-11.
- Krupová, Z., Krupa, E., Rychtářová, J., 2018. Impact of udder health on economics of dairy goat. *Journal of Central European Agriculture*, vol. 19, no. 4, pp. 897-905.
- Kuchtík, J., Šustová, K., Sýkora, V., Kalhotka, J., Pavlata, L., Konečná, L. 2021. Changes in the somatic cells counts and total bacterial counts in raw goat milk during lactation and their relationships to selected milk traits. *Italian Journal of Anim. Science*, vol. 20, no. 1, pp. 911-917.
- Laušman, J., Hanuš, O., Kopunecz, P., Kopecký, J., Jedelská, R., Klimešová, M., Němečková, I., Roubal, P., Zlatníček, J. 2017. Laktační dynamika složek a vlastností mléka a ztráty dojivosti podle počtu somatických buněk u koz. *Mlekařské listy*, roč. 28 č. 1, pp. 14-20.
- Podhorecká, K., Borková, M., Šulc, M., Seydlová R., Dragounová, H., Švejcarová, M., Peroutková, J., Elich, O. 2021. Somatic Cell Count in Goat Milk: An Indirect Quality Indicator. *Foods*, vol. 10, no. 5, pp. 1046.
- Rupp, R., Huau, C., Caillat, H., Fassier, T., Bouvier, F., Pampouille, E., Clément, V., Palhière, I., Larroque, H., Tosser-Klopp, G., Jacquiet, P., Rainard, P. 2019. Divergent selection on milk somatic cell count in goats improves udder health and milk quality with no effect on nematode resistance. *Journal of Dairy Science*, vol. 102, no. 6, pp. 5242-5253.
- Tančin, V., Baranovič, Š., Uhrinčať, M., Mačuhová, L., Vršková, M., Oravcová, M. 2017. Somatic cell counts in raw ewes milk in dairy practice: frequency of distribution and possible effect on milk yield and composition. *Mljekarstvo*, vol. 67, No. 4, pp. 253-260.
- Tvarožková, K., Tančin, V., Holko, I., Uhrinčať, M., Mačuhová, L. 2019. Mastitis in ewes: somatic cell counts, pathogens and antibiotic resistance. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. vol. 9, no. 3., pp. 661-670.
- Tvarožková, K., Tančin, V., Uhrinčať, M., Oravcová, M., Hleba, L., Gancárová, B., Mačuhová, L., Ptáček, M., Marnet, P.-G. 2023. Pathogens in milk of goats and their relationship with somatic cell counts. *Journal of Dairy Research*, vol. 90, , pp. 173-177.

Pod'akovanie

Práca podporená riešením projektu Vega 1/0597/22 "Etiológia zmien počtu somatických buniek v mliečnej žľaze kôz: fyziologické a patologické aspekty".

Kontaktní adresa

Vladimír Tančin, prof. Ing., DrSc., SPU – FAPZ Ústav chovu zvierat, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, NPPC-Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 95141 Lužianky, email: vladimir.tancin@uniag.sk.

Vzťah počtu somatických buniek v mlieku dojníc k produkcii mlieka na vybranej farme

Relationship of somatic cell counts in milk of dairy cows to milk production on selected farm

Tančin, V.^{1,2}, Mačuhová, M.², Uhrinčat', M.², Vršková, M.², Tvarožková, K.¹, Oravcová, M.²

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

²Národné poľnohospodárske a potravinové centrum, VÚŽV Nitra

Súhrn

Cieľom štúdie bolo zhodnotiť vplyv počet somatických buniek (PSB) na dennú dojivosť a zloženie mlieka. Údaje (4584 záznamov) o úžitkovosti a zložení mlieka, ako aj o PSB sa získali zo záznamového testovacieho dňa. Údaje sa zbierali v mesačných intervaloch počas obdobia 2019 - 2022. Na základe PSB v mlieku boli dojnice rozdelené do šiestich skupín od najnižšej (pod 2×10^5 buniek/ml) po najvyššiu (1×10^6 buniek/ml). So zvyšujúcou sa skupinou PSB klesala produkcia mlieka od prvej po poslednú skupinu SCC. Podiel tuku a bielkovín sa výrazne zvýšil a podiel laktózy sa medzi prvou a poslednou skupinou PSB znížil. Na záver možno konštatovať, že pravidelné vyhodnocovanie, analýza a využívanie údajov z testovacích dní je dôležitou súčasťou úspešného riadenia chovu dojníc pri zachovaní vysokej produkcie mlieka a jeho zloženia.

Kľúčové slová: *dojnica, produkcia mlieka, zloženie, počet somatických buniek.*

Abstract

The aim of the study was to evaluate the effect of somatic cell counts (SCC) on daily milk yield and milk composition. Data (4584 records) on milk yield and composition as well as SCC were obtained from the recording test day. The data were collected at monthly intervals during the period 2019-2022. Based on SCC in milk, dairy cows were divided into six groups from the lowest (below 2×10^5 cells / ml) to the highest (1×10^6 cells / ml). With increasing SCC group, milk production decreased from first to last SCC group. The percentage of fat and protein has significantly increased and the percentage of lactose has decreased between the first and last SCC group. In conclusion, regular evaluation, analysis and use of test day data is an important part of successful dairy farming management while maintaining high milk production and its composition.

Key words: *dairy cow, milk production, composition, somatic cell counts*

Úvod

Produkcia kvalitného, technologicky vhodného a hygienicky bezpečného mlieka je najdôležitejšou úlohou producentov mlieka. V prvovýrobe sa však podstatná časť úsilia venuje predovšetkým produkcii mlieka ako hlavnému zdroju príjmu podniku. Kvalite mlieka, a hlavne zdravotnému stavu vemená prostredníctvom hodnotenia počtu somatických buniek sa podnik venuje vtedy, ak dochádza k prekročeniu v zmluve dohodnutým hodnotám resp. hodnotám, ktoré podmieňuje legislatíva (EU-853/2004). Podnik v priebehu roka však získava veľmi dôležité informácie o produkcii a kvalite mlieka prostredníctvom kontroly úžitkovosti vykonávanej v mesačných intervaloch. Patria tu tieto základné informácie: nádoj, zložky mlieka, počet somatických buniek – PSB, močovina. Pri pravidelnom vyhodnocovaní uvedených údajov vie ich podnik efektívne využívať pri riadení chovu dojníc. Jedna z najdôležitejších informácií, ktoré

pochádzajú z kontroly úžitkovosti je údaj indikujúci zdravie vemena – počet somatických buniek (PSB) (Tančin, 2013). PSB je považovaný za tzv. zlatý štandard v diagnostike akékoľvek formy mastitídy vemena (Pyörälä, 2003; Bobbo et al., 2017) a je spájaný s poklesom produkcie mlieka a narušením jeho zložiek (Kull et al., 2019).

Cieľom uvedenej práce bolo poukázať na negatívny vplyv vysokého PSB na množstvo mlieka a jeho zloženie v podmienkach prvovýroby.

Materiál a metodika

Do hodnotenia bol zapojený podnik s chovom dojníc plemena slovenské strakaté. Podnik hospodári na Hornej Orave. Z kontroly úžitkovosti z plemenárskeho informačného systému (www.plis.sk) boli získané údaje v priebehu rokov od januára 2019 do októbra 2022. Takto sme celkovo získali a spracovali 4584 údajov. Pre štatistické spracovanie boli vybraté len dojnice s minimálne 9 a maximálne 10 kontrolami úžitkovosti. Celkovo bolo takto hodnotených 295 dojníc s minimálne jednou a maximálne 3 laktáciami.

Dojnice boli na základe počtu somatických buniek v mlieku (PSB) rozdelené do skupín líšiacich sa PSB: Jednotlivé triedy delenia sú uvedené v hlavičke tabuľky. Pre objektívne posúdenie vzťahu PSB (zdravotný stav) k množstvu a zloženiu mlieka boli do štatistického spracovania zahrnuté aj ďalšie informácie o dojniciach ako poradie a štádium laktácie, úžitkovosť a ročné obdobie.

Získané údaje boli spracované v programe Microsoft Office Excel. Vyhodnotenie prebehlo pomocou štatistického programu SAS. Pre stanovenie štatistickej významnosti jednotlivých faktorov zahrnutých do modelu bol použitý Fisherov F – test. Efektívnosť sledovaných vlastností a stanovenie rozdielností sme vyhodnotili Scheffeho multiple range test – om. Pre odhad koeficientov opakovateľnosti celkového nádoja a zloženia mlieka sme použili nasledovný model :

$$y = X\beta + Zu + e$$

y – vektor meraných hodnôt pred sledované ukazovatele

β – pevný efekt pre rok, sezóna, poradie, štádium laktácie, zdravotný stav

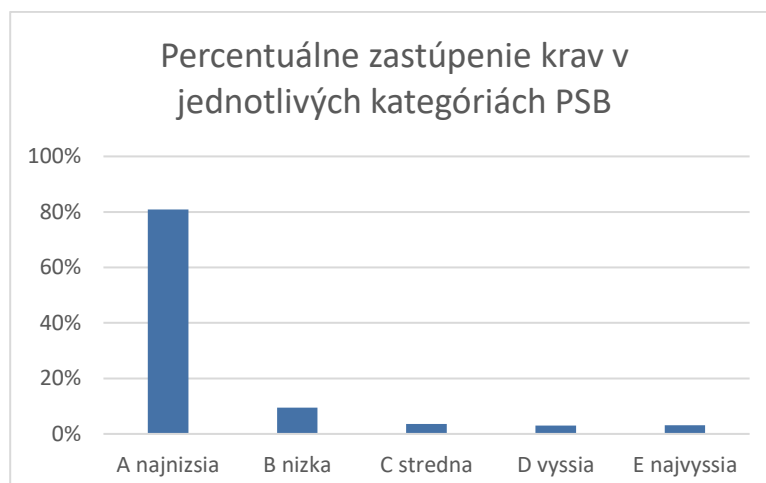
u – náhodný efekt zvierat'a $u \sim N(0, I\delta_2c)$

e – nezávislé, normálne rozdelené náhodne chyby pozorovaní $e \sim N(0, I\delta_2e)$.

Výsledky a diskusia

V grafe 1 uvádzame percentuálne zastúpenie jednotlivých vzoriek mlieka od kráv v PSB skupinách. Na uvedenom podniku bola podstatná časť vzoriek mlieka od kráv zaradená do prvej skupiny t.j. pod 200 000 SB.ml⁻¹. Prakticky do 400 000 SB.ml⁻¹ bolo zaznamenaných až 90 %. Uvedené zastúpenie vzoriek mlieka v jednotlivých PSB skupinách poukazuje na efektívny spôsob manažovania zdravia vemena. Na podniku dlhodobo prebieha protimastitídny program, kde základom preventívnych opatrení a liečenia je aj brakovanie kráv s dlhodobo vysokým PSB.

Ako je uvedené v tabuľke 1 PSB ako faktor významne ovplyvnil nielen nádoj ale aj jednotlivé zložky mlieka. Najvyšší nádoj sme zistili v prvej skupine so štatisticky významným poklesom v ďalších troch PSB skupinách. Najnižší nádoj oproti ostatným skupinám PSB bol nádoj v skupine s najvyšším PSB. Pri percente tuku sme zistili preukazne najnižšiu hodnotu v prvej skupine PSB. Pri percente bielkovín bolo zistené štatisticky významne najvyššie percento v prvej a najvyššie percento v poslednej skupine PSB. Na druhej strane, percento laktózy sa s narastajúcim PSB štatisticky významne znižovalo.



Graf 1. Percentuálne zastúpenie kráv v jednotlivých triedach PSB, A najnižšia = do 200 000 SB.ml⁻¹, B nízka = min. 200 001 SB.ml⁻¹ -max. 400 000 SB.ml⁻¹, C stredná = min. 400 001 SB.ml⁻¹ - max. 600 000 SB.ml⁻¹, D vyššia = min. 600 001 SB.ml⁻¹ - max. 1 000 000 SB.ml⁻¹, E najvyššia = 1 000 001 SB.ml⁻¹ a viac

PSB predstavuje zdravotný stav mliečnej žľazy ovplyvňujúci množstvo a zloženie mlieka. V podmienkach praxe sme potvrdili jeho negatívny vzťah PSB k produkcii mlieka a obsahu laktózy a naopak, s narastajúcim PSB je pozorovaný nárast obsahu bielkovín a tuku v mlieku. V nedávnej našej štúdií realizovanej v podmienkach praxe s chovom holštajnského plemena sme popísali pokles produkcie mlieka nárast percenta tuku a bielkovín a pokles laktózy (Tančín et al., 2020). V experimentálnych podmienkach realizovaných na dojniciach holštajnského plemena sme negatívny preukazný vplyv PSB na produkciu mlieka publikovali už skôr (Tančín et al., 2007). Nedávno Concalves et al. (2018) tiež publikovali straty na dennej produkcii mlieka spôsobené zvýšeným PSB. V inej štúdií sa však najnižší obsah tuku, beztukovej sušiny, bielkovín a laktózy stanovil v mlieku s SCC >500x10³ buniek.mL⁻¹ (Kull et al., 2019). Ďalej sa zistilo, že % tuku vyjadriilo negatívnu fenotypovú koreláciu s SCC (Wagay et al., 2018). Bezman et al. (2015) zistili pokles produkcie mlieka a laktózy so zvýšeným PSB.

Tabuľka 1. Vplyv počtu somatických buniek na produkciu a zloženie mlieka

Ukazovateľ PSB (x.ml ⁻¹)	Nádoj na pôdoj, kg		Tuk, %	
	Priemer	Std. Error	Priemer	Std. Error
do 200 000	12,15 ^a	0,13	4,20 ^a	0,02
200 000,1 - 400 000	11,03 ^b	0,17	4,30 ^b	0,04
400 000,1 - 600 000	11,03 ^b	0,23	4,33 ^b	0,05
600 000,1 - 1 000 000	11,04 ^b	0,24	4,26 ^{ab}	0,06
1 000 000,1 a viac	10,61 ^c	0,24	4,33 ^b	0,05
Ukazovateľ PSB	Bielkoviny, %		Laktóza, %	
	Priemer	Std. Error	Priemer	Std. Error
do 200 000	3,61 ^a	0,01	4,84 ^a	0,01
200 000,1 - 400 000	3,66 ^b	0,02	4,72 ^b	0,01
400 000,1 - 600 000	3,66 ^b	0,02	4,67 ^{bc}	0,02
600 000,1 - 1 000 000	3,66 ^b	0,02	4,64 ^{cc}	0,02
1 000 000,1 a viac	3,68 ^b	0,02	4,56 ^d	0,02

a,b,c,d,e, – štatistická preukaznosť priemerov s rozdielnymi písmenami

Záver

To, že PSB, ako indikátor zdravotného stavu vemena, sa spája so znížením produkcie mlieka a obsahu laktózy a zvýšením obsahu bielkovín a tuku sme potvrdili aj v bežných chovateľských podmienkach s chovom slovenského strakatého plemena. Systematické spracovávanie a vyhodnocovanie údajov z Kontroly užitočnosti by malo byť súčasťou rozhodnutí pri manažovaní stáda.

Literatúra

- Bezman, D., Lemberskiy-Kuzin, L., Katz, G., Merin, U., Leitner, G. 2015. Influence of intramammary infection of a single gland in dairy cows on the cow's milk quality. *Journal of Dairy Research*, vol. 82, no. 3, p. 1-8.
- Bobbo, I., Ruegg, P. L., Stocco, G., Fiore, E., Gianesella, M., Morgante, M., Pasotto, D., Bittante, G., Cecchinato, A. 2017. Associations between pathogen-specific cases of subclinical mastitis and milk yield, quality, protein composition, and cheese-making traits in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, vol. 100, no. 6, p. 4868-4883.
- EU regulation 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 on the specific hygiene rules for food of animal origin. OJ L 139, 30.4.2004, p. 55-205.
- Kull, E., Sahin, A., Atasever, S., Ugurlutepe, E., Soyander, M. 2019. The effects of somatic cell count on milk yield and milk composition in Holstein cows. *Veterinarski Arhiv*, vol. 89, no. 2, p. 143-154.
- Pyörälä, S. 2003. Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis. *Veterinary Research*, vol. 34, 2003, no. 5, p. 565-578.
- Tančin, V. 2013. Somatic cell counts in milk of dairy cows under practical conditions. *Slovak Journal of Animal Science*, vol. 46, no. 1, p. 31-34.
- Tančin, V., Ipema, A. H., Hogewerf, P. 2007. Interaction of Somatic Cell Count and Quarter Milk Flow Patterns. *Journal of Dairy Science*, vol. 90, no. 5, p. 2223-2228.
- Tančin, V., Mikláš, Š., Čobirka, M., Uhrinčať, M., Mačuhová, L. 2020. Factors affecting raw milk quality of dairy cows under practical conditions. *Slovak Journal of Food Science (Potravinarstvo)*, Vol. 14, p. 744-749.
- Wagay, M. A., Tomar, A. K. S., Lone, S. A., Singh, A. K., Carolina, P. 2018. Association of milk quality parameters with teat and udder traits in Tharparkar cows. *Indian Journal of Animal Research*, vol. 52, no. 9, p. 1368-1372.

PodĎakovanie

Táto publikácia bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja č. APVV-18-0121 "Vplyv zvierat'a a faktorov prostredia na produkciu mlieka a zdravie vemena dojníc na Slovensku".

Kontaktná adresa

Vladimír Tančin, prof. Ing., DrSc., SPU – FAPZ Ústav chovu zvierat, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, NPPC-Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 95141 Lužianky, email: vladimir.tancin@uniag.sk.

Mikroskopické huby spôsobujúce znehodnotenie rajčiakov v obchodoch

Microscopic fungi causing spoilage of tomatoes in stores

Tančinová, D., Barboráková, Z., Mašková, Z., Mrvová, M.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Mikroskopické huby sú hlavnou príčinou kazenia ovocia a zeleniny. Cieľom výskumu bolo identifikovať mikroskopické huby zodpovedné za kazenie rajčiakov počas predaja. Z 23 vzoriek boli ako pôvodcovia ich znehodnotenia identifikované rody: *Penicillium* (69,6 % vzoriek), *Botrytis* a *Geotrichum* (26,1 %), *Alternaria* (21,7 %), *Mucor* (13,0 %), *Aspergillus*, *Cladosporium* a *Rhizopus* (8,6 %), *Fusarium* (4,3 %). Na znehodnotení 16 vzoriek sa podieľali druhy viacerých rodov.

KLúčové slová: rajčiaky, kazenie, mikroskopické huby

Abstract

The microscopic fungi are the main cause of spoilage of fruits and vegetables. The aim of the research was to identify microscopic fungi responsible for the spoilage of tomatoes during sales. Of the 23 rotten samples, the following genera were identified as the causative agents of their degradation: *Penicillium* (69.6% of the samples), *Botrytis* and *Geotrichum* (26.1%), *Alternaria* (21.7%), *Mucor* (13.0%), *Aspergillus*, *Cladosporium* and *Rhizopus* (8.6%), *Fusarium* (4.3%). Species of several genera were involved in the deterioration of 16 samples.

Key words: tomatoes, spoilage, microscopic fungi

Úvod

Rozsah pozberových strát ovocia a zeleniny dosahuje až 50 %. Pozberové straty ovocia a zeleniny vznikajú počas zberu, pozberovej manipulácie a skladovania, počas distribúcie, predaja ako i u spotrebiteľov (Elik et al., 2019). Romanazzi et al. (2016) uvádzajú, že viac ako tretina zozbieraného ovocia a zeleniny sa nedostáva ku zákazníkovi najmä v dôsledku pozberového znehodnotenia. Rajčiaky obsahuje veľké množstvo vody, ktorá spôsobuje, že sú náchylnejšie na znehodnotenie mikroskopickými hubami. Niektoré druhy, spôsobujúce znehodnocovanie rajčiakov, môžu produkovať mykotoxíny, ktoré sú škodlivé pre ľudské zdravie (Samuel a Orli, 2015). Buzby et al. (2016) odhadli, že straty rajčiakov počas maloobchodného predaja predstavujú približne 13 %. Väčšina pozberových strát - hnilôb je spôsobená mikroorganizmami, najmä fytopatogénnymi hubami (Deng et al., 2020).

Cieľom výskumu bolo identifikovať pôvodcov spôsobujúcich znehodnotenie rajčiakov počas predaja.

Materiál a metodika

V pokuse sme sa zamerali na izoláciu a identifikáciu pôvodcov znehodnotenia rajčiakov počas ich predaja. Celkovo sme analyzovali 23 vzoriek (16 vzoriek cherry rajčiakov a 7 vzoriek rajčiakov). Vzorky sme odoberali z dvoch obchodných reťazcov. Analyzované vzorky vykazovali viditeľné znehodnotenie. Z napadnutých častí rajčiakov sme mikroskopické huby preočkovali na agar so sladínovým extraktom (MEA). Petriho misky sme následne kultivovali pri teplote 25 ± 1 °C 7 dní. Na základe

makromorfologických a mikromorfologických znakov sme izoláty identifikovali do rodov, resp. druhov. Na druhovú identifikáciu zástupcov rodov *Aspergillus* a *Penicillium* sme okrem MEA použili aj ďalšie identifikačné kultivačné médiá. Petriho misky boli kultivované 7 dní v tme pri teplote 25 ± 1 °C. Pri hodnotení výsledkov výskytu rodov mikroskopických húb sme využili ukazovateľ „frekvencia výskytu“, ktorý vyjadruje podiel vzoriek, v ktorých sa daný rod vyskytol minimálne raz.

Výsledky a diskusia

Vzorky boli odoberané v štádiu, kedy sa na nich prejavilo plesnivenie. Všetky vzorky boli pred dátumom spotreby. Prehľad pôvodcov znehodnotenia vzoriek je uvedený v Tabuľke 1. Pri väčšine vzoriek zaplesnivenie spôsobili zástupcovia viacerých rodov mikroskopických húb. Najväčšiu frekvenciu výskytu (Tabuľka 2) sme zaznamenali pri rode *Penicillium* (69,6 %), nasledovali druhy rodov *Geotrichum* a *Botrytis* (26,1 %), *Alternaria* (21,7 %), *Mucor* (13,0 %), *Aspergillus*, *Cladosporium* a *Rhizopus* (8,6 %) a *Fusarium* (4,3 %). Zástupcovia rodu *Penicillium* sme identifikovali ako najčastejšiu príčinu zaplesnivenia cherry rajčiakov a rajčiakov. Identifikovali sme druhy *Penicillium olsonii*, *P. expansum*, *P. griseofulvum*, *P. subleptaticum*, *P. crustosum*, *P. waksmanii*, *P. thomii* a *Penicillium* sp. Zo zástupcov tohto rodu sa na plesnivení rajčiakov najčastejšie podieľal druh *P. olsonii*. Živkovič et al. (2021) poukazujú na výskyt hniloby na cherry rajčiakoch spôsobených *P. olsonii* a popisujú ho ako významného pozberového patogéna spôsobujúceho ekonomické straty na cherry rajčiakoch. Druh *Geotrichum candidum* sme identifikovali ako druh spôsobujúci zaplesnivenie vzoriek rajčiakov pri 26,1 % vzoriek. Thomidis et al. (2021) popisujú tento druh ako významného patogéna spôsobujúceho hnilobu ovocia a zeleniny. Podobne aj *Botrytis cinerea* sa podieľal na znehodnotení 26,1 % vzoriek. *B. cinerea* je významným fytopatogénom a pozberovým patogénom. Spôsobuje sivú hnilobu mnohých druhov ovocia a zeleniny (Romanazzi et al., 2016; Ahmed et al., 2016; Brito et al., 2021 a ďalší). V troch vzorkách sa na plesnivení podieľal rod *Mucor*. Podobne Aminu et al. (2021) uvádzajú *Mucor* sp., ako pôvodcu znehodnotenia rajčiakov počas predaja. Ďalším rodom spôsobujúcim kazenie bol rod *Cladosporium*. Huby patriace do tohto rodu sú kozmopolitné a sú schopné rásť na rozmanitých substrátoch a hostiteľoch. *Cladosporium* spp. spôsobuje znehodnotenie rozmanitých poľnohospodársky významných plodín. Avšak etiológia chorôb spájaných so zástupcami tohto rodu je stále nejasná (Rosado et al., 2019). *Rhizopus stolonifer* bol ďalším druhom, ktorý sme identifikovali ako pôvodcu hniloby rajčiakov. Bautista-Baños et al. (2014) uvádzajú, že tento druh spôsobuje hnilobu, ktorá je známa ako mäkká, resp. rhizopusová hniloba. Zo zástupcov rodu *Aspergillus* sme identifikovali druhy *A. ochraceus* a *A. parasiticus*. Obidva druhy patria medzi potenciálnych producentov mykotoxínov. Okrem týchto dvoch potenciálnych producentov mykotoxínov sme identifikovali aj ďalšie druhy schopné produkovať mykotoxíny ako *Penicillium expansum*, *P. griseofulvum*, *P. crustosum*, druhy rodov *Alternaria* a *Fusarium*. Rod *Alternaria* sme identifikovali ako pôvodcu znehodnotenia v 21,7 % vzoriek. Tento rod uvádza ako príčinu znehodnotenia rajčiakov aj Tournas (2005).

Záver

Na znehodnocovaní rajčiakov v obchodoch sa najčastejšie podieľali zástupcovia rodu *Penicillium* > *Botrytis* = *Geotrichum* > *Alternaria* > *Mucor* > *Aspergillus* = *Cladosporium* = *Rhizopus* > *Fusarium*. Pri mnohých vzorkách sa na ich znehodnocovaní podieľali súčasne zástupcovia viacerých rodov.

Tabuľka 1: Mikroskopické huby podieľajúce sa na znehodnotení analyzovaných vzoriek rajčiakov a cherry rajčiakov v obchodoch

Vzorky	Pôvodcovia znehodnotenia
cherry rajčiaky	<i>P. olsonii</i>
	<i>B. cinerea</i> , <i>Cladosporium</i> sp., <i>P. olsonii</i>
	<i>Alternaria</i> sp., <i>B. cinerea</i>
	<i>Alternaria</i> sp., <i>P. expansum</i> , <i>R. stolonifer</i>
	<i>B. cinerea</i> , <i>G. candidum</i> , <i>P. olsonii</i>
	<i>G. candidum</i> , <i>P. olsonii</i>
	<i>P. griseofulvum</i> , <i>P. olsonii</i> , <i>Penicillium</i> sp., <i>P. thomii</i>
	<i>P. griseofulvum</i> , <i>P. olsonii</i>
	<i>P. sublectaticum</i>
	<i>P. olsonii</i>
	<i>P. sublectaticum</i>
	<i>A. ochraceus</i> , <i>Mucor</i> sp.
	<i>A. parasiticus</i>
	<i>B. cinerea</i> , <i>Mucor</i> sp.
	<i>R. stolonifer</i>
	<i>Penicillium olsonii</i>
	rajčiaky
<i>Alternaria</i> sp., <i>Cladosporium</i> sp., <i>G. candidum</i> , <i>P. crustosum</i>	
<i>Alternaria</i> sp., <i>G. candidum</i> , <i>P. olsonii</i> , <i>P. waksmanii</i>	
<i>G. candidum</i> , <i>P. olsonii</i>	
<i>P. griseofulvum</i>	
<i>B. cinerea</i> , <i>G. candidum</i>	
<i>B. cinerea</i> , <i>Fusarium</i> sp., <i>Mucor</i> sp.	

Legenda: A. – *Aspergillus*, B. – *Botrytis*, G. – *Geotrichum*, P. – *Penicillium*, R. – *Rhizopus*

Tabuľka 2: Frekvencia výskytu rodov mikroskopických húb spôsobujúcich plesnivenie

Rod	Frekvencia výskytu v %
<i>Alternaria</i>	21,7
<i>Aspergillus</i>	8,6
<i>Botrytis</i>	26,1
<i>Cladosporium</i>	8,6
<i>Geotrichum</i>	26,1
<i>Fusarium</i>	4,3
<i>Mucor</i>	13,0
<i>Penicillium</i>	69,6
<i>Rhizopus</i>	8,6

Literatúra

Aminu, M., Naka, J. N., Kalgo, A. S., & Patrick, R. J. 2021. Fungal and Bacterial Species Associated with the Deterioration of Fresh Tomato Fruits (*Lycopersium esculentum* M.) Sold in Aliero Market, Kebbi State. *Int. J. Sci. Res. in Biological Sciences*, vol. 8, no. 2. <https://lnk.sk/omqw>

- Bautista-Baños, S., Bosquez-Molina, E., & Barrera-Necha, L. L. 2014. *Rhizopus stolonifer* (soft rot). In Bautista-Baños, S. *Postharvest Decay*. Amsterdam, Netherland : Elsevier, pp. 1-44. ISBN 978-0-12-411552-1.
- Brito, C., Hansen, H., Espinoza, L., Faúndez, M., Olea, A. F., Pino, S., & Díaz, K. 2021. Assessing the control of postharvest gray mold disease on tomato fruit using mixtures of essential oils and their respective hydrolates. *Plants*, vol.10, no. 8, pp. 1719. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/plants10081719>
- Buzby, J. C., Bentley, J. T., Padera, B., Campuzano, J., & Ammon, C. 2016. *Updated supermarket shrink estimates for fresh foods and their implications for ERS loss-adjusted food availability data*, pp. 40-40. United States Department of Agriculture, Economic Research Service. <https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/44100/eib-155.pdf?v=2785.9>
- Deng, L.-Z., Mujumdar, A. S., Pan, Z., Vidyarthi, S. K., Xu, J., Zielinska, M., & Xiao, H.-W. 2020. Emerging chemical and physical disinfection technologies of fruits and vegetables: A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 60, no. 15, pp. 2481–2508. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1649633>
- Elik, A., Yanik, D. K., Istanbulu, Y., Guzelsoy, N. A., Yavuz, A., & Gogus, F. 2019. Strategies to reduce post-harvest losses for fruits and vegetables. *Strategies*, vol. 5, no. 3, pp. 29-39. <https://doi.org/10.7176/jstr/5-3-04>
- Romanazzi, G., Sanzani, S. M., Bi, Y., Tian, S., Martínez, P. G., & Alkan, N. 2016. Induced resistance to control postharvest decay of fruit and vegetables. In *Postharvest Biology and Technology*, vol. 122, pp. 82-94. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.08.003>
- Rosado, A. W., Custodio, F. A., Pinho, D. B., Ferreira, A. P. S., & Pereira, O. L. 2019. *Cladosporium* species associated with disease symptoms on *Passiflora edulis* and other crops in Brazil, with descriptions of two new species. In *Phytotaxa*, vol. 409, no. 5, pp. 239-260. Dostupné na: <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.409.5.1>
- Samuel, O., & Orji, M. U. 2015. Fungi associated with the spoilage of postharvest tomato fruits sold in major markets in Awka, Nigeria. *Universal Journal of Microbiology Research*, vol. 3, no. 2, pp. 11-16. <https://doi.org/10.13189/ujmr.2015.030201>
- Thomidis, T., Prodromou, I., Farmakis, A., & Zambounis, A. 2021. Effect of temperature on the growth of *Geotrichum candidum* and chemical control of sour rot on tomatoes. *Tropical Plant Pathology*, vol. 46, no. 5, pp. 545-552. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s40858-021-00453-1>
- Tournas, V. H., & Katsoudas, E. 2005. Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruits. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 105, no. 1, pp. 11-17. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2005.05.002>
- Živković, S., Ristić, D. & Stošić, S., 2021. First Report of *Penicillium olsonii* causing postharvest fruit rot on tomato in Serbia. *Plant Disease*, vol. 105, no. 8, pp.2246. <https://doi.org/10.1094/pdis-02-21-0323-pdn>

Pod'akovanie

Tento výskum bol podporený projektom VEGA 1/0517/21.

Kontaktná adresa

prof. Ing. Dana Tančinová, PhD., SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav biotechnológie, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: dana.tancinova@uniag.sk.

Vliv prášku z potměníka moučného (*Tenebrio molitor*) na senzoričnou jakost bezlepkového chleba

*The effect of mealworm (*Tenebrio molitor*) powder on gluten-free bread sensory quality*

Tauferová, A., Czerníková, A., Tremlová, B.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Vzhledem k vzrůstajícímu výskytu onemocnění spojených s lepem je nezbytné zabývat se vývojem bezlepkových výrobků, které by současně byly nutričně vyvážené. Za účelem zvýšení nutriční hodnoty je možné přidávat do bezlepkových chlebů jak rostlinnou vlákninu, tak i hmyzí prášek jako zdroj vlákniny i proteinů. Cílem této práce bylo vyhodnotit vliv přídatku prášku z potměníka moučného (*Tenebrio molitor*) v kombinaci s dalšími rostlinnými druhy vlákniny na organoleptické vlastnosti bezlepkových chlebů. Panel 19 školených hodnotitelů provedl jak kvantitativní deskriptivní, tak i hedonickou analýzu. Vzorek s nejvyšším obsahem hmyzího prášku (13 %) vykazoval nejnižší intenzitu typické chlebové vůně (3,5) a současně nejvyšší intenzity cizí vůně (4,6) i cizí chuti (6,7). Vzorky s přídáním směsi rostlinné vlákniny vykazovaly statisticky významně nižší tvrdost, vyšší vlhkost a vyšší pórovitost. Vyšší přídatek hmyzího prášku vedl k lepšímu vybarvení kůrky. Vzorek s přídatkem hmyzího prášku 9 % se vyznačoval nejvyšším hodnocením v příjemnosti vzhledu i textury a dosahoval tak společně se směsnými vzorky nejvyšší celkové hodnocení.

Klíčová slova: pekařské výrobky, hmyz, senzoričká analýza

Abstract

Given the increasing prevalence of gluten-related diseases, it is essential to address the development of gluten-free products that are also nutritionally balanced. In order to increase the nutritional value, both plant fibre and insect powder can be added to gluten-free breads as a source of both fibre and protein. The aim of this study was to evaluate the effect of the addition of mealworm (*Tenebrio molitor*) powder in combination with other plant fibre species on the organoleptic properties of gluten-free breads. A panel of 19 trained evaluators performed both quantitative descriptive and hedonic analyses. The sample with the highest insect powder content (13%) showed the lowest intensity of typical bread aroma (3.5) and simultaneously the highest intensities of foreign aroma (4.6) and foreign taste (6.7). Samples with added plant fibre mixture showed statistically significantly lower hardness, higher moisture content and higher porosity. Higher addition of insect powder resulted in better crust colouration. The sample with 9% insect powder was the highest in terms of pleasantness of appearance and texture and, together with the samples containing mixture of plant fibre, had the highest overall score.

Key words: bakery products, insects, sensory analysis

Úvod

V současné době již mají spotřebitelé k dispozici mnohem širší sortiment bezlepkových pekařských výrobků, nicméně nízký podíl vlákniny představuje jeden z jejich největších nedostatků (Chockchaisawasdee et al., 2023).

V odvětví bezpečkové potravinářské výroby by proto měl být kladen důraz na produkci co nejvíce nutričně vyvážených výrobků, které budou pro konzumenty současně sensoricky přijatelné. Za účelem zlepšení nutriční hodnoty bezpečkového pečiva se do těsta může přidávat například rostlinná vláknina, která ovlivní vláčnost, chuť a do určité míry také barvu. Další zajímavou možností je přidavek hmyzích prášků, jako zdroje vlákniny a bílkovin. Zájem o hmyzí produkty v poslední době narůstá. Jelikož do budoucna může nadměrná produkce živočišných produktů narazit na jistá úskalí, hmyzí produkty se z environmentálního hlediska jeví jako vhodná alternativa (Borges et al., 2022). Hmyz je relativně málo náročný, potřebuje málo vody, krmiva a také menší prostory na chov (Bas et al., 2022). Prášek z pomletého hmyzu navíc představuje zajímavý způsob, jak kromě vlákniny a proteinů výrazně nutričně obohatit produkt o antioxidanty nebo také vitamín B₁₂ (Kowalski et al., 2022; van Huis and Rumpold, 2023). Má hnědou barvu a jeho chuť bývá popisována jako lehce oříšková (Hartwick and Olsen, 2019).

Cílem této práce bylo vyhodnotit vliv přídavku hmyzího prášku, konkrétně prášku z potměníka moučného (*Tenebrio molitor*) v různých koncentracích, a také v kombinaci s dalšími rostlinnými druhy vlákniny na organoleptické vlastnosti bezpečkových chlebů. Pro účely tohoto experimentu byly připraveny vzorky bezpečkových chlebů netradiční metodou bez hnětení.

Materiál a metodika

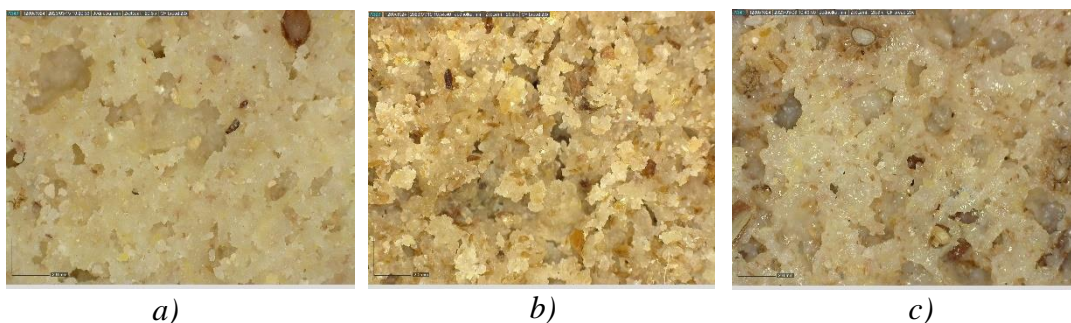
Bylo připraveno celkem 7 experimentálních vzorků bezpečkových chlebů: 6 vzorků s přídavkem prášku z potměníka moučného v různých poměrech (2 %, 5 %, 9 % a 13 %), z toho dva směsné vzorky, které kromě hmyzího prášku obsahovaly také další přídavek rostlinné vlákniny a kontrolní vzorek bez hmyzího prášku a přidané vlákniny. Přesné složení směsných vzorků je uvedeno v tabulce 1. Suroviny použité pro účely přípravy bezpečkových chlebů pocházely z lokální tržní sítě. Prášek z potměníka moučného (*Tenebrio molitor*) byl zakoupen ze specializovaného e-shopu.

Tabulka 1: Složení směsných vzorků bezpečkových chlebů

Vzorek/Typ přídavku	S_1	S_2
Hmyzí prášek	2%	2%
Psyllium	2%	2%
Chia semeno	2%	2%
Jablečná vláknina	2%	4%
Lněné semeno	4%	8%

Základní receptura pro přípravu kontrolního vzorku bezpečkového chleba zahrnovala tyto složky: rýžovou mouku polohrubou (150 g), kukuřičnou mouku polohrubou (80 g), pohankovou mouku hladkou (70 g), guarovou gumu (6 g), droždí (7 g), sůl (10 g), kmín (4 g), cukr (3 g) a vlažnou vodu (300 ml). Příprava vzorků proběhla v technologické učebně Ústavu hygieny a technologie potravin rostlinného původu Veterinární univerzity Brno. Psyllium, chia semeno, jablečná vláknina i lněné semeno byly den před pečením ponechány nabobtnat.

Postup byl následující: droždí bylo aktivováno v míse s cukrem a vlažnou vodou. Směs jednotlivých druhů mouk, guarová guma, sůl a kmín byly připraveny v samostatné míse. Poté byla směs přidána k aktivovanému droždí a připravené těsto se nechalo 90 min kynout. Poté se těsto nechalo dokynout ve formě dalších 30 min. Zapékací teplota byla 220 °C, čas pečení 20 min, následovala další fáze pečení při teplotě 180 °C (20 min). Dopékací fáze zahrnovala 20-30 min při téže teplotě bez formy. Všechny vzorky byly ponechány do následujícího dne, kdy proběhlo krájení a samotná sensorická analýza.



Obrázek 1: Vybraní zástupci vzorků experimentálních chlebů.

a) kontrolní vzorek; b) vzorek s obsahem 13 % hmyzího prášku; c) směsný vzorek s obsahem 2 % hmyzího prášku a přidané rostlinné vlákniny

Senzorická analýza

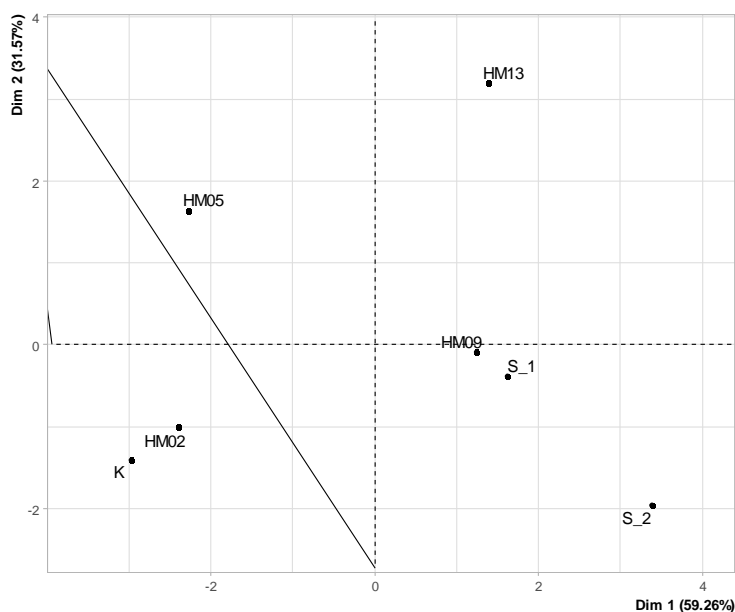
Senzorická analýza byla provedena prostřednictvím panelu 19 školených hodnotitelů s věkovým průměrem 30 let. V jednom bloku bylo hodnoceno 4 až 5 vzorků. Vzorky chleba o tloušťce přibližně 1,5 cm byly označeny číselným kódem. Neutralizátorem byla neperlivá voda. Byla provedena jak kvantitativní deskriptivní, tak i hedonická analýza, a to prostřednictvím kategorií ordinálních stupnic od 1 do 9, přičemž 1 odpovídala nejnižší intenzitě i nejnižší příjemnosti. Ke statistickému vyhodnocení výsledků byl použit software R 3.3.3 (The R Foundation for Statistical Computing, Rakousko), použitou metodou byla analýza základních komponent.

Výsledky a diskuze

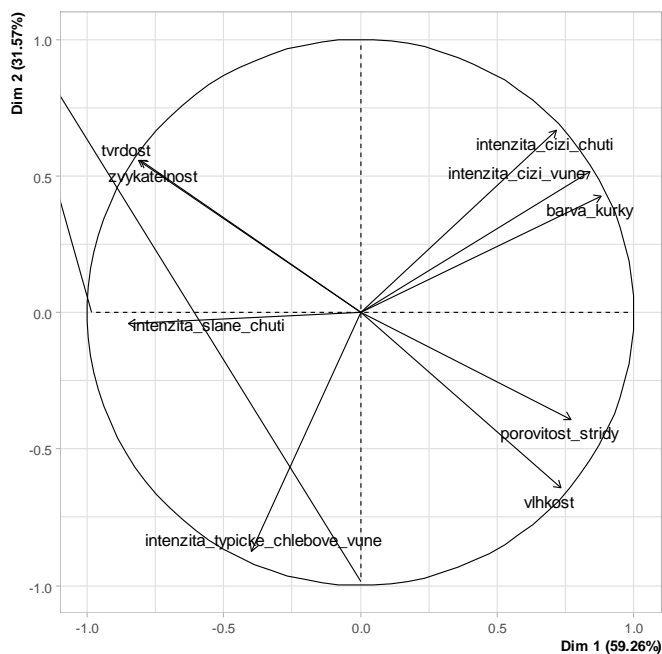
Výsledky kvantitativní deskriptivní analýzy experimentálních vzorků bezlepkových chlebů obohacených o přídavek prášku z potměníka jsou na obrázcích 2 a 3. Graf výsledků analýzy základních komponent popisuje 90,83 % celkové variability.

Malice s p-hodnotami Hotellingových T2 testů pro dvojice formulací bezlepkových chlebů s přídavkem hmyzího prášku (Tabulka 2) ukazuje, že mezi experimentálními vzorky byla z hlediska kvantitativní deskriptivní analýzy potvrzena řada statisticky významných rozdílů. V souladu s původní hypotézou vykazoval kontrolní vzorek nejvyšší intenzitu typické chlebové vůně, kdežto vzorek s nejvyšším obsahem hmyzího prášku (HM13) vykazoval nejnižší intenzitu typické chlebové vůně a současně nejvyšší intenzity cizí vůně (4,6) i cizí chuti (6,7). Směsné vzorky vykazovaly z důvodu přidané nabobtnané vlákniny statisticky významně nižší tvrdost, vyšší vlhkost a vyšší pórovitost. To je v souladu s Djordjević et al. (2019) a Sabanis et al. (2009), kteří uvádějí, že přídavek vlákniny může značně zlepšit texturu, objem a také další organoleptické vlastnosti. Statisticky významné rozdíly byly zaznamenány také v případě deskriptoru barva kůrky, kdy vyšší přídavek hmyzího prášku vedl k lepšímu vybarvení kůrky. Bezlepkové pečivo

bývá díky použitým surovinám často světlé a přídavek vlákniny mimo jiné také může vést ke zlepšení senzorické jakosti, a to především díky změně barvy (Ozyigit et al., 2020).



Obrázek 2: Mapa vzorků (kvantitativní deskriptivní analýza)



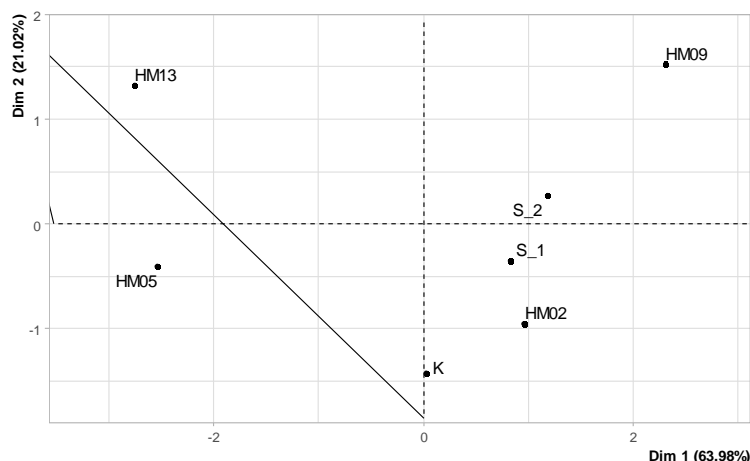
Obrázek 3: Graf proměnných (kvantitativní deskriptivní analýza)

Tabulka 2: Statistické vyhodnocení rozdílů mezi vzorky bezlepkových chlebě s přidavkem hmyzího prášku z hlediska kvantitativní deskriptivní analýzy

	HM02	HM05	HM09	HM13	K	S_1	S_2
HM02	1	p<0,01	p<0,001	p<0,001	p>0,05	p<0,001	p<0,001
HM05	p<0,01	1	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001	p<0,001
HM09	p<0,001	p<0,001	1	p<0,01	p<0,001	p>0,05	p<0,05
HM13	p<0,001	p<0,001	p<0,01	1	p<0,001	p<0,001	p<0,001
K	p>0,05	p<0,001	p<0,001	p<0,001	1	p<0,001	p<0,001
S_1	p<0,001	p<0,001	p>0,05	p<0,001	p<0,001	1	p<0,05
S_2	p<0,001	p<0,001	p<0,05	p<0,001	p<0,001	p<0,05	1

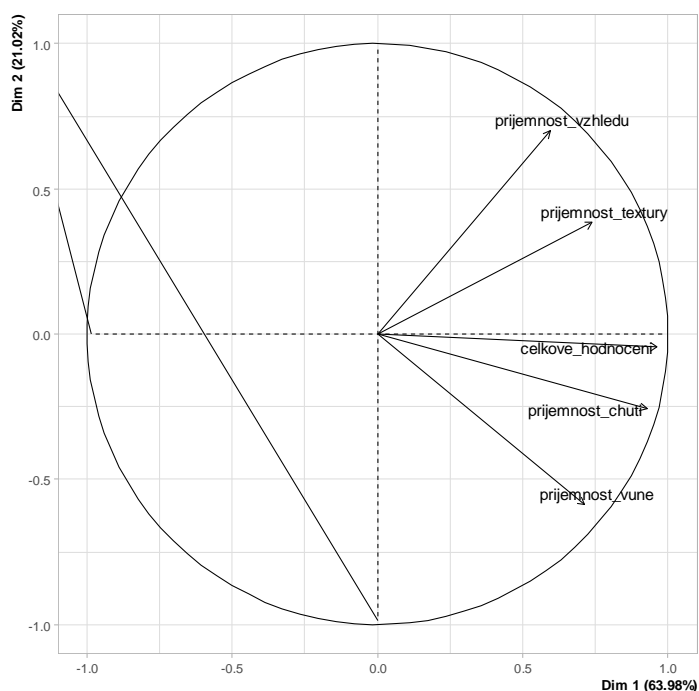
*Hodnoty zvýrazněné zelenou barvou indikují statisticky významný rozdíl.

Výsledky hedonické analýzy experimentálních vzorků bezlepkových chlebě obohacených o přidavek prášku z potemníka jsou na obrázcích 4 a 5. Graf výsledků analýzy základních komponent popisuje 85 % celkové variability.



Obrázek 4: Mapa vzorků (hedonická analýza)

Jak je vidět z obrázků 4 a 5 a také z tabulky 3, přidavek hmyzího prášku statisticky významně ovlivnil příjemnost bezlepkových chlebě v několika deskriptorech. Nejvyšší přidavek (13 %) vedl ke statisticky významně nižší příjemnosti vůně i chuti, nicméně vzorek s druhým nejvyšším přidavkem hmyzího prášku (9 %) se už vyznačoval nejvyšším hodnocením v příjemnosti vzhledu i textury a dosahoval tak společně se směsnými vzorky nejvyšší celkové hodnocení. Podobně Kowalski et al. (2022) uvádějí, že pro konzumenty je přijatelný přidavek hmyzu v podobě prášku do výše 10 %. Vzorky HM13 a HM05 dosáhly pouze podprůměrného celkového hodnocení kvůli statisticky významně nižší příjemnosti chuti. Všechny ostatní experimentální vzorky byly celkově hodnoceny spíše pozitivně a srovnatelně s kontrolním vzorkem bez přidavku hmyzího prášku. Podle González et al. (2019) má volba druhu hmyzu v důsledku rozdílného obsahu nenasycených mastných kyselin poměrně velký vliv na sensorické charakteristiky výrobků, přičemž potemník moučný (*T. molitor*) je z hlediska organoleptických charakteristik méně výrazný. Významným přínosem obohacování pekařských výrobků několika druhy vlákniny je podle Ranaivo et al. (2022) navíc fakt, že konzumace takovýchto chlebě výrazně zlepšuje inzulínovou senzitivitu.



Obrázek 5: Graf proměnných (hedonická analýza)

Tabulka 3: Průměrné hedonické hodnocení bezlepkových chlebů s přidavkem hmyzího prášku

Deskriptor/ Vzorek	Příjemnost vzhledu	Příjemnost vůně	Příjemnost textury	Příjemnost chuti	Celkové hodnocení
HM13	6,1	4,2	5,3	4,5	4,9
HM05	5,9	5,5	4,9	4,6	4,6
K	5,4	6,1	5,7	6,0	6,1
S_1	6,3	5,6	5,5	6,0	6,4
HM02	6,1	6,5	5,9	5,6	6,1
S_2	6,9	5,7	5,4	6,0	6,4
HM09	7,2	5,8	6,9	5,9	6,4

*Hodnoty zvýrazněné zelenou barvou jsou statisticky významně vyšší, hodnoty zvýrazněné růžovou barvou jsou statisticky významně nižší.

Závěr

Přídavek hmyzího prášku významně ovlivňuje sensorické charakteristiky bezlepkových chlebů. Vyšší podíl hmyzího prášku vede ke snížení příjemnosti v chuti a vůni dodáním netypických tónů, které mohou částečně překrývat typickou chlebovou chuť a vůni. Na druhou stranu tento přídavek může pozitivně ovlivnit vzhled výrobku, a to tím, že přispívá k lepšímu vybarvení kůrky. Jako optimální se jeví obsah hmyzího prášku do 9 %. Další možností zvýšení nutriční hodnoty bezlepkových chlebů je přídavek kombinace nižšího podílu hmyzího prášku s přidanou rostlinnou vlákninou, kdy je riziko výskytu výraznější specifické vůně a chuti a tudíž i zamítnutí ze strany spotřebitele výrazně nižší.

Literatura

- Bas, A. and El, S. N. 2022. Nutritional evaluation of biscuits enriched with cricket flour (*Acheta domestica*). *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 29, 100583.
- Borges, M. M., da Costa, D. V., Trombete, F. M., Câmara, A. K. F. I. 2022. Edible insects as a sustainable alternative to food products: an insight into quality aspects of reformulated bakery and meat products. *Current Opinion in Food Science*, vol. 46, 100864.
- Djordjević, M., Šoronja-Simović, D., Nikolić, I., Djordjević, M., Šereš, Z., Milašinić-Šeremešić, M. 2019. Sugar beet and apple fibres coupled with hydroxypropylmethylcellulose as functional ingredients in gluten-free formulations: Rheological, technological and sensory aspects. *Food Chemistry*, vol. 295, pp. 189-197.
- González, C. M., Garzón, R., Rosell, C. M. 2019. Insects as ingredients for bakery goods. A comparison study of *H. illucens*, *A. domestica* and *T. molitor* flours. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 51, pp. 205-210.
- Hartwick, P., Olsen, N. 2019. Why Cricket Flour Is the Food of the Future. Online. 8 March 2019. healthline.com. [Accessed 2 March 2023]. Retrieved from: https://www.healthline.com/health/food-nutrition/cricket-flour-nutrition#TOC_TITLE_HDR_1
- Chockchaisawasdee, S., Mendoza, M. C., Beecroft, C. A., Kerr, A. C., Stathopoulos, C. E., Fiore, A. 2023. Development of a gluten free bread enriched with faba bean husk as a fibre supplement. *LWT*, vol. 173, 114362.
- Kowalski, S., Mikulec, A., Mickowska, B., Skotnicka, M., Mazurek, A. 2022. Wheat bread supplementation with various edible insect flours. Influence of chemical composition on nutritional and technological aspects. *LWT*, vol. 159, 113220.
- Ozyigit, E., Eren, İ., Kumcuoglu, S., Tavman, S. 2020. Large Amplitude Oscillatory Shear (LAOS) analysis of gluten-free cake batters: The effect of dietary fiber enrichment. *Journal of Food Engineering*, vol. 275, 109867.
- Ranaivo, H., Thirion, F., Béra-Maillet, C., Guilly, S., Simon, C. et al. 2022. Increasing the diversity of dietary fibers in a daily-consumed bread modifies gut microbiota and metabolic profile in subjects at cardiometabolic risk. *Gut Microbes*, vol. 14, e2044722.
- Sabanis, D., Lebesi, D., Tzia, C. 2009. Development of fibre-enriched gluten-free bread: A response surface methodology study. *International journal of food sciences and nutrition*, vol. 60, pp. 174-190.
- van Huis, A., Rumpold, B. 2023. Strategies to convince consumers to eat insects? A review. *Food Quality and Preference*, vol. 110, 104927.

Kontaktní adresa

Ing. Alexandra Tauferová, Ph.D., VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: tauferovaa@vfu.cz.

Vplyv svetelných podmienok skladovania na farbu, celkový obsah fenolových zlúčenín a obsah hydroxymethylfurfuralu v mede

Effect of Light Storage Conditions on Color, Total Phenolic Content and Hydroxymethylfurfural Content in Honey

Tkáč, M., Vorlová, L., Bartáková, K.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

V priebehu skladovania vplýva na med viacero faktorov. Jedným z nich je aj pôsobenie svetla, čo môže mať za následok zmenu vlastností medu. Farba medu je prirodzená a charakteristická vlastnosť medu, daná prítomnosťou rôznych chemických zlúčenín. Jednými z nich sú aj fenolové zlúčeniny, ktoré sa významne podieľajú na pozitívnych vlastnostiach medu. Prirodzenou zložkou medu je aj hydroxymethylfurfural, ktorý je ale spájaný s radou negatívnych zdravotných účinkov. Analyzovaných bolo celkom 12 vzoriek medov priamo od českých včelárov, ktoré boli skladované na svetle a v tme po dobu 12 mesiacov. Bolo detegované, že z hľadiska nutričnej hodnoty je významné skladovať med v tme, pretože 12-mesačné skladovanie medov na svetle malo za následok v priemere 6,4-násobný, štatisticky vysoko významný ($p < 0,01$), nárast obsahu hydroxymethylfurfuralu.

Kľúčová slova: *Folin-Ciocalteu, med od včelárov, chemické zloženie medu, spektrometria*

Abstract

During storage, honey is affected by several factors. One of them is the effect of light, which can result in a change in the honey's properties. The color of honey is a natural and characteristic property of honey, given by the presence of various chemical compounds. One of them are phenolic compounds, which significantly contribute to the positive properties of honey. Hydroxymethylfurfural is also a natural component of honey, but it is associated with several negative health effects. A total of 12 honey samples directly from Czech beekeepers, which were stored in the light and in the dark for 12 months, were analyzed. It was detected that it is important to store honey in the dark, because 12-month storage of honey in the light resulted in an average 6.4 times statistically highly significant increase in the content of hydroxymethylfurfural ($p < 0.01$).

Key words: *Folin-Ciocalteu, beekeepers honey, chemical composition of honey, spectrometry*

Úvod

Farba potraviny je jedným z faktorov ovplyvňujúcich rozhodovanie a voľbu spotrebiteľa. Je prirodzenou a charakteristickou vlastnosť medu a závisí najmä od prítomnosti rastlinných pigmentov zahŕňajúcich karotenoidy (karotény a xantofyly), antokyány, flavonoidy a polyfenoly. Ďalej sa na farbe medu podieľajú aj aminokyseliny a minerálne látky (Baglio, 2018). Farba medu veľmi úzko koreluje s celkovým obsahom fenolových zlúčenín (Tkáč et al., 2022). Fenolové zlúčeniny sa významne podieľajú na vlastnostiach medu, ako antioxidačná kapacita, antiradikálová kapacita a tiež antilipoperoxidačná aktivita, čo potvrdzujú detegované veľmi tesné a štatisticky významné závislosti medzi celkovým obsahom fenolových zlúčenín a týmito parametrami (Beretta et al., 2005; Bertonecelj et al., 2007; Kuš et al., 2014; Flanjak et al., 2016). Hydroxymethylfurfural tvorí prirodzenú súčasť medu vzhľadom na prítomnosť vhodných reaktantov, ktoré sa

zapájajú do Maillardovej reakcie. Skladovanie je jedným z faktorov, ktorý má vplyv na farbu, celkový obsah fenolových zlúčenín a obsah hydroxymethylfurfuralu v mede (Spano et al., 2006; Islam et al., 2014; Korkmaz et Küplülü, 2017; Apriceno et al., 2018; Czipa et al., 2019; Yalçın, 2021; Raweh et al., 2022).

Cieľom bolo zistiť, či skladovanie medov za rôznych svetelných podmienok, konkrétne na svetle a v tme bude mať rozdielny vplyv na farbu, celkový obsah fenolových zlúčenín a obsah hydroxymethylfurfuralu.

Materiál a metodika

Analyzované boli vzorky medov (n=12) odobrané priamo od včelárov z oblasti Jihomoravského kraja. Tieto vzorky boli označené F1 až F12. Vzorky boli skladované v dvoch svetelných režimoch: v tme bez prístupu svetla a na prirodzenom dennom svetle bez pôsobenia priameho slnečného žiarenia. Vzorky boli uchovávané pri teplote $+21 \pm 2$ °C, v PMMA kyvetách (Kartell, Taliansko) určených pre použitie v UV a VIS oblasti spektra, o objeme 4,5 ml. Kyvety boli uzatvorené tvrdeným polystyrénom a prevrstvené voskom. Zmena farby bola sledovaná v intervale 1, 2, 3 a 12 mesiacov, zmena celkového obsahu fenolových zlúčenín a zmena obsahu hydroxymethylfurfuralu po 12 mesiacoch skladovania.

Farba bola meraná pomocou fotometra HI96785 Honey Color Photometer (Hanna Instruments, Rumunsko) a vyjadrená v jednotkách mm Pfund. Celkový obsah fenolových zlúčenín bol stanovený Folin-Ciocalteuovou metódou podľa Silici et al. (2010) a vyjadrený v mg ekvivalentov kyseliny galovej (GAE) na 100 g medu (mg GAE/100 g). Obsah hydroxymethylfurfuralu bol stanovený metódou vysoko účinnej kvapalinovej chromatografie s UV detekciou na kvapalinovom chromatografe Waters Alliance 2695 a detektore Waters 2996 (Waters, USA) metódou podľa Bogdanov et al. (2009). Výsledný obsah hydroxymethylfurfuralu bol vyjadrený v mg na kg medu.

Štatistické hodnotenie nameraných dát bolo vykonané s použitím programu Excel (Microsoft Corp., USA) a programu Unistat 6.5 (Unistat Ltd., Spojené kráľovstvo). Použité boli Tukey HSD test a Dunnettov test, na hladine významnosti testu $\alpha=0,05$.

Výsledky a diskuse

Zmena farby

Zmena farby medov skladovaných na svetle bola u jednotlivých vzoriek variabilná, na čo poukazujú aj detegované minimálne a maximálne rozdiely medzi počiatočnou hodnotou farby a farbou v danom mesiaci skladovania. Tieto rozdiely sú prezentované v tabuľke 1. Po dobu prvých troch mesiacov skladovania na svetle bola farba medov v priemere $0,9 \pm 0,1$ až $0,9 \pm 0,2$ násobná v porovnaní s počiatočnou hodnotou a táto zmena bola štatisticky nevýznamná ($p>0,05$). Po roku skladovania medov na svetle bola farba medov vyššia ako na počiatku, v priemere $1,2 \pm 0,1$ násobná, ale rovnako štatisticky nevýznamná ($p>0,05$).

U rovnakých vzoriek skladovaných v tme, bol detegovaný postupný nárast farby medu. Po 12 mesiacoch skladovania medov v tme, bola farba medov v priemere $1,8 \pm 0,3$ násobná v porovnaní s počiatočnými hodnotami a táto zmena bola štatisticky vysoko významná ($p<0,01$). Štatisticky vysoko významný rozdiel ($p<0,01$) bol detegovaný aj medzi farbou medov skladovaných na svetle a v tme po 12 mesiacoch skladovania.

Vplyv skladovania na farbu medov sledovali aj iní autori. Raweh et al. (2022) detegovali štatisticky významný ($p<0,05$) nárast farby medu po 4 mesiacoch skladovania pri teplote $+25$ °C. U nami analyzovaných vzoriek medov bol detegovaný štatisticky významný

($p < 0,01$) nárast farby až po 12 mesiacoch skladovania v tme. Czipa et al. (2019) sa vo svojej práci zamerali na zmenu farby agátových medov v dôsledku 2-ročného skladovania v tme pri teplote 20 °C. Rovnakí autori tiež detegovali po 2 rokoch skladovania v tme u jednej vzorky medu pokles farby. V rámci nami analyzovaných vzoriek medov neboli detegované pokles farby ani po 12 mesiacoch skladovania v tme. Detegované rozdiely mohli byť spôsobené aj nižším počtom vzoriek, ktoré vyšetrovali Czipa et al. (2019), rozdielnym chemickým zložením a tiež odchýlkami v podmienkach skladovania. Zmena farby nebola počas skladovania u vzoriek uniformná, ale značne variabilná pravdepodobne v dôsledku variability chemického zloženia analyzovaných medov.

Tabuľka 1: Porovnanie hodnôt farieb u medov skladovaných na svetle a v tme

Rozdiel	Svetlo				Tma			
	Porovnávané mesiace							
	0.–1.	0.–2.	0.–3.	0.–12.	0.–1.	0.–2.	0.–3.	0.–12.
minimálny	0,7	0,7	0,6	1,0	1,0	1,1	1,1	1,4
maximálny	1,1	1,1	1,2	1,3	1,1	1,2	1,3	2,4
priemerný	0,9	0,9	0,9	1,2	1,1	1,1	1,2	1,8
	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,1	± 0,0	± 0,1	± 0,1	± 0,3
medián	0,9	0,9	0,9	1,1	1,0	1,1	1,2	1,8
štatistický	0	0	0	0	0	0	0	**
	svetlo 1–tma 1		svetlo 2–tma 2		svetlo 3–tma 3		svetlo 12–tma 12	
štatistický	0		0		0		**	

Vysvetlivky: (0) štatisticky nevýznamný rozdiel ($p > 0,05$), (**) štatisticky vysoko významný rozdiel ($p < 0,01$)

Zmena celkového obsahu fenolových zlúčenín

Na počiatku skladovania sa celkový obsah fenolových zlúčenín vo vzorkách medov pohyboval od $30,5 \pm 1,2$ mg GAE/100 g po $58,5 \pm 0,2$ mg GAE/100 g, s priemernou hodnotou $42,6 \pm 9,0$ mg GAE/100 g. Po 12 mesiacoch skladovania medov na svetle bol celkový obsah fenolových zlúčenín v priemere $40,5 \pm 9,1$ mg GAE/100 g, čo predstavovalo len takmer 5% štatisticky nevýznamný ($p > 0,05$) pokles. Rovnako aj 12-mesačné skladovanie medov v tme malo za následok štatisticky nevýznamný 3% nárast ($p > 0,05$) celkového obsahu fenolových zlúčenín, s priemernou hodnotou $43,8 \pm 14,7$ mg GAE/100 g. Napokon, bolo zistené, že po 12 mesiacoch skladovania neexistoval štatisticky významný rozdiel ($p > 0,05$) v celkovom obsahu fenolových zlúčenín medzi medmi skladovanými na svetle a v tme.

Czipa et al. (2019) detegovali nárast celkového obsahu fenolových zlúčenín po 2-ročnom skladovaní medov v tme, pričom tento nárast bol oveľa vyšší (20 % až 22 %), v porovnaní s nami detegovaným nárastom. Yalçın (2021) zasa zistil, že pôsobenie slnečného žiarenia po dobu 10 dní spôsobilo štatisticky významný ($p < 0,05$) pokles celkového obsahu fenolových zlúčenín. Vzhľadom na skutočnosť, že celkový obsah fenolových zlúčenín je spájaný s pozitívnymi vlastnosťami medu, je zachovanie celkového obsahu fenolových zlúčenín v mede v priebehu skladovania kľúčové.

Zmena obsahu hydroxymethylfurfuralu

Na počiatku skladovania sa obsah hydroxymethylfurfuralu u vzoriek medov pohyboval v rozmedzí od $0,9 \pm 0,2$ mg/kg po $8,2 \pm 0,1$ mg/kg, s priemernou koncentráciou $4,0 \pm 2,3$ mg/kg. Po 12 mesiacoch skladovania na svetle bol u všetkých vzoriek detegovaný nárast obsahu hydroxymethylfurfuralu. Medy skladované na svetle mali po 12 mesiacoch v priemere 6,4-násobne vyšší obsah hydroxymethylfurfuralu než na

počiatku. Rovnako aj skladovanie medov v tme malo za následok nárast obsahu hydroxymethylfurfuralu. Po 12 mesiacoch bol obsah hydroxymethylfurfuralu v priemere 2,6-násobne vyšší než na počiatku. Oba rozdiely v obsahu hydroxymethylfurfuralu boli štatisticky vysoko významné ($p < 0,01$). Navyše, štatisticky vysoko významný ($p < 0,01$) bol aj rozdiel v obsahu hydroxymethylfurfuralu u medov skladovaných na svetle a v tme. Zhodne s našimi výsledkami detegovali nárast obsahu hydroxymethylfurfuralu v mede dôsledku skladovania v tme aj Korkmaz et Küplülü (2017), Czipa et al. (2019) a Raweh et al. (2022). Korkmaz et Küplülü (2017) zistili, že 12-mesačné skladovanie medu spôsobilo nárast obsahu hydroxymethylfurfuralu z hodnoty $14,2 \pm 0,65$ mg/kg na hodnotu $29,1 \pm 0,83$ mg/kg pri teplote skladovania 22 ± 2 °C, čo predstavovalo viac ako 2-násobný nárast. V rámci nami analyzovaného súboru mala na počiatku skladovania najvyššiu hodnotu hydroxymethylfurfuralu vzorka F11 ($8,2 \pm 0,1$ mg/kg) a skladovanie po dobu 12-mesiakov v tme spôsobilo nárast obsahu hydroxymethylfurfuralu na hodnotu $19,5 \pm 0,2$ mg/kg pri teplote skladovania $+21 \pm 2$ °C, čo predstavovalo viac ako 2,4-násobný nárast, teda nárast veľmi podobný autorom Korkmaz et Küplülü (2017). Raweh et al. (2022) dokonca detegovali už po 8 mesiacoch skladovania medu pri teplote 25 °C až 15-násobný nárast hydroxymethylfurfuralu, z hodnoty $1 \pm 0,2$ mg/kg na $15 \pm 4,9$ mg/kg. Rozdielny obsah hydroxymethylfurfuralu u rovnakých vzoriek medov skladovaných za rovnakých teplotných podmienok v režime na prirodzenom dennom svetle, bez pôsobenia priameho slnečného žiarenia a v tme, poukázali na skutočnosť, že nielen tepelná energia v podobe záhrevu medu urýchľuje priebeh Maillardovej reakcie, ale aj energia elektromagnetického žiarenia v podobe prirodzeného denného svetla urýchľuje priebeh Maillardovej reakcie a potenciuje tvorbu hydroxymethylfurfuralu.

Záver

Vzájomným porovnaním všetkých troch sledovaných parametrov (farba, celkový obsah fenolových zlúčenín a obsah hydroxymethylfurfuralu) bolo zistené, že 12-mesačné skladovanie na svetle spôsobilo v priemere 1,2-násobný, štatisticky nevýznamný nárast farby medu ($p > 0,05$), 0,95-násobný, štatisticky nevýznamný pokles celkového obsahu fenolových zlúčenín ($p > 0,05$) a 6,4-násobný, štatisticky vysoko významný nárast obsahu hydroxymethylfurfuralu ($p < 0,01$). Naproti tomu 12-mesačné skladovanie v tme spôsobilo v priemere 1,8-násobný, štatisticky vysoko významný nárast farby medu ($p < 0,01$), štatisticky nevýznamnú zmenu celkového obsahu fenolových zlúčenín ($p > 0,05$) a 2,5-násobný, štatisticky vysoko významný nárast obsahu hydroxymethylfurfuralu ($p < 0,01$). Na záver možno konštatovať, že z nutričného hľadiska je významné skladovať med v tme.

Literatura

- Apriceno, A., Girelli, A.M., Scuto, F.R. & Tarola, A.M. 2018. Determination of furanic compounds and acidity for Italian honey quality. *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 33, no. 6, pp. 411–419.
- Baglio, E. 2018. *Chemistry and Technology of Honey Production*. Switzerland: Springer International Publishing. ISBN 978-3-319-65749-3.
- Beretta, G., Granata, P., Ferrero, M., Orioli, M. & Maffei Facino, R. 2005. Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica Chimica Acta*, vol. 533, no. 2, pp. 185–191.
- Bertoncelj, J., Doberšek, U., Jamnik, M. & Golob, T. 2007. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chemistry*, vol. 105, no. 2, pp. 822–828.

- Bogdanov, S., Martin, P. and Lüllmann, C. Harmonised methods of the European Honey Commission. *Apidologie*. 1997, no. extra issue, p. 1-59. Revidováno: Bogdanov, S. *Harmonised methods of the International Honey Commission* [online]. Liebfeld: Swiss Bee Research Centre, FAM, 2009, p. 63. Dostupné z: <https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>.
- Czipa, N., Kovács, B. & Phillips, C.J.C. 2019. Composition of acacia honeys following processing, storage and adulteration. *Journal of Food Science and Technology*, vol. 56, no. 3, pp. 1245–1255.
- Islam, M.N., Khalil, M.I., Islam, M.A. & Gan, S.H. 2014. Toxic compounds in honey. *Journal of Applied Toxicology*, vol. 34, no. 7, pp. 733–742.
- Flanjak, I., Kenjerić, D., Primorac, L. & Bubalo, D. 2016. Characterisation of selected Croatian honey types based on the combination of antioxidant capacity, quality parameters, and chemometrics. *European Food Research and Technology*, vol. 242, no. 4, pp. 467–475.
- Korkmaz, S.D. & Küplülü, Ö. 2017. Effects of storage temperature on HMF and diastase activity of strained honeys. *Ankara Universitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, vol. 64, no. 4, pp. 281–287.
- Kuś, P.M., Congiu, F., Teper, D., Sroka, Z., Jerković, I. & Tuberoso, C.I.G. 2014. Antioxidant activity, color characteristics, total phenol content and general HPLC fingerprints of six Polish unifloral honey types. *LWT - Food Science and Technology*, vol. 55, no. 1, pp. 124–130.
- Raweh, H.A.S., Badjah-Hadj-Ahmed, A.Y., Iqbal, J. & Alqarni, A.S. 2022. Impact of Different Storage Regimes on the Levels of Physicochemical Characteristics, Especially Free Acidity in Talh (*Acacia gerrardii* Benth.) Honey. *Molecules*, vol. 27, no. 18, p. 5959.
- Silici, S., Sagdic, O. & Ekici, L. 2010. Total phenolic content, antiradical, antioxidant and antimicrobial activities of Rhododendron honeys. *Food Chemistry*, vol. 121, no. 1, pp. 238–243.
- Spano, N., Casula, L., Panzanelli, A., Pilo, M.I., Piu, P.C., Scanu, R., Tapparo, A. & Sanna, G. 2006. An RP-HPLC determination of 5-hydroxymethylfurfural in honey: The case of strawberry tree honey. *Talanta*, vol. 68, no. 4, pp. 1390–1395.
- Tkáč, M., Vorlová, L., Borkovcová, I. & Golian, J. 2022. Physicochemical and bioactive characterization of beekeeper and market honeys. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, vol. 34, no. 4, pp. 268–278.
- Yalçın, G. 2021. Effects of Thermal Treatment, Ultrasonication, and Sunlight Exposure on Antioxidant Properties of Honey. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, vol. 18, no. 6, pp. 776–780.

Poděkování

Táto práca vznikla s finančnou podporou prostriedkov Institucionální podpory výzkumu přidelených Ústavu hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie FVHE, VETUNI Brno.

Kontaktní adresa

Mgr. Matej Tkáč, Ph.D., VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: tkacm@vfu.cz.

Kyslomliečne baktérie izolované z nebovinných mliek a ich vlastnosti *Lactic acid bacteria isolated from non-bovine milk and their properties*

Tomáška, M., Drončovský, M., Kološta, M.

Výskumný ústav mliekárenský, a.s.; Dlhá 95, 010 15 Žilina, Slovensko

Súhrn

Kyslomliečna kultúra VUM-23 bola izolovaná z ovčieho hrudkového syra, vyrobeného z nepasterizovaného mlieka. Bola charakterizovaná ako zmes kmeňov *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*. Jedná sa o mezofilnú, homofermentatívnu kultúru, produkujúcu na mlieku sensoricky príjemný koagulát. Kultúra preživala v simulovanom prostredí gastrointestinálneho traktu, čo je dôležitá predispozícia pre jej eventuálne probiotické vlastnosti. Môže byť teda reutilizovaná pri výrobe kyslomliečnych výrobkov, ale aj syrov z pasterizovaného ovčieho a kozieho mlieka.

Kľúčové slová: *Nebovinné mlieka, kyslomliečne baktérie, predispozícia pre probiotické vlastnosti*

Abstract

The lactic acid culture VUM-23 was isolated from sheep lump cheese, made from unpasteurized milk. It was characterized as a mixture of *Lactococcus lactis* subsp. *Lactis* strains. It was characterized as mesophilic, homofermentative, producing a sensory-pleasing coagulum on milk. It survived in a simulated environment of the gastrointestinal tract, which is an important predisposition for its eventual probiotic properties. It can therefore be reused in the production of fermented dairy products and cheese from pasteurized sheep's and goat's milk.

Key words: *Non-bovine milk, lactic acid bacteria, predisposition to probiotic properties*

Úvod

Kvalitu fermentovaných mliečnych výrobkov determinujú mnohé technologické faktory. Medzi najdôležitejšie faktory patria mikroorganizmy tvoriace štartovacie kultúry (Leroy and De Vuyst, 2004). Najdôležitejšie kritéria výberu štartovacích kultúr sú acidifikácia, aróma, chuť, stabilita a textúra. Ale dôležité sú aj ďalšie doplnkové znaky, ako napríklad ochranný účinok kultúr, či schopnosť predispozície vykazovať probiotické účinky (Zielińska and Kolożyn-Krajewska, 2018; Shahid Riaz et al., 2015).

Najvýznamnejším atribútom pre probiotické baktérie je prežívanie a rast v gastrointestinálnom trakte (ďalej „GIT“). Preukázanie schopnosti, že baktérie sú schopné prežiť tranzit GIT a ovplyvňovať jeho mikroflóru je dôležité na etablovanie probiotických vlastností. In vitro testami je možné čiastočne predikovať správanie sa mikroorganizmov v ľudskom tele. Medzi základné testy in vitro patrí skúmanie rezistencie voči žalúdočným šťavam (ďalej „GJ“) a žľčovým soliam (ďalej „BS“). Významná úloha sa pripisuje aj zvýšenej aktivite hydrolázy žľčových solí (ďalej „BSH“). Dekonjugáciou žľčových solí sa znižuje ich toxicita voči mikroflóre gastrointestinálneho traktu.

Materiál a metódy

Kultúra VUM-23 bola izolovaná vo Výskumnom ústave mliekárenskom, a.s. z ovčieho hrudkového syra vyrobeného zo surového ovčieho mlieka v salašnických podmienkach v rámci riešenia projektu APVV-20-0204. Ide o originálnu kultúru, ktorá má perspektívne

využitie pri revitalizácii mikroflóry po tepelnom ošetrení ovčieho a kozieho mlieka a vývoji nových funkčných mliečnych výrobkov. Kultúra bola identifikovaná metódami PCR ako *Lactococcus lactis*.

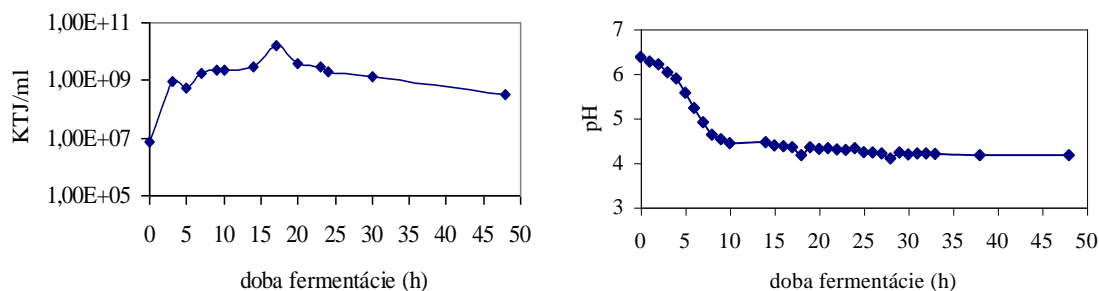
Optimálna teplota rastu kultúry VUM-23 bola sledovaná počítaním viabilných buniek pri raste na obnovenom sušenom mlieku, za súčasného merania pH.

Kvalitatívne stanovenie BSH aktivity sa stanovilo meraním precipitačných zón okolo diskov filtračného papiera saturovaných kultúrou na kontrolnom M17 agare aj na agare M17 suplementovanom žľčovými soľami (zmes sodných solí kyseliny cholovej a deoxycholovej v pomere 1:1, FLUKA č. 48305, 5 g.l⁻¹) a chloridom vápenatým (7,7 g CaCl₂ · 2H₂O na 1 liter agaru).

Rezistencia a prežívanie kultúry VUM-23 v simulovanom prostredí GIT sa skúmala metódou kumulatívneho pôsobenia simulovaných žalúdočných štiav a štiav tenkého čreva. Suspenzia bakteriálnych buniek sa získala centrifugáciou fermentovaného mlieka (10% hmot. sušené odtučnené mlieko). Po expozícii simulovaných žalúdočných štiav (gastric juice – GJ) sa bakteriálne bunky centrifugovali a resuspendovali v simulovanej šťave tenkého čreva (small intestinal juice - SIJ). Celková doba expozície simulovaných štiav na bakteriálne bunky pri teplote 37°C bola 6 hodín (2 hodiny simulovaná žalúdočná šťava a 4 hodiny simulovaná šťava tenkého čreva). Viabilita kultúry VUM-23 po expozícii simulovanými šťavami GIT sa stanovila na selektívnom M17 agare podľa Terzaghiho a je vyjadrená ako kolónie tvoriace jednotky (KTJ) v 1 ml analyzovanej vzorky.

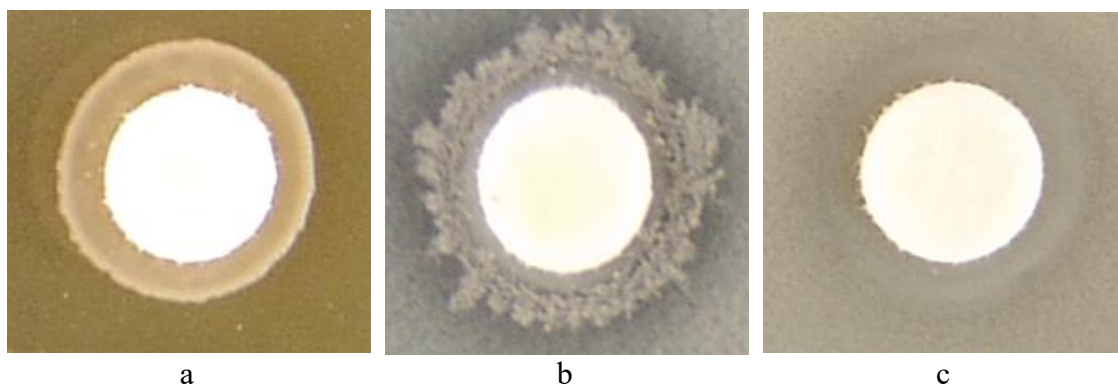
Výsledky a diskusia

V prvej fáze experimentov bola sledovaná optimálna teplota rastu kultúry VUM-23 a jej acidifikačná schopnosť. V kultúre sú zastúpené homofermentatívne kmene *Lactococcus lactis*, ktoré produkujú z laktózy výlučne kyselinu mliečnu. Kultúra VUM-23 dosahuje optimálny rast pri teplote 23°C až 25°C (mezofilné baktérie mliečneho kysnutia). Dynamika tvorby kyseliny mliečnej a rast baktérií v rekonštituovanom sušenom mlieku pri 25°C sú znázornené na obrázku 1.



Obrázok 1: Dynamika tvorby kyseliny mliečnej a rast kultúry VUM-23 v rekonštituovanom sušenom mlieku pri 25°C

Následne bolo zisťované, či kultúra má predpoklady, aby mohla vykazovať probiotické vlastnosti. Kvalitatívne stanovenie BSH aktivity kultúry VUM-23 je uvedené na obrázku 2. Vytvorenie precipitačnej zóny je dôkazom aktivity BSH tekutej kultúry (obrázok 2b). Lyofilizáciou kultúry sa jej BSH aktivita eliminuje (obrázok 2c).



Obrázok 2: Kvalitatívne stanovenie aktivity BSH kultúry VUM-23 (a-kontrolný disk s kultúrou, rast na M17 agare; b-aktivita BSH, vytvorenie precipitačnej zóny na M17 agare so žlčovými soľami a CaCl_2 ; c-lyofilizovaná kultúra, rast na M17 agare so žlčovými soľami a CaCl_2 , žiadna precipitačná zóna)

Rezistencia a prežívanie kultúry VUM-23 v simulovanom prostredí GIT je sumárne uvedené v tabuľke 1 a 2.

Opakovanými experimentálnymi prácami sa zistilo, že bakteriálne bunky kultúry VUM-23 fermentované v mliečnom médiu vykazujú rezistenciu voči kyselinám (vyjadrené podielom viabilných buniek pred a po expozícii). Prežívanie buniek po expozícii simulovanými žalúdočnými šťavami s pH 1,5 - 2,0- 2,5 a 3,0 bolo v rozsahu 59% až 99%. Najnižšie hodnoty sa zistili pri expozícii simulovanej žalúdočnej šťavy s pH 1,5. Prežívanie väčšie ako 90% sa zistilo u simulovaných žalúdočných štiav s pH 2,0 -2,5 a 3,0 kde bol počet viabilných buniek po expozícii rádovo 10^8 . Podobný trend sa zistil pri kumulatívnom pôsobení simulovaných žalúdočných štiav a simulovaných štiav tenkého čreva. So zvyšujúcim sa pH simulovanej žalúdočnej šťavy sa viabilita buniek zvyšovala (prežívanie 67% až 89%). Protektívny vplyv enzýmov pridaný do simulovanej žalúdočnej šťavy a simulovanej šťavy tenkého čreva sa prejavil najmä pri nižších hodnotách pH simulovanej žalúdočnej šťavy ($\Delta_{\text{pH } 1,5} = 16\%$, $\Delta_{\text{pH } 2,0} = 13\%$).

Tabuľka 1: Prežívanie kultúry VUM-23 pri kumulatívnom pôsobení simulovaných žalúdočných štiav a simulovaných štiav tenkého čreva - vplyv pH

Kumulatívne pôsobenie štiav GIT na kultúru VUM-23	% prežívania pri rôznom pH žalúdočnej šťavy*			
	1,5	2,0	2,5	3,0
žalúdočné šťavy, pH*	59	91	98	99
žalúdočné šťavy s prídavkom pepsínu 3 mg.ml ⁻¹ , pH*	75	94	97	97
šťava tenkého čreva (žlčové soli 3 mg.ml ⁻¹ , pH 8,0)	41	69	85	85
šťava tenkého čreva s prídavkom pankreatínu 1 mg.ml ⁻¹	67	82	89	89

Vplyv rôznej koncentrácie žlčových solí sa skúmal pri kumulatívnom pôsobení simulovaných štiav GIT (2-hodinová expozícia žalúdočnej šťavy, pH 2,0) a následné 4-hodinové pôsobenie štiav tenkého čreva (koncentrácia žlčových solí 1,5 - 3,0 a 5,0 mg.ml⁻¹, pH 8,0). Získané výsledky dokumentujú, že bakteriálne bunky kultúry VUM-23 dobre tolerujú žlčové soli. Prežívanie bolo v rozsahu 68% až 78%. Protektívny vplyv enzýmu

pankreatín v simulovaných šťavách tenkého čreva sa nezistil (rozdiel % prežívania –7% až +5%). Tieto tvrdenia podporujú výsledky experimentálnych prác pôsobenia simulovaných štiav tenkého čreva s prídavkom pankreatínu a žlčových solí s koncentraciou 1,5 - 2,0 - 3,0 a 5,0 mg.ml⁻¹ na bakteriálne bunky počas 4 - hodinovej expozície (prežívanie bolo 78% až 83%).

Modelový pokus kumulatívneho pôsobenia štiav simulovaných GIT sa uskutočnil aj s bakteriálnymi bunkami kultúry VUM-23 kultivovanými v syntetickom tekutom médiu M17. Na základe výsledkov je možné jednoznačne konštatovať, že kultúra VUM-23 kultivovaná v syntetickom médiu M17 je veľmi citlivá na simulované šťavy GIT zatiaľ čo mliečne médium pôsobí protektívne (pri 1,5 pH žalúdočnej šťavy po kumulatívnom pôsobení bol počet viabilných buniek rádovo 10⁶).

Uvedená kultúra je teda vhodná, ako štartovacia kultúra (Leroy and De Vuyst, 2004), ktorá navyše dokáže pomerne dobre prežívať v simulovanom prostredí GITu (Shahid Riaz et al., 2015), a tým byť vhodným potenciálnym probiotickým kandidátom.

Tabuľka 2: Prežívanie kultúry VUM-23 pri kumulatívnom pôsobení simulovaných žalúdočných štiav a simulovaných štiav tenkého čreva - vplyv koncentrácie žlčových solí

Kumulatívne pôsobenie štiav GIT na kultúru VUM-23	% prežívania pri rôznej koncentrácii žlčových solí* (mg.ml ⁻¹)		
	1,5	3,0	5,0
žalúdočná šťava pH 2,0	96	96	96
žalúdočné šťavy s prídavkom pepsínu 3 mg.ml ⁻¹ , pH 2,0	92	92	92
šťava tenkého čreva, žlčové soli*, pH 8,0	73	72	68
šťava tenkého čreva* s prídavkom pankreatínu 1 mg.ml ⁻¹ , pH 8,0	78	68	71

Použitá literatúra

Leroy, F., De Vuyst, L. 2004. Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. In *Trends in Food Science & Technology*, vol. 15, issue 2, pp. 67-78, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.004>

Zielińska, D., Kolożyn-Krajewska, D. 2018. Food-Origin Lactic Acid Bacteria May Exhibit Probiotic Properties: Review. In *BioMed Research International*, vol. 2018, pp. 1-15, <https://doi.org/10.1155/2018/5063185>

Shahid Riaz, M., Shaheen. T., Batool, N., Saleem, S., Hayat, F. 2015. Lactic acid bacteria as probiotic candidate and their application. In *Journal of Biology and Today's World*, vol. 4, issue 12, pp. 209-216, <https://doi:10.15412/J.JBTW.01041202>

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci projektu APVV-20-0204 „Metóda pre hodnotenie mikrobiologickej kvality surového kozieho mlieka a aplikácia autochtónnych kyslomliečnych baktérií pri spracovaní nebovinných mliek.“

Kontaktná adresa

Ing. Martin Tomáška, PhD., Výskumný ústav mliekárenský, a.s., Dlhá 95, 010 01 Žilina, Slovensko, tel.: +421 41 7072107, e-mail: tomaska@vumza.sk.

Vliv lyofilizace na aromatický profil látek vybraných druhů ovoce a její potenciální aplikace do balených potravinových dávek

The effect of lyophilization on the aromatic profile of selected fruit species and its potential application in food field rations

Trenzová, K.¹, Malíšek, J.², Prystupa, A.¹, Vykydalová, M.²

¹Fakulta chemická, potravinářská chemie a biotechnologie, Vysoké učení technické v Brně

²Fakulta vojenského leadershipu, katedra logistiky, Univerzita obrany Brno

Souhrn

Cílem experimentu bylo sledovat vliv rozdílného způsobu sušení na aromatické sloučeniny ve vzorcích vybraného exotického ovoce. Dále byl experiment rozšířen o měření barevnosti a aktivity vody po dlouhodobém skladování (4 měsíce) při 5 °C, 25 °C a 40 °C. Na základě výsledků byla vyhodnocena lyofilizace jako vhodnější způsob sušení vzorků ovoce z hlediska aromatického profilu a senzorického hodnocení vzorků ovoce. Z hlediska změny barevnosti byly větší odchylky naměřeny u vzorků sušených vzduchem, významných barevných změn bylo dosaženo ale i u lyofilizovaných vzorků ovoce. Dle naměřené aktivity vody jsou všechny sušené vzorky vhodné pro dlouhodobé skladování. Lyofilizované i sušené vzorky skladované při 40 °C jsou senzoricky nejméně přijatelné a nesplňují organoleptické nároky dle STANAG 2937. Na základě hodnocení senzorickým panelem a měření těkavých látek pomocí plynové chromatografie nejsou vzorky dračího ovoce a vzorky kiwi pro další výzkum vhodné.

Klíčová slova: *balené potravinové dávky, lyofilizace, sušení vzduchem, skladování, aromatický profil, GC-MS, vodní aktivita, barva*

Abstract

The aim of the experiment was to monitor the effect of different drying methods on aromatic compounds in samples of selected exotic fruits. The experiment was extended by measuring the color and water activity after long-term storage (4 months) at 5 °C, 25 °C and 40 °C. Based on the results, lyophilization was evaluated as a more suitable method of drying fruit samples in terms of aromatic profile and sensory evaluation of fruit samples. In terms of color change, larger deviations were measured in air-dried samples, significant color changes were also achieved in lyophilized fruit samples. According to the measured water activity, all dried samples are suitable for long-term storage. Freeze-dried and dried samples stored at 40 °C were the least acceptable due sensory analysis and do not meet the organoleptic requirements of STANAG 2937. Based on the evaluation by the sensory panel and the measurement of volatile substances using gas chromatography, the dragon fruit and kiwi samples are not recommended for further research.

Keywords: *food field rations, lyophilization, air drying, storage, aroma profile, GC-MS, water activity, color*

Úvod

Sušení potravin je v potravinářském průmyslu rozšířený koncept, který se obvykle používá k přeměně plodiny na skladovatelnou komoditu. Rozvoj vědy zajistil, že se přechází od tradičního konvekčního sušení, které je stále nejrozšířenější, k metodám, které zajišťují udržení nutričních a organoleptických vlastností původního produktu.

Lyofilizace (sušení mrazem) je proces, při kterém dochází k sublimaci vody přechodem z pevného skupenství (ledu) na páru, kdy dojde k vynechání kapalného skupenství (Adams et al., 2015). Mimo potravin je široce využívána také ke stabilizaci biologických materiálů a léčiv. Zachování nutričních a organoleptických vlastností původního produktu je způsobeno tím, že zmrazením vody v produktu před lyofilizací inhibuje chemické, biologické a mikrobiologické vlastnosti. Chuť, vůně a obsah živin se tedy nemění. Syrové potraviny obsahují hodně vody v rozmezí od 80 do 90 % a jejím odstraněním vznikne vysoce porézní struktura, která zabezpečuje i velice rychlou regeneraci potravin do původního stavu (Meda and Ratti, 2005).

S rozvojem této technologie přišlo také relativní snížení ekonomické náročnosti celého procesu a mimo zpracování přebytků potravin dochází k pozvolnému využití i v oblasti hotových pokrmů. V současné době již existuje více firem, které tuto technologii využívají pro dehydrataci ovoce a vzhledem k výhodě spočívající ve snížení váhy při zachování organoleptických vlastností dochází k pozvolnému pronikání lyofilizace i do ozbrojených složek.

Lyofilizace

Všeobecně je známo, že zpracování může ovlivnit kvalitu potravin. To se může projevit ve fyzikálních, chemických nebo biologických charakteristikách. Tyto současně působí i na barvu a strukturu potravin a mohou vzniknout nežádoucí biochemické reakce. Všechny fyzické a biochemické změny způsobují snížení kvality potravin a efektivity procesu (Ciurzyńska and Lenart, 2011). Vhodnost lyofilizace je nutné posuzovat nejen z ekonomického hlediska, ale také na základě kvality lyofilizovaného produktu. Voda je v produktu jako tzv. volná voda nebo vázaná voda (například v hydratačních obalech iontů). Volná voda zamrzne, ale vázaná ne. Je tedy nutné v průběhu lyofilizace odstranit všechnu volnou vodu a část vázané. Proto je proces lyofilizace komplexní a skládá se z:

1. Zmrazení produktu při atmosférickém tlaku, většinou v mrazácích mimo vlastní lyofilizátor;
2. Primární sušení – vlastní lyofilizace – sublimace ledu za sníženého tlaku;
3. Sekundární sušení – postupné zvyšování teploty i tlaku – desorbční sušení – vysušení produktu na požadovanou vlhkost (Ratti, 2001).

Jedná se tedy o ekonomicky velice náročný proces, jehož hodnota se z velké části odvíjí od jeho délky. Proto jsou všechny parametry procesu nastaveny tak, aby doba byla co nejmenší. Pokud jsou ale parametry špatně nastaveny, může dojít ke zhoršení vlastností produktu. Například pokud je teplota nastavena příliš vysoko může dojít k rozmrazování produktu nebo k degradaci složek potravin citlivých na teplo. Je nutné tedy zvolit podmínky lyofilizace tak, aby nedocházelo k tání vody. Kapalná voda je reakční médium a mění reologické vlastnosti produktu. Přítomnost vody také může vést k mnoha změnám ve složení, morfologii a fyzikálních vlastnostech potravin. Může také zkrátit dobu trvanlivosti při skladování (Oikonomopoulou et al., 2011).

Obecně lze říct, že lyofilizace je nejlepší forma dehydratace. Pokud jsou ovšem nevhodně stanoveny parametry celého procesu může docházet k nepříznivým změnám produktu jako smrštění, změna barvy nebo zhroutená struktura.

Balené potravinové dávky

Bez pravidelného zásobování vodou a potravinami nemůže žádná armáda předpokládat, že uspěje v plnění svého úkolu. Vhodné kvalitní jídlo a hydratace jsou základem k zajištění fyzické a psychické stránky vojenského personálu. Příprava čerstvě uvařených jídel v polních podmínkách je logisticky náročná a konzervovaná nebo sterilovaná jídla jsou typicky méně přijatelná. Vojenské potravinové balíčky obsahují různé potravinářské produkty sloučené do jednoho balení, aby vojákům poskytli jejich denní příjem, pokud nelze připravit čerstvé pokrmy.

Armáda České republiky (AČR) vyvinula a dále vyvíjí Balené potravinové dávky – individuální (BPD_i), které by měly poskytovat stravu na 24 hodin pro jednu osobu tak, aby tato osoba neomezila svoji fyzickou výkonnost, kognitivní funkce při rutinním tréninku nebo operačním nasazení. BPD_i by měly být skladovatelné a lze využít vody k rehydrataci části obsahu, kdy je lze konzumovat jak teplé, tak studené. Jsou určeny k použití během standardních vojenských operací typicky v mírném podnebí.

Použité ovoce

V rámci tohoto experimentu bylo vybráno pět druhů exotického ovoce – ananas, banán, mango, kiwi a červená pitahaya (čerstvé ovoce zakoupeno v běžné tržní síti a uchováno v chladničce (4 ± 2 °C)). Na sušené ovoce je nahlíženo jako zdroj rychlé energie a z hlediska konzervantů či přidaných cukrů patří mezi zdravé potraviny. Hlavní výhodou sušeného ovoce je jeho dlouhá trvanlivost, dostupnost po celý rok a jeho nutriční hodnoty.

Metody měření

Byly zkoumány těkavé látky ve vybraných druzích ovoce a srovnány rozdíly mezi čerstvými vzorky, lyofilizovanými a sušenými vzduchem. Stanovení bylo provedeno pomocí headspace mikroextrakce tuhou fází spojené s plynovou chromatografií. Detekce byla provedena pomocí hmotnostní spektrometrie. Použit byl plynový chromatograf TraceTM 1310 se split/splitless injektorem (ThermoFisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA), hmotnostní spektrometr ISQTM LT Single Quadrupole (ThermoFisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA), SPME vlákno DVB/CAR/PDMS 50/30 μ m (Supelco, Bellefonte, PA, USA), kapilární kolona TG-Wax MS (30 m \times 0,25 mm \times 0,5 μ m), lyofilizátor (Lyotrade Freeze Dryers s.r.o., ČR), sušička ovoce (Penta CZ s.r.o., ČR). Konkrétní podmínky lyofilizace a podmínky analýzy na GC-MS jsou uvedeny v literatuře (Prystupa, 2023; Vykydalová, 2022). Oproti přímému nástříku se metoda HS-SPME liší extrakcí v prostoru nad vzorkem, není potřeba vzorek mísit s rozpouštědlem. Až po sorpci analytů podléhá vlákno termické desorpci v injektoru plynového chromatografu, popřípadě je vlákno ponořeno do rozpouštědla či do mobilní fáze. Metoda je časově, a ve srovnání s tradičními extrakčními metodami, i finančně méně náročná. SPME nabízí schopnost a možnost objevit širší spektrum sloučenin. Identifikace aromaticky aktivních látek byla provedena dle dostupné knihovny hmotnostních spekter (NIST/EPA/NIH).

Pro aditivní informace o vzorcích bylo dále využito skladování při 5 °C, 25 °C a 40 °C a následná senzorická analýza těchto vzorků. Sensorické hodnocení bylo sestaveno dle dokumentu STANAG 2937. Pro stanovení barvy byl použit přístroj ColorFlex EZ (HunterLab, Virginia, USA) se softwarovým programem EasyMatch QC. Pro vyjádření barvy byl využit barevný prostor CIELAB, kde se využívá pravoúhlých os znázorňující světlost a chromatických os a^* a b^* pro jednotlivé odstíny. Vodní aktivita byla stanovena pomocí přístroje WaterLab (Steroglass S.r.l., Itálie), který měří v souladu s ISO normou 21807.

Výsledky měření

Ve vzorcích vybraného exotického ovoce bylo identifikováno široké spektrum látek v rozpětí od 12 až po 36 látek. U vzorku manga byl nejvýraznější rozdíl mezi terpeny a estery oproti vzorkům sušených vzduchem, kde se v takovém množství nezachovaly. Vzorky dračího ovoce vykazují podobný trend, a to u kyseliny hexanové, oktanové a aldehydů jako je hexanal. Tridekan byl naměřen ve všech vzorcích, v lyofilizovaném vzorku pak bylo jeho rel. % množství dvojnásobné oproti dračímu ovoci sušeným vzduchem. Čerstvý banán měl při porovnání s literaturou (Salmon et al., 1996) poměrně málo zastoupených složek a naznačuje to nedostatečné zrání ovoce. I přesto estery přispívající k charakteristickému banánovému aroma (methylbutyl butanoát) byly v lyofilizovaném vzorku zachovány ve větším množství oproti sušení vzduchem. Vzorky ananasu dominovaly v obsahu esterů a terpenů, trend zastoupení těchto AAL je obdobný jak u předchozích druhů ovoce. Kiwi jako jediné z těchto vybraných vzorků ovoce dosahovalo bohatějšího aromatického profilu při sušení vzduchem, včetně esterů udávající pro kiwi charakteristické aroma. Při porovnání s literaturou (Talens et al., 2003) vidíme, že v této studii je profil AAL kiwi poměrně zachován, a naopak během dehydratace dochází ke tvorbě esterů. Je tedy možné, že i kiwi vzorky mohou při správném nastavení a předúpravě poskytnout pozitivnější výsledky.

Dle porovnání těchto jednotlivých aromatických profilů identifikovaných skupin látek nelze jednoznačně říct, že je lyofilizace šetrnější metodou pro každý druh ovoce. Výsledky naznačují, že lyofilizace u banánu, manga, ananasu a pitahaye zachovává vyšší podíl charakteristických látek, nicméně u kiwi byl zjištěn opak. Obecně lze říct, že je v důsledku probíhajících reakcí během sušení a zpracování ovoce vytvářen pestřejší aromatický profil, což jsou například produkty vznikající oxidací, nebo během zahřevu z reakcí mezi sacharidy a aminokyselinami u vzorků sušených vzduchem (např. kyselina octová, acetoin, furfural, ...). Vzorky podléhající pouze lyofilizaci nepřijdou do styku s vyššími změnami teplot, díky čemuž některé skupiny látek (například estery) podléhají menším změnám.

Výsledky ze sensorického hodnocení potvrdily předpoklad, že je lyofilizované ovoce lépe hodnoceno než ovoce sušené vzduchem. Skladování po dobu 4 měsíců při 5 °C, 25 °C a 40 °C mělo výrazný vliv na barvu, pachut', zatuchnutí ovoce a se vzrůstající teplotou se měnilo k horšímu i hodnocení sensorického panelu. Na základě těchto dat můžeme z hlediska sensorické jakosti vyhodnotit skladování při 40 °C jako nevhodné a dle organoleptických nároků z dokumentu STANAG 2937 je takto skladované ovoce nepoužitelné. Ze vzorků, které byly skladovány při 40 stupních byl nejlépe hodnocen lyofilizovaný banán. U vzorků sušených vzduchem byly výsledky celkové sensorické analýzy i po rozdílném skladování obdobné a příliš se mezi sebou nelišily. Nejlepších výsledků dosahovaly všechny lyofilizované vzorky před skladováním a po skladování při 5 stupních Celsia, konkrétněji nejlépe byly hodnoceny vzorky banánu a manga.

Z hlediska barevných změn můžeme říct, že během sušících procesů je barevná změna závislá na teplotě. V průběhu sušení dochází k neenzymatickému hnědnutí a k degradaci barviv, největších barevných změn tudíž dosahují vzorky ovoce sušené vzduchem, což je uvedeno i v literatuře (Petikirige et al., 2022). Po skladování větší část lyofilizovaného ovoce změnila barvu do tmavších odstínů a ovoce sušené vzduchem spíše zesvětlilo, přičemž větších odchylek dosahovaly vzorky sušené vzduchem. Ze vzorků sušených vzduchem byla největší změna naměřena u vzorků manga, u lyofilizovaných vzorků ovoce měla výraznou změnu barvy pitahaya. Nejslabší změna byla pozorována u banánu.

Průměrná hodnota aktivity vody u lyofilizovaného ovoce byla 0,206 a u ovoce sušeného vzduchem 0,262. Dle literatury je stanovena hranice aktivity vody na hodnotu 0,91 pro většinu mikroorganismů, pro plísně 0,6, která nám říká, zda je bezpečné potraviny konzumovat (Allen, 2018). Všechny druhy ovoce dosahovaly malých hodnot, z čehož můžeme říct, že vzorky jsou stabilní a jsou vhodné pro dlouhodobé skladování.

Závěr

Z těchto výsledků můžeme vyhodnotit, že se lyofilizace jeví jako lepší způsob sušení ovoce, a to hlavně z hlediska senzorických změn potravin. Na základě hodnocení senzorickým panelem a měření těkavých látek pomocí plynové chromatografie jsou vzorky dračího ovoce a vzorky kiwi pro další výzkum nejméně vhodné. Pro další výzkum z hlediska aplikovatelnosti do BPD_i pro AČR je vhodné vzít v úvahu také lokální dostupnost a zaměřit se spíše na ovoce z místních zdrojů. Taktéž je třeba vzít v úvahu to, že kromě lyofilizování daného vzorku je pro dlouhodobé udržení kvality sušeného ovoce důležité použít vhodné obaly, které nepropouští vlhkost a zároveň tak chrání ovoce před mikrobiálním napadením.

Literatura

- Adams, G.D.J., Cook, I., Ward, K.R. 2015. *The Principles of Freeze-Drying. In Cryopreservation and Freeze-Drying Protocols*, 3rd ed.; Wolkers, W.F., Oldenhof, H., Eds.; Humana Press Inc.: Totowa, NJ, USA.; Volume 1257.
- Meda, L.; Ratti, C. 2005. Rehydration of freeze-dried strawberries at varying temperatures. *J. Food Process Eng.*, vol. 28, no. 3, pp. 233–246.
- Ciurzyńska, A., Lenart, A. 2011. Freeze-drying. Application in food processing and biotechnology. *International Journal of Food Science and Nutrition*. vol. 61, no. 3, pp. 165–171.
- Ratti, C. 2001. Hot air and freeze-drying of high-value foods: A review. *J. Food Eng.*, vol. 49, no. 4, pp. 311–319.
- Oikonomopoulou, V.P., Krokida, M.K., Karathanos, V.T. 2011. The influence of freeze drying conditions on microstructural changes of food products. *Procedia Food Sci.* vol. 1, pp. 647–654.
- Prystupa, A. Vliv způsobu dehydratace na profil těkavých látek vybraných druhů ovoce. Brno, 2023. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Eva Vítová.
- Vykydalová, M. Sušení vzduchem a lyofilizací u vybraných druhů ovoce: diplomová práce. Brno: Univerzita obrany, 2022.
- Salmon, B., Martin, G.J., Remaud, G., Fourel, F. 1996. Compositional and Isotopic Studies of Fruit Flavours. Part I. The Banana Aroma. *Flavour Fragr. J.*, vol. 11, no. 6, pp. 353-359. ISSN 0882-5734.
- Talens, P., Escriche, I., Martínez-Navarrete, N., Chiralt, Amparo. 2003. Influence of osmotic dehydration and freezing on the volatile profile of kiwi fruit. *Food Research International*. vol. 36, no. 6, pp. 635-642. 10.1016/S0963-9969(03)00016-4.
- Petikirige, J., Karim, A., Millar, G. 2022. Effect of drying techniques on quality and sensory properties of tropical fruits. *International Journal of Food Science & Technology*. vol. 57, no. 11, pp. 6963-6979. 10.1111/ijfs.16043.
- Allen, L.V. Jr. 2018. Quality Control: Water Activity Considerations for Beyond-use Dates. *Int J Pharm Compd.* vol 22, no. 4, pp. 288-293. PMID: 30021184.

Poděkování

Tento výzkum byl financován Ministerstvem obrany České republiky, grantem INTAL: Implementace nových technologií a postupů do logistického zabezpečení Armády České republiky a Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky v rámci specifického výzkumu grant č. (SV23-FVL-K109-MAL): Vývoj nových komponent pro balené potravinové dávky (individuální) využitelné v mnohonárodních operacích.

Kontaktní adresa

Ing. Kristina Trenzová, VUT Brno, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií, Purkyňova 118, 612 00 Brno-Medlánky, e-mail: Kristina.Trenzova@vut.cz.

Vysoký počet somatických buniek v mlieku bahníc - indikátor zdravia vemena

The high somatic cell count in ewes milk - an indicator of udder health

Tvarožková, K.¹, Tančin, V.^{1,2}, Uhrinčat', M.², Mačuhová, L.², Gancárová, B.¹

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre,

²NPPC, Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra

Súhrn

Cieľom štúdie bolo diagnostikovať výskyt patogénov u bahníc pred zasušením s opakovane vysokým počtom somatických buniek (PSB) v mlieku počas laktácie a identifikovať vyskytujúce sa patogény. Celkovo bolo analyzovaných 54 vzoriek na úrovni polovic vemena od 27 bahníc. Zaznamenali sme najvyššie zastúpenie vzoriek mlieka v skupinách s vysokým PSB ($\geq 600 \times 10^3$ buniek/ml) (72,22 %). Bakteriologicky pozitívnych bolo 68,52 % vzoriek mlieka. Až 94,59 % bakteriologicky pozitívnych vzoriek sme zaznamenali vo vzorkách mlieka s vysokým PSB ($\geq 600 \times 10^3$ buniek/ml). Najfrekvencovanejšími patogénmi boli koaguláza-negatívne stafylokoky (KNS) (70,27 %). *S. aureus* bol identifikovaný len v 2,70 % bakteriologicky pozitívnych vzoriek. Sledovanie PSB u bahníc a identifikácia patogénov je jedným z dôležitých aspektov pre zabezpečenie dobrého zdravotného stavu vemena.

KLúčová slová: ovčie mlieko, počet somatických buniek, patogény

Abstract

The aim of the study was to diagnose the occurrence of pathogens in ewes before dry period with repeated high somatic cell count (SCC) in milk during lactation and to identify the pathogens present. A total of 54 samples at the half udder level from 27 ewes were analysed. We observed the highest representation of milk samples in the high SCC groups ($\geq 600 \times 10^3$ cells/ml) (72.22%). Bacteriologically positive milk samples were 68.52%. Up to 94.59% of bacteriologically positive samples were observed in milk samples with high SCC ($\geq 600 \times 10^3$ cells/ml). Coagulase-negative staphylococci (CNS) were the most frequent pathogens (70.27%). *S. aureus* was identified in only 2.70% of bacteriologically positive samples. Monitoring SCC in ewes and identification of pathogens is one of the important aspects to ensure good udder health.

Key words: ewes milk, somatic cell count, pathogens

Úvod

Produkcia hygienicky bezpečného a technologicky kvalitného mlieka je podmienená dobrým zdravotným stavom vemena. Mastitída najmä jej subklinická forma je zásadným zdravotným a ekonomickým problémom v chove dojných zvierat. Počet somatických buniek je používaný ako indikátor zdravia mliečnej žľazy, aj keď fyziologická hodnota PSB v mlieku bahníc je stále otvorenou otázkou (Leitner et al., 2008; Tvarožková et al., 2019; Zigo et al., 2019). Domáce a taktiež zahraničné štúdie poukazujú, že vysoký PSB v mlieku bahníc je zapríčinený prítomnosťou patogénov vo vemene (Persson et al., 2017; Tvarožková et al., 2020).

Cieľom tejto štúdie bolo zhodnotiť zdravotný stav mliečnej žľazy na úrovni polovic vemena prostredníctvom zistenia PSB a prítomnosti patogénov u bahníc pred zasušením, ktoré mali opakovane vysoký PSB počas laktácie zistený v rámci kontroly úžitkovosti (KÚ).

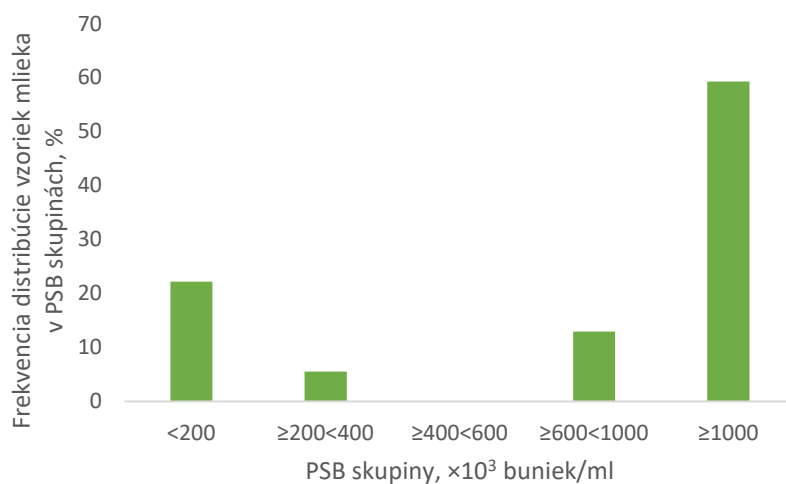
Materiál a metodika

Na farme dojných oviec bolo odobraných 54 vzoriek mlieka od 27 bahníc pred zasušením na základe opakovane vysokého PSB zisteného počas KÚ. Vzorky boli odoberané na úrovni polovic vemena pre identifikáciu patogénov a stanovenia PSB. Vzorky mlieka na kultiváciu baktérií boli odoberané po oddojení prvých strekov a dezinfekcii cecku a hrotu cecku do sterilnej skúmavky (5 ml). Ďalej boli odobrané vzorky mlieka pre stanovenie PSB taktiež na úrovni polovic vemena. Pre zistenie prítomnosti patogénov boli vzorky mlieka (10 µl) naočkované na krvný agar (MkB Test a.s., Rosina, SR). Vzorky mlieka boli kultivované v aeróbných podmienkach po dobu 24 hodín pri teplote 37 °C. Narastené kolónie baktérií boli rozlíšené na základe morfológie, katalázového testu (3 % H₂O₂, Merck, Darmstadt, Germany), typu hemolýzy, eskulin testu, cytochrom C oxidáza (Bactident Oxidase, Merck) a Gramovho farbenia. Predbežne bol kontagiózný patogén *S. aureus* identifikovaný pomocou clumping faktor testu (DiaMondiaL Staph Plus Kit, Germany). Pre identifikáciu všetkých narastených baktérií bol použitý prístroj MALDI-TOF MS (Bruker Daltonics, Bremen, Germany) (Tvarožková et al., 2021). Pozitívnu bola vzorka považovaná pri zistení prítomnosti minimálne päť kolóniu tvoriacich jednotiek (KTJ/ml) pre všetky patogény okrem kontagiózných (*S. aureus*, *Str. agalactiae*), pri ktorých bola vzorka považovaná ako pozitívna, pri zistení jednej KTJ/ml. Za kontaminovanú bola vzorka považovaná pri zistení troch a viac rozdielnych patogénov, pričom z nich nebol ani jeden kontagiózný patogén. PSB vo vzorkách mlieka bol stanovený použitím prístroja Somacount 150 (Bentley Czech, USA). Vzorky mlieka boli rozdelené na základe PSB do jednotlivých skupín podľa PSB: < 200 × 10³ buniek/ml; ≥ 200 < 400 × 10³ buniek/ml; ≥ 400 < 600 × 10³ buniek/ml; ≥ 600 < 1000 × 10³ buniek/ml a ≥ 1000 × 10³ buniek/ml. Pre matematické zhodnotenie zastúpenia vzoriek mlieka v jednotlivých PSB skupinách bol použitý program MS Excel (Office 365).

Výsledky a diskusia

Pri hodnotení PSB vzoriek mlieka na úrovni polovic vemena od bahníc s opakovane vysokým PSB zisteným v rámci KÚ sme zistili najvyššie zastúpenie vzoriek (59,26 %) skupine s najvyšším PSB (≥ 1000 × 10³ buniek/ml), resp. v PSB skupinách s vysokým PSB (≥ 600 × 10³ buniek/ml) (72,22 %) (Graf 1). K podobným výsledkom sme dospeli aj v predchádzajúcej štúdií, kde boli bahnice podobne vyberané na základe vysokého PSB zisteného počas KÚ, kde sme zistili taktiež najvyššie zastúpenie vzoriek mlieka 40,10 % v skupine s najvyšším PSB (≥ 1000 × 10³ buniek/ml) (Tvarožková et al., 2020). Viacerí autori vo svojich štúdiách popisovali ako fyziologickú hodnotu PSB pre diagnostiku subklinickej mastitídy v rozmedzí od 265 × 10³ buniek/ml do 500 × 10³ buniek/ml (Caboni et al., 2017; Nunes et al., 2008). Spanu et al. (2011) zistili, že u bahníc s PSB opakovane vyšším ako 400 × 10³ buniek/ml bol výskyt subklinickej mastitídy 5,6 až 7,5-krát vyšší v porovnaní s bahnícami, ktorých PSB sa pohyboval pod uvedenou hodnotou. Z analyzovaných vzoriek sme zistili prítomnosť patogénov v 68,52 % vzoriek mlieka. Už v skupine s vysokým PSB (≥ 600 × 10³ buniek/ml) bolo zistených až 94,59 % bakteriologicky pozitívnych vzoriek, pričom v PSB skupine s najvyšším PSB (≥ 1000 × 10³ buniek/ml) bolo identifikovaných 81,08 % bakteriologicky pozitívnych vzoriek. Porovnateľné výsledky boli zaznamenané aj v ďalších štúdiách, kde bol zistený vyšší PSB v bakteriologicky pozitívnych vzorkách mlieka (Persson et al., 2017; Tvarožková et al. 2020). Ako kontaminované boli v realizovanej štúdií označené 3 vzorky (5,56 %) z celkového počtu analyzovaných vzoriek. V rámci identifikácie patogénov sme zaznamenali prítomnosť *S. aureus* v jednej vzorke (2,70 %). Domáce aj zahraničné štúdie

poukazujú na pomerne nízky výskyt *S. aureus* vo vzorkách mlieka bahníc so subklinickou mastitídou (Kern et al. 2013; Queiroga, 2017; Tančin et al. 2017; Tvarožková et al., 2020). Najčastejšie sa vyskytujúcimi patogénmi bolo KNS, ktoré boli identifikované v 70,27 % bakteriologicky pozitívnych vzoriek. Pričom najčastejšie sa vyskytujúcim sa KNS bol *S. chromogenes* (42,31 %). Mnohí autori popisujú KNS ako najčastejšie sa vyskytujúcu skupinu patogénov identifikovaných vo vzorkách mlieka bahníc so subklinickou mastitídou (Vasileiou et al., 2018; Tvarožková et al., 2020).



Graf 1: Frekvencia zastúpenia vzoriek mlieka v jednotlivých PSB skupinách

Záver

Zisťovanie počtu somatických buniek u bahníc môže napomôcť pri identifikácii výskytu subklinických mastitíd v chove. Pričom práve pravidelné sledovanie počtu somatických buniek a identifikácia pôvodcov mastitíd môže chovateľovi pomôcť k zlepšeniu celkového zdravotného stavu vemená a prostredníctvom selektívneho zasušenia chorých bahníc pomocou antibiotík zabezpečiť produkciu zdravotne nezávadného a hygienicky bezpečného mlieka v nasledujúcej laktácii.

Literatúra

- Caboni, P., Manis, C., Ibba, I., Contu, M., Coroneo, V., Scano, P. 2017. Compositional profile of ovine milk with a high somatic cell count: A metabolomics approach. *International Dairy Journal*, vol. 69, pp. 33-39. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2017.02.001>
- Kern, G., Traulsen, I., Kemper, N., Krieter, J. 2013. Analysis of somatic cell counts and risk factors associated with occurrence of bacteria in ewes of different primary purposes. *Livestock Science*, vol. 157, no. 2-3, pp. 597-604. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.09.008>
- Leitner, G., Silanikove, N., Merin, U. 2008. Estimate of milk and curd yield loss of sheep and goats with intramammary infection and its relation to somatic cell count. *Small Ruminant Research*, vol. 74, no. 1-3, pp. 221-225. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.02.009>
- Nunes, G. R., Blagitz, M. G., Freitas C. F., Souza, F. N., Ricciardi, M., Stricagnolo, C. R., Sanches, B. G. S., Azedo, M. R., Sucupira, M. C. A., Della Libera, A. M. P. 2008. Avaliação de indicadores inflamatórios no diagnóstico da mamite ovina (Evaluation of

the indicators of inflammation in the diagnosis of ovine mastitis). *Arquivos do Instituto Biológico*, vol. 75, pp. 271-281.

Persson, Y., Nyman, A. K., Söderquist, L., Tomic, N., Persson Waller, K. 2017. Intramammary infections and somatic cell count in meat and pelt producing ewes with clinically healthy udders. *Small Ruminant Research*, vol. 156, pp. 66-72. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.09.012>

Queiroga, M. C. 2017. Prevalence and aetiology of sheep mastitis in Alentejo regions of Portugal. *Small Ruminant Research*, vol. 153, pp. 123-130. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.06.003>

Spanu, C., Berger, Y. M., Thomas, D. L., Ruegg, P. L. 2011. Impact of intramammary antimicrobial dry treatment and teat sanitation on somatic cell count and intramammary infection in ewes. *Small Ruminant Research*, vol. 97, pp. 139-145. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.005>

Tančin, V., Holko, I., Vrškova, M., Uhrinčat', M., Mačuhová, L. 2017. Relationship between presence of mastitis pathogens and somatic cell count in milk of ewes. XLVII. Lenfeldovy a Höklovy dny. Brno: Veterinárni a farmaceutická univerzita, p. 230-233. ISBN 978-80-7305-793-0.

Tvarožková, K., Tančin, V., Uhrinčat', M., Hleba, L., Mačuhová, L. 2019. Evaluation of the health status of udder ewes during lactation: somatic cells and pathogens. XLIX. Lenfeldovy a Höklovy dny. Brno: Veterinárni a farmaceutická univerzita, p. 307-312. ISBN 978-80-7305-828-9.

Tvarožková, K., Tančin, V., Uhrinčat', M., Hleba, L., Mačuhová, L. 2020. Mastitis pathogens and somatic cell count in ewes milk. *Potravinárstvo*, vol. 14, pp. 164-9. <https://doi.org/10.5219/1338>

Tvarožková, K., Vašíček, J., Uhrinčat', M., Mačuhová, L., Hleba, L., Tančin, V. 2021. The presence of pathogens in milk of ewes in relation to the somatic cell counts and subpopulations of leukocytes. *Czech Journal of Animal Science*, vol. 66, pp. 315-322. <https://doi.org/10.17221/43/2021-CJAS>

Vasileiou, N. G. C., Gougoulis, D. A., Riggio, V., Ioannidi, K. S., Chatzopoulos, D. C., Mavrogianni, V. S., Petinaki, E., Fthenakis, G. C. 2018. Association of subclinical mastitis prevalence with sheep breeds in Greece. *Journal of Dairy Research*, vol. 85, no. 3, pp. 317-320. <https://doi.org/10.1017/S0022029918000407>

Zigo, F., Elečko, J., Farkašová, Z., Zigová, M., Vasil', M., Ondrašovičová, S., Kudělková, L. 2019. Preventive methods in reduction of mastitis pathogens in dairy cows. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 9, no. 1, pp. 121-126. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2019.9.1.121-126>

Pod'akovanie

Táto publikácia bola podporená projektom APVV-21-0134 a GA FAPZ 06/2023.

Kontaktná adresa

Ing. Kristína Tvarožková, PhD., Ústav chovu zvierat, FAPZ, SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, email: kristina.tvarozkova@gmail.com.

Vliv dvoustupňového přidávání vody na viskoelastické vlastnosti taveného sýra

The effect of two-stage water addition on the viscoelastic properties of processed cheese

Vincová, A.¹, Šantová, K.¹, Salek, R.N.¹, Kůrová, V.¹, Polášková, M.², Gál, R.¹

¹Ústav technologie potravin FT UTB ve Zlíně, ²Ústav inženýrství polymerů FT UTB ve Zlíně

Souhrn

Dvoustupňové přidávání vody je neobvyklý postup výroby tavených sýrů. Byly vyrobeny modelové vzorky tavených sýrů s obsahem sušiny 45 % (w/w) a obsahem tuku v sušině 50 % (w/w) s cílem sledování vlivu tohoto postupu na jejich viskoelastické vlastnosti. Přídavek vody pro výrobu vzorků byl rozdělen na 2 části, kdy první část vody byla přidána na začátku procesu tavení a druhá část vody byla dodána po 4 minutách tavení. Kromě reologických měření byly všechny vzorky podrobeny základnímu chemickému rozboru (stanovení sušiny a pH). Na základě získaných výsledků byly zjištěny rozdíly v tuhosti mezi jednotlivými vzorky. Tento dvoustupňový technologický proces přidávání vody měl vliv na viskoelastické vlastnosti tavených sýrů.

Klíčová slova: *tavený sýr, voda, konzistence, viskoelastické vlastnosti*

Abstract

The two-stage addition of water is an unusual procedure for making processed cheeses (PC). Model samples of PC with a dry matter content of 45 % (w/w) and a fat in dry matter content of 50 % (w/w) were produced in order to monitor the effect of this procedure on their viscoelastic properties. The water addition for the samples production was divided into 2 parts, where the first part of water was added at the beginning of the melting process and the second part of water was delivered after 4 minutes of processing. In addition to rheological measurements, all samples were subjected to basic chemical analysis, including dry matter and pH determination. Based on the obtained results, differences in stiffness between individual PC samples were found. This two-step technological process of adding water during the production of PC had a certain effect on their viscoelastic properties.

Key words: *processed cheese, water, consistency, viscoelastic properties*

Úvod

Tavené sýry (TS) jsou definovány jako sýry, který byly tepelně upraveny tavením (Hasenhuettl and Hartel, 2008). TS lze rovněž označit jako vícesložkový mléčný systém, který představuje emulzi typu olej ve vodě. Z hlediska fyzikálně – chemického jsou TS definovány jako disperze tukových kuliček v síťové proteinové matici (Hasenhuettl and Hartel, 2008). Výroba TS spočívá v tepelné úpravě přírodních sýrů (85 – 110 °C), o různém stupni prozrání, za přítomnosti tavicích solí a dalších složek mléčného i nemléčného původu. Během výroby je vlivem podtlaku, teploty záhřevu a mísení docíleno homogenní hmoty. Trvanlivost TS se pohybuje v rozmezí 1 – 3 měsíce od výroby (El-Bakry and Mehta, 2022). Přídavek vody hraje během výroby TS poměrně zásadní roli. Obvyklý postup přidávání vody do výroby je jednorázový spolu s ostatními surovinami. Další možností je rozdělení vody na dva nebo více dílů a v různých časových úsecích vodu doplnit do tavicího procesu (Šustová a Sýkora, 2013).

Cílem této studie bylo zjistit a potvrdit, zda dvoustupňové přidávání vody během výroby TS má vliv na jejich viskoelastické vlastnosti.

Materiál a metody

Studie byla zahájena výrobou modelových vzorků TS s obsahem sušiny 45 % (w/w) a 50 % (w/w) tuku v sušině. K výrobě byly použity následující suroviny: Eidamská cihla s 30 % (w/w) obsahu tuku v sušině, 50 % (w/w) obsahu sušiny a o zralosti 7 týdnů (Lacrum Velké Meziříčí s.r.o., ČR); čerstvé máslo s obsahem mléčného tuku 82 % (w/w) (Madeta a.s. České Budějovice, ČR); pitná voda; směs fosforečnanových tavicích solí (Na_2HPO_4 , NaH_2PO_4 , $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ a sodná sůl polyfosforečnanu s délkou řetězce $n \approx 20$; Fosfa a.s., Břeclav). Výroba byla uskutečněna pomocí tavicího přístroje NIROMIX (Nirosta s.r.o., Chlumeck nad Cidlinou, ČR), kde byly suroviny vlivem mechanického namáhání rozmělněny při 3000 ot/min. po dobu 60 s. Tavicí proces probíhal při 93 °C s dobou výdrže 3 min a celková doba tavení byla 8 – 10 min. Během výroby TS byl použit dvoustupňový přírůdek vody, tedy rozdělení určité dávky pitné vody na 2 díly, kdy první díl vody byl přidán na začátku tavicího procesu a druhý díl vody byl dodán po 4 min tavení. Z celkového množství vody (1 L) byly získány následující poměry 90:10; 70:30; 50:50; 30:70; 10:90. Výsledná tavenina byla plněna do 100 g hliníkových misek (Aluflexpack s.r.o., Praha, ČR) kulatého tvaru o průměru 7,5 cm a zatavena uzavíratelnými hliníkovými víčky. Hotové vzorky byly řádně označeny a po vychlazení na laboratorní teplotu byly ihned zchlazeny na 6 ± 2 °C.

Stanovení obsahu sušiny a pH

Stanovení celkového obsahu sušiny bylo provedeno gravimetricky na základě normy ČSN EN ISO 5534:2005 sušením vzorků při 102 ± 2 °C do konstantní hmotnosti. Měření vzorků bylo provedeno 3x. Stanovení hodnot pH bylo měřeno pomocí vpichového pH metru obsahující skleněnou elektrodu (Foodcare HI 99161, Hanna Instruments, Rhode Island, USA). Měření pH bylo provedeno po třech opakováních.

Stanovení viskoelastických vlastností

Stanovení viskoelastických vlastností TS bylo analyzováno pomocí rotačního viskozimetru Thermo Scientific™ RheoStress 1 (HAAKE Brémy, Německo), za použití geometrie typu deska – deska s průměrem 35 mm a s šířkou štěrbinou 1 mm. Amplituda smykového napětí byla zvolena na 20 Pa, frekvence byla v rozmezí 0,1 – 50,0 Hz a celé měření proběhlo v oblasti lineární viskoelasticity. Viskoelastické vlastnosti byly u každého modelového vzorku měřeny po třech opakováních a během analýzy byly sledované parametry, včetně elastického (G' ; kPa) a ztrátového (G'' ; kPa) modulu pružnosti. Modul G' vyjadřuje míru elasticity a modul G'' představuje míru viskozity vzorku (Černíková a kol, 2017). Dle rovnic (1) a (2) byl vypočítán komplexní modul pružnosti (G^* ; kPa) vyjadřující celkový odpor analyzovaného vzorku proti deformaci a úhel fázového posunu (δ ; °). Pro prezentaci výsledných dat byla zvolena referenční frekvence 1 Hz.

$$G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2} \quad (1)$$

$$\delta = \tan^{-1} G'' / G' \quad (2)$$

Výsledky a diskuze

Stanovení sušiny a pH

Výsledky stanovení celkového obsahu sušiny a pH jsou uvedeny v Tabulce 1. Pro vyhodnocení byly použity průměrné hodnoty a \pm směrodatná odchylka. Dle výsledných hodnot celkového obsahu sušiny je patrné, že vzorky TS vykazovaly určitou stabilitu sušiny a přidavek vody neměl na obsah sušiny příliš velký vliv. Podobnost obsahu sušiny mezi vzorky je poměrně zásadní, protože může ovlivnit texturní a reologické vlastnosti TS (Weiserová a kol., 2011).

Hodnoty pH pro TS s roztíratelnou konzistencí se pohybují v rozmezí 5,6 – 5,8 (Lee and Klostermeyer, 2001). Na základě výsledných hodnot pH lze vyhodnotit, že modelové vzorky TS limitní rozpětí optimálních hodnot pH splňovaly. Nicméně mezi jednotlivými vzorky TS nebyl zaznamenán výrazný rozdíl a dvoustupňový postup přidávání vody neměl vliv na výsledné hodnoty pH.

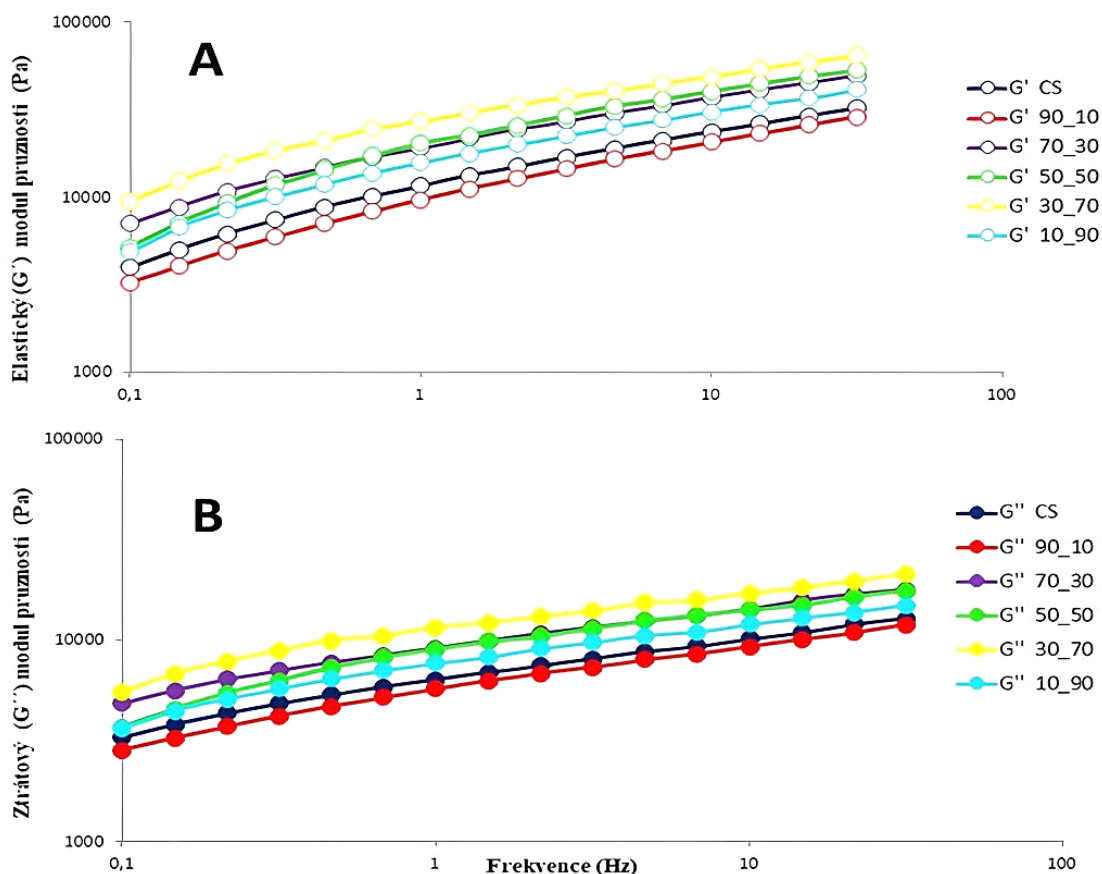
Tabulka 1. Průměrné hodnoty obsahu sušiny a pH modelových vzorků tavených sýrů

Vzorek	Obsah sušiny [% w/w]	pH [-]
CS	44,98 \pm 1,23	5,76 \pm 0,01
90_10	44,75 \pm 1,07	5,74 \pm 0,00
70_30	45,21 \pm 1,09	5,80 \pm 0,00
50_50	44,76 \pm 0,99	5,77 \pm 0,01
30_70	45,13 \pm 0,84	5,77 \pm 0,01
10_90	45,17 \pm 1,08	5,83 \pm 0,02

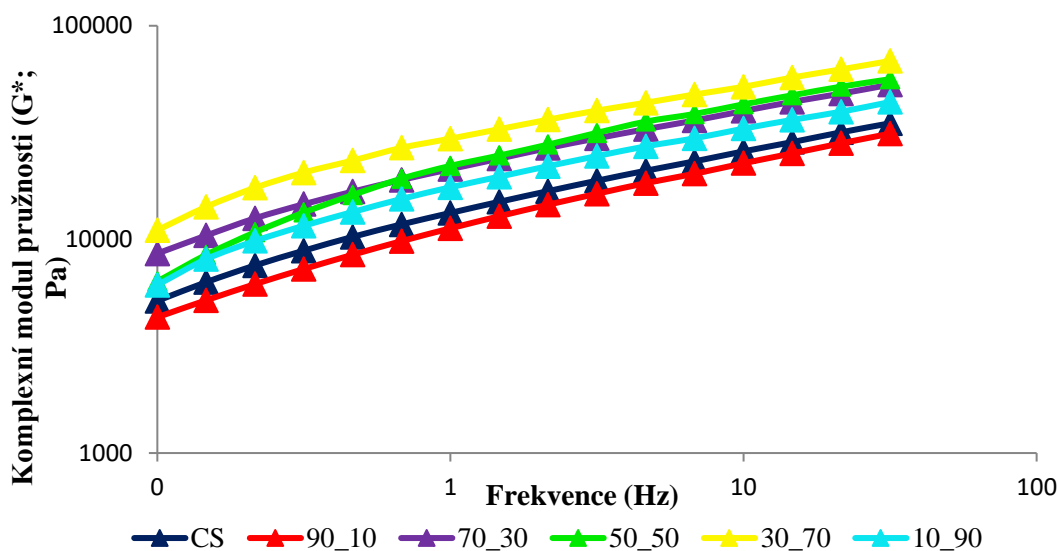
Vyhodnocení viskoelastických vlastností

Viskoelastické chování TS závisí na vlastnostech převažující složky vytvářející proteinovou síť (Schädle et al., 2022). Obr. 1 představuje závislost elastického G' (část A) a ztrátového G'' (část B) modulu pružnosti na frekvenci pro vybrané TS. Z výsledných hodnot lze odvodit, že u modelových vzorků TS převládala elastická složka nad viskózní ($G' > G''$), a to oblasti nízkých i vysokých frekvencí. Dále je možné usoudit, že přidávání vody na začátku tavicího procesu zapříčinilo mírný nárůst hodnot elastického a ztrátového modulu, což má za následek vyšší tuhost výrobku (Winter and Chambon, 1986). V tomto případě měl dvoustupňový přidavek vody během výroby TS vliv na viskoelastické vlastnosti, poněvadž postupné přidávání vody během výroby může zajistit efektivnější začlenění kaseinu do taveniny a tím dochází i k příznivému vlivu na výslednou konzistenci TS (Šustová a Sýkora, 2013).

K popisu vlivu dvoustupňového přidávání vody během výroby TS na viskoelastické vlastnosti byl vybrán také parametr G^* (obr. 2), jehož zvyšující se hodnoty mají za následek zvýšenou tuhost analyzovaného vzorku (Winter and Chambon, 1986). Z grafu je patrné, že s rostoucí frekvencí (0,1 – 50 Hz) hodnoty G^* pro všechny vzorky tavených sýrů narůstaly. Nejvyšší G^* vykazoval vzorek 30_70 a jednalo se o TS s nejvyšší tuhostí. Naopak nejnižší hodnoty G^* byly naměřeny u vzorku 90_10 šlo tedy o vzorek s nejnižší tuhostí. U ostatních vzorků TS byly shledány mírné rozdíly v G^* , nicméně mezi sebou nevykazovaly pravidelný trend.



Obr. 1. Závislost elastického (G' ; prázdné symboly; Pa; část A) a viskózního (G'' ; plné symboly; Pa; část B) modulu pružnosti tavených sýrů na frekvenci (f ; interval frekvencí 0,1 – 50,0 Hz).



Obr. 2. Závislost komplexního modulu pružnosti (G^*) na frekvenci pro jednotlivé tavené sýry

Viskoelastické vlastnosti modelových vzorků TS byly také stanoveny pomocí tangentu úhlu fázového posunu ($\tan \delta$), přičemž pro lepší vyjádření dat byla zvolena referenční

frekvence 1 Hz a stejně tak byly pro tuto frekvenci vypočteny hodnoty G^* (Tabulka 2). $\tan \delta$ určuje míru viskoelastičnosti TS a lze ji definovat jako zpoždění mezi elastickou a viskózní odezvou. V případě $\tan \delta = 1$ jde o materiál, který se ve stejné míře chová jako pevná i kapalná látka. Vyšší hodnoty δ , resp. $\tan \delta > 1$ určují viskózní chování materiálu, čili jde o chování více jako kapalina. Naopak nižší hodnoty δ , resp. $\tan \delta < 1$ indikují elastické chování a tento materiál se chová jako pevná látka (Bowland a Foegeding, 1999). Hodnoty $\tan \delta$ u jednotlivých vzorků TS (Tabulka 2) byly naměřeny při referenční frekvenci 1 Hz pod hodnotou 1, což představuje u všech vzorků TS elastické chování.

Tabulka 2. Hodnoty komplexního modulu G^* (Pa) a hodnoty $\tan \delta$ modelových vzorků tavených sýrů při frekvenci 1 Hz v závislosti na různých poměrech přidavku vody během výroby

Vzorek	G^* [Pa]	$\tan \delta$ [-]
CS	13300,9	0,544
90_10	11265,5	0,590
70_30	12928,2	0,339
50_50	19292,5	0,466
30_70	26631,5	0,340
10_90	17540,6	0,488

Závěr

Hlavním cílem této studie bylo sledování vlivu dvoustupňového přidávání vody během výroby tavených sýrů na jejich viskoelastické vlastnosti. Problematika dvoustupňového přidávání vody při výrobě tavených sýrů zatím není v odborné literatuře dostatečně rozšířená. Z tohoto důvodu byla provedena vybraná fyzikálně chemická stanovení s cílem objasnit, zda tento postup výroby tavených sýrů ovlivňuje konečný výrobek. Z výsledných hodnot plyne, že dvoustupňový přídavek vody vedl ke změnám viskoelastických vlastností tavených sýrů. Bylo prokázáno, že tento postup dává vzniku výrobkům s rozdílnou konzistencí, přičemž obsahující stejnou surovinovou skladbu. Tavené sýry obsahující vyšší podíl vody na začátku tavicího procesu se zdály být z hlediska konzistence méně tuhé a tím tedy přijatelnější. Nicméně pro další navazující experimenty s cílem podrobněji odhalit chování vody při výrobě ve dvoustupňovém dávkování je potřeba provést další odborné analýzy.

Literatura

- Bowland, E. L., Foegeding, E. A. 1999. Factors determining large-strain (fracture) rheological properties of model processed cheese. *Journal of Dairy Science*, vol. 82, pp. 1851-1859. ISSN: 0022-0302.
- Černíková, Michaela, Jana Nebesářová, Richardos Nikolaos Salek, Lada Řiháčková a František Buňka. 2017. Microstructure and textural and viscoelastic properties of model processed cheese with different dry matter and fat in dry matter content. *Journal of Dairy Science*, vol. 100, no. 6, pp. 4300-4307. ISSN 00220302.
- El-Bakry, Mamdouh a Bhavbhuti M. Mehta. 2022. *Processed Cheese Science and Technology*. United Kingdom: Woodhead Publishing,. ISBN 978-0-12-821445-9.
- Hasenhuettl, Gerard L. a Richard W. Hartel, ed. *Food Emulsifiers and Their Applications*. New York, NY: Springer New York, 2008. ISBN 978-0-387-75283-9.
- ISO Standard No. 5534. (2004). Cheese and processed cheese – Determination of the total

solids content (reference method). Geneva: International Organization for Standardization.

Lee, S. K., Klostermeyer, H. 2001. The Effect of pH on the Rheological Properties of Reduced-fat Model Processed Cheese Spreads. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, vol. 34, pp. 288 – 292.

Schädle, Christopher N., Stephanie Bader-Mittermaier a Solange Sanahuja. 2022. The Effect of Corn Dextrin on the Rheological, Tribological, and Aroma Release Properties of a Reduced-Fat Model of Processed Cheese Spread. *Molecules*, vol. 27, no. 6. ISSN 1420-3049.

Šustová, Květoslava a Vladimír Sýkora. 2013. *Mlékárenské technologie*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova univerzita, 223 s. ISBN 978-80-7375-704-5.

Weiserová, E., Doudová, L., Galiová, L., Žák, L., Michálek, J., Janiš, R., et al. 2011. The effect of combinations of sodium phosphates in binary mixtures on selected texture parameters of processed cheese spreads. *International Dairy Journal*, vol. 21, pp. 979-986.

Winter, H.H., Chambon, F. 1986. Analysis of Linear Viscoelasticity of a Crosslinking Polymer at the Gel Point. *J. Rheol.*, vol. 30, no. 2, p. 367-382.

Poděkování

Tato práce byla podpořena Interní grantovou agenturou Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně (projekt IGA/FT/2023/007).

Kontaktní adresa

Ing. Anna Vincová, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav technologie potravin, Vavrečkova 5669, 760 01 Zlín; email: a_vincova@utb.cz.

Vzťah počtu somatických buniek v mlieku bahníc k produkcii mlieka na vybranej farme

Relationship of somatic cell counts in milk of ewes to milk production on selected farm

Vršková, M.², Tančin, V.^{1,2}, Mačuhová, L.², Uhrinčat', M.², Oravcová, M.²

¹Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

²Národné poľnohospodárske a potravinové centrum, VÚŽV Nitra

Súhrn

Z legislatívnych limitov je u nás stanovený celkový počet mikroorganizmov v dodávanom surovom mlieku malých prežúvavcov. Tento limit stanovuje Nariadenie (ES) č. 853/2004. Cieľom našej práce bolo poukázať na negatívny vplyv vysokého PSB na množstvo mlieka bahníc a jeho zloženie v podmienkach prvovýroby. Sledovali sme produkciu mlieka a jeho zloženie na farme bahníc na Strednom Pohroní v rokoch 2020 až 2022, a to mesačne v období od februára do júla. Na základe PSB v mlieku boli bahnice rozdelené do šiestich skupín od najnižšej (pod 2×10^5 buniek/ml) po najvyššiu (1×10^6 buniek.ml⁻¹). Nad 85 % bahníc bola v kategórii PSB do 200 tisíc ml⁻¹. So zvyšujúcou sa PSB triedou bol pozorovaný mierny pokles obsahu tuku v mlieku; obsah bielkovín je takmer nemenný. V prvej triede, kde je PSB do 200 000.ml⁻¹ bol nádoj $636,06 \pm 17,49$ ml, najnižší nádoj bol zaznamenaný v skupine PSB 200 000,1 - 400 000.ml⁻¹ a to $611,12 \pm 24,56$ ml. Najvyšší nádoj bol pri triede 1000 000,1.ml⁻¹ a viac s hodnotou $640,00 \pm 28,73$ ml. Pri prevencii mastitíd by sa mal zaviesť pravidelný monitoring zdravotného stavu mliečnej žľazy spojený s KÚ, avšak na Slovensku v súčasnosti neexistuje žiadna norma, ktorá by určovala limit PSB v mlieku bahníc.

KLúčové slová: *bahnica, produkcia mlieka, zloženie, počet somatických buniek.*

Abstract

The aim of our work was to point out the negative impact of high SCC on the amount daily milk yield and its composition. We monitored a ewes farm in the Central Slovakia from 2020 to 2022, monthly from February to July. Based on SCC in milk, the ewes were divided into six groups from the lowest (below 2×10^5 cells/ml) to the highest (1×10^6 cells.ml⁻¹). More than 85% of ewes were in the SCC category under 200 000 in ml. As the SCC class increased, the fat content in our milk decreased slightly, the protein content is almost unchanged. In the first class, where SCC is up to 200,000.ml⁻¹, the yield was 636.06 ± 17.49 ml, the lowest yield was recorded in the group SCC 200,000.1 - 400,000.ml⁻¹, namely 611.12 ± 24.56 ml. The highest yield was in the class of 1000,000.1.ml⁻¹ and more with a value of 640.00 ± 28.73 ml. In the prevention of mastitis, regular monitoring of the health status of the mammary gland should be introduced in connection with test day data, but there is currently no standard in Slovakia that would determine the limit of SCC in ewes' milk.

Key words: *dairy ewes, milk production, composition, somatic cell counts*

Úvod

Na Slovensku je chov oviec a kôz zameraný na produkciu mlieka. Na celom svete je počet somatických buniek (PSB) ukazovateľom k zisteniu a stanoveniu rozšírenia mastitíd v chove dojníc (Tančin a Tančinová, 2008). Pravidelné sledovanie PSB zabezpečuje hygienicky bezpečné mlieko po kvantitatívnej aj kvalitatívnej stránke (Pospišilová et al.,

2018). Paape et al. (2007) uvádzajú hraničné hodnoty PSB v USA nižšie ako 1000 000 / 1 ml, avšak v Európe zatiaľ nie sú stanovené limity. Z legislatívnych limitov je u nás stanovený celkový počet mikroorganizmov v dodávanom surovom mlieku malých prežúvavcov. Tento limit stanovuje Nariadenie (ES) č. 853/2004 ktorým sa stanovujú osobitné hygienické predpisy pre potraviny živočíšneho pôvodu, podľa ktorého celkový počet mikroorganizmov v 1 ml mlieka (pri 30 °C) nesmie presiahnuť hodnotu 1 500 000 KTJ a pri surovom mlieku pre ďalšie spracovanie, ktoré nepodlieha tepelnému ošetreniu, sa tento počet znižuje na 500 000 KTJ.

Tančin a Tančinová (2008) uvádzajú, že pri procese zápalu mliečnej žľazy dochádza k migrácii bielych krviniek z krvi do mlieka. Pomer bielych krviniek k epitelovým bunkám je zvyčajne 98 % - 99 % : 2 % – 1 %.

Pospíšilová et al. (2018) opisujú ako PSB nepriaznivo vplýva na produkciu mlieka. Staršie výsledky francúzskych vedcov uvádzajú, že po prekročení 200 000 buniek v jednom mililitri mlieka pripadá na každých 100 000 buniek v 1 ml úbytok na mlieku o 2,5 %. Straty na produkcii mlieka stúpajú so zvyšujúcimi sa hodnotami PSB v 1 ml mlieka. Bahnice s nízkym počtom somatických buniek (do 200 000 ml⁻¹) mali viditeľne menej bakteriologicky pozitívnych vzoriek v porovnaní s bahnicami s PSB ≥ 200 000 ml⁻¹ a najviac pri PSB ≥ 1000 000 ml⁻¹. Tančin a Tvarožková (2020) tvrdia, že hodnoty pre fyziologický limit PSB v ovčom mlieku sa posledné roky systematicky znižujú. Berthelot et al. (2006) zhodnotili, že ak je hodnota PSB v bazénovej vzorke vyššia ako 650 000 buniek.ml⁻¹, tak v chove to predstavuje 15 % výskyt subklinickej mastitídy. Aj zahraniční autori Bianchi et al. (2004) stanovili limit na určenie subklinickej mastitídy na hodnotu do 500 000 PSB v ml⁻¹. Vyšší počet somatických buniek negatívne vplýva aj na zloženie ovčieho mlieka. Pokles obsahu laktózy je sprevádzaný so zvyšujúcim sa počtom somatických buniek (Mačuhová et al., 2021). Aj autori Tančin et al. (2017) zaznamenali klesajúci obsah laktózy od 4,88 % do 4,58 %.

Cieľom našej práce bolo poukázať na negatívny vplyv vysokého PSB na množstvo mlieka bahnic a jeho zloženie v podmienkach prvovýroby.

Materiál a metodika

Sledovali sme produkciu mlieka a jeho zloženie na farme bahnic na Strednom Pohroní. Farma sa zameriava na chov dojnych oviec s prevládajúcim plemenom cigája a lacaune. Farma svoju produkciu mlieka následne spracováva v malej mliekarni priamo na farme. Odber vzoriek mlieka sa realizoval v troch rokoch 2020, 2021 a 2022, v období od februára do júla. Kontrola úžitkovosti sa robila v mesačných intervaloch počas mesiacov február, marec, apríl, máj, jún a júl počas ranného dojenia. Hodnotil sa nádoj na pôdoj. Ovce sa doja strojovo, dojáreň je rybinová s 20 stojiskami, vybavená desiatimi dojnými súpravami. Dojenie počas sezóny prebieha 2 – krát denne v 12 hodinovom intervale, v posledných mesiacoch laktácie sa dojí v intervale každých 16 hodín, dojenie obsluhuje jeden dojič. Dojáreň je vybavená automatickým kŕmnym dávkovačom. Mlieko je pomocou trubiek privádzané priamo do mliekarne do chladiarenskej nádoby.

Triedy somatických buniek sme rozdelili do skupín:

- a) do 200 000 buniek.ml⁻¹
- b) 200 000,1 - 400 000 buniek.ml⁻¹
- c) 400 000,1 - 600 000 buniek.ml⁻¹
- d) 600 000,1 - 1 000 000 buniek.ml⁻¹
- e) 1 000 000,1 a viac buniek.ml⁻¹

Pri zložení mlieka sme sa zameriavali na jeho hlavné zložky ako tuk, bielkoviny, laktóza a beztuková sušina. Zložky boli stanovené prístrojom Milkoscan FT 120 a na stanovenie PSB v mlieku bol použitý prístroj Somacount 150 (Bentley Czech, USA).

Na spracovanie štatistických údajov sme používali program Microsoft Excel, štatistická analýza bola spracovaná pomocou štatistického programu SAS a na výpočet preukaznosti rozdielov medzi skupinami sme použili Scheffého test (F – test). Celková produkcia mlieka bahnice za dojnú periódu sa vypočíta podľa nasledujúceho vzorca:

Model – vplyv roku, poradia, mesiaca laktácie, PSB-trieda na nádoj, tuk, bielkoviny, laktózu, beztukovú sušinu, PSB, SSB.

$$y_{ijkl} = \alpha + P_i + M_j + L_k + R_l + e_{m}$$

y_{ijkl} – sledované parametre – nádoj, tuk, bielkoviny, laktóza, PSB a SSB

α – prienik hodnôt (intercept)

P_i – pevný efekt PSB-trieda (do 200, 200-400, 400-600, 600-1000, nad 1000)

M_j – pevný efekt mesiac (január až júl)

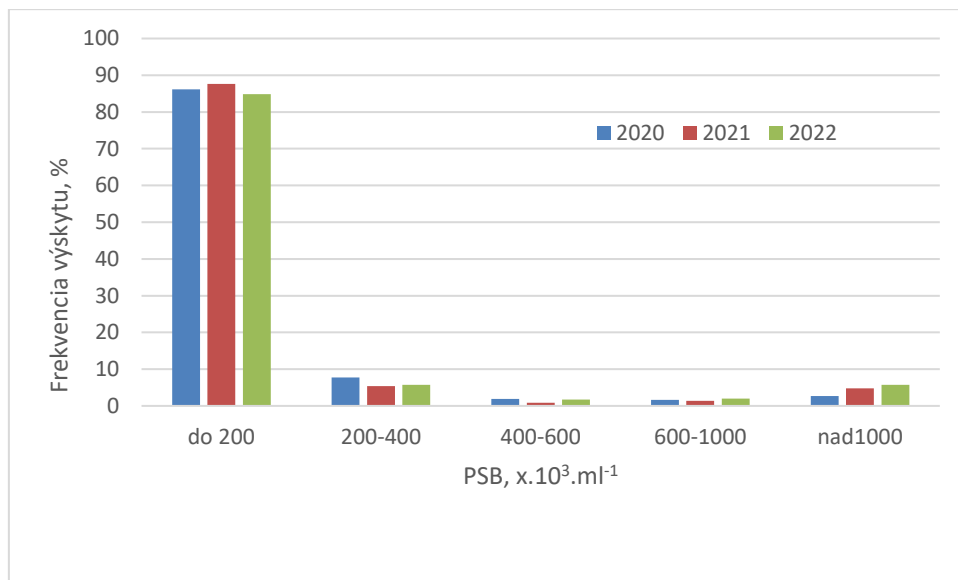
L_k – pevný efekt poradia laktácie (prvá a štvrtá a vyššia)

R_l – pevný efekt roku (2020, 2021, 2022)

e_m – náhodná chyba (random error)

Výsledky a diskusia

V grafe 1 uvádzame frekvenciu výskytu bahníc v triedach na základe počtu somatických buniek v jednotlivých rokoch štúdia. Podstatná časť bahníc mala PSB v kategórii do 200 tisíc ml^{-1} (nad 85 %). V ďalších troch kategóriách sme zaznamenali len veľmi nízke percento výskytu bahníc. V poslednej kategórii došlo k opätovnému navýšeniu percenta výskytu avšak hodnoty boli nízke (do 5 %).



Graf 1: Frekvencia výskytu bahníc v PSB skupinách v sledovaných rokoch

V tabuľke 1 uvádzame, že so zvyšujúcou sa PSB triedou nám mierne klesá obsah tuku v mlieku, obsah bielkovín je takmer nemenný. V prvej triede, kde je PSB do 200 000. ml^{-1} bol nádoj $636,06 \pm 17,49$ ml, najnižší nádoj bol zaznamenaný v skupine PSB 200 000,1 - 400 000. ml^{-1} a to $611,12 \pm 24,56$ ml. Najvyšší nádoj bol pri triede 1000 000,1. ml^{-1} a viac s hodnotou $640,00 \pm 28,73$ ml.

Obsah tuku mal v PSB triede do 200 000 .ml⁻¹ hodnotu 6,50 ± 0,07 %, potom mierne klesol a pri PSB triede 400 000,1 - 600 000.ml⁻¹ stúpol na hodnotu 6,49 ± 0,25 %. Tančin et al. (2017) namerali najvyšší obsah tuku pri bahniciach s PSB do 200 000.ml⁻¹ (6,32 %) a najnižší pri bahniciach s PSB od 400 000,1 - 600 000.ml⁻¹.

Najvyšší obsah bielkovín bol zaznamenaný pri PSB skupine od 400 000,1 - 600 000.ml⁻¹ a to 5,41 ± 0,11 %. Tvarožková (2020) hodnotili vplyv PSB na obsah celkových bielkovín počas sledovaných rokov 2016, 2017, 2018. Počas ich sledovania zistili preukazný vplyv PSB na úrovni P < 0,001. Najvyšší obsah bielkovín namerali s PSB 1000 000.ml⁻¹ a viac (5,88 ± 0,03 %, 5,81 ± 0,03 %, 5,81 ± 0,03%). Najnižší obsah bielkovín namerali vo vzorkách mlieka s PSB do 200 000.ml⁻¹ (5,64 ± 0,02 %, 5,64 ± 0,02 %, 5,63 ± 0,03 %).

Tabuľka 1 Vplyv počtu somatických buniek na sledované parametre

Ukazovateľ	n	Nádoj na pôdoj, kg		Tuk, %	
		Priemer	Str. chyba	Priemer	Str. chyba
PSB (x.ml ⁻¹)					
do 200 000	931	636,06	17,49	6,50	0,07
200 000,1 - 400 000	68	611,12	24,56	6,43	0,13
400 000,1 - 600 000	16	627,47	41,04	6,49	0,25
600 000,1 - 1 000 000	18	629,55	38,83	6,28	0,24
1 000 000,1 a viac	47	640,00	28,73	6,37	0,16
Ukazovateľ	n	Bielkoviny, %		Laktóza, %	
PSB		Priemer	Str. chyba	Priemer	Str. chyba
do 200 000	931	5,28	0,03	4,96 ^a	0,02
200 000,1 - 400 000	68	5,22	0,06	4,94	0,03
400 000,1 - 600 000	16	5,41	0,11	4,83	0,05
600 000,1 - 1 000 000	18	5,26	0,10	4,90	0,05
1 000 000,1 a viac	47	5,26	0,07	4,81 ^b	0,04

a, b - priemery s rozdielnymi písmenami sú preukazné na ≤0,05

Leitner et al. (2004) z ich výskumov zhodnotili, že bol preukazne vyšší obsah celkových srvátkových bielkovín v mlieku z infikovaných polovic vemená ako v mlieku z neinfikovaných polovic vemená, avšak hodnoty kazeínu boli nižšie v mlieku z infikovaných polovic vemená.

Mačuhová et al. (2021) uvádzajú, že je všeobecne známe, že obsah laktózy klesá s narastajúcim počtom somatických buniek v mlieku. V našom výskume mal obsah laktózy v mlieku mierne klesajúcu tendenciu, avšak pri triede 600 000,1 – 1000 000.ml⁻¹ nám mierne stúpol na 4,90 ± 0,05 % a najnižšia hodnota laktózy bola nameraná pri PSB skupine 1000 000.ml⁻¹ a viac (4,81 ± 0,04 %). Podľa Tančina et al. (2017) sa obsah laktózy znižoval od 4,88 % pri bahniciach s PSB triedou nižšou alebo rovnou ako 200 000.ml⁻¹ do 4,58 % s PSB vyšším ako 1000 000.ml⁻¹.

Záver

Chovatelia dojnych bahnic by mali venovať zvýšenú pozornosť zdraviu mliečnej žľazy a hygienickej bezpečnosti mlieka. Pri prevencii mastitídy by sa mal zaviesť pravidelný monitoring zdravotného stavu mliečnej žľazy spojený s KÚ, avšak na Slovensku v súčasnosti neexistuje žiadna norma, ktorá by určovala limit PSB v mlieku. V tomto

smere je dôležité vytvoriť vhodné podmienky pre zvýšenie osvetly a prenosu poznatkov výskumu do praxe.

Literatúra

- Berthelot, X., Lagriffoul, G., Concodet, D., Barillet, F., Bergonier, D. 2006. Physiological and pathological thresholds of somatic cell counts in ewe milk. In *Small Ruminant Research*, 62(1-2), 27-31. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.047>
- Bianchi, L., Bolla, A., Budelli, E., Caroli, A., Casoli, C., Pauselli, M., Duranti, E. 2004. Effect of Udder Health Status and Lactation Phase on the Characteristics of Sardinian Ewe Milk. In *J. Dairy Sci.*, vol. 87, no. 8, p. 2401-2408. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73362-7](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73362-7)
- Mačuhová, L., Tančin, V., Mačuhová, J. 2021. Fyziologické a morfológické aspekty získavania mlieka bahníc. Nitra: SPU, 189 s. ISBN 978-80-552-2383-4.
- Leitner, G., Chaffer, M., Shamay, A., Shapiro, F., Merin, U., Ezra, E., Saran, A., Silanikove, N. 2004. Changes in milk composition as affected by subclinical mastitis in sheep. In *J. of D. Scie.*, vol. 87, p. 46-52. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73140-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73140-9)
- Nariadenie Európskeho parlamentu a rady (ES) č. 853/2004 z 29. apríla 2004, ktorým sa ustanovujú osobitné hygienické predpisy pre potraviny živočíšneho pôvodu
- STN 57 05 10 (1995) Ovčie mlieko. Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR, 4 s.
- Paape, M.J., Wiggans, G.R., Bannerman, D.D., Thomas, D.L., Sanders, A.H., Contreras, A., Moroni, P., Miller, R.H. 2007. Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts. In *Small Ruminant Research*, vol. 68, p. 114-125. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.014>
- Pospíšilová, D., Holko, I., Černeková, D., Supuka, P., Tančin, V., Mačuhová, L. 2018. Príručka pre chovateľov oviec a kôz. Nitra: VETSERVIS, s.r.o., 88 s. ISBN 978-80-970877-5-3.
- Sutera, A. M., Portolano, B., Di Gerlando, R., Sardina, M. T., Mastrangelo, S., Tolone, M. 2018. Determination of milk production losses and variations of fat and protein percentages according to different levels of somatic cell count in Valle del Belice dairy sheep. *Small Rumin. Res.* 162: 39-42. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2018.03.002>
- Tančin, V., Baranovič, Š., Uhrinčať, M., Mačuhová, L., Vršková, M., Oravcová, M. 2017. Somatic cell count in raw ewe's milk in dairy practice: frequency of distribution and possible effect on milk yield and composition. *Mljekarstvo*. Vol 67, p. 253-260. <https://doi:10.15567/mljekarstvo.2017.0402>
- Tančin, V., Tančinová, D. 2008. Strojové dojenie kráv a kvalita mlieka. Nitra: SPU, 2008, 105 s. ISBN 978-80-88872-80-1.
- Tančin, V., Tvarožková, K. 2020. Mastitídy v chove bahníc. Nitra: SPU, 2020, 63 s. ISBN 978-80-552-2256-1.

Pod'akovanie

Tento článok bol financovaný z projektu APVV-21-0134 „Subklinické mastitídy v chovoch bahníc a kôz: patogény, somatické bunky a morfológia vemena”.

Kontaktná adresa

Ing. Martina Vršková, PhD., Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: martina.vrskova@nppc.sk.

**Zmeny v mikrobiote počas procesu kvasenia vína vo vzťahu
k tyramínu**
*Changes in the microbiota during the wine fermentation process in
relation to tyramine*

**Výrostková, J., Regecová, I., Semjon, B., Bartkovský, M., Očenáš, P.,
Šuláková, L., Marcinčák, S.**

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach

Abstrakt

Štúdia je zameraná na detekciu mikroflóry vo vzorkách pôdy, listov hrozna a bobúľ a vzoriek odobratých z kvasiaceho muštu a mladého vína (odroda Tramín červený) vo vzťahu k zistenej koncentrácii biogénneho amínu počas fermentačného procesu. V skúmanej vzorke bol kultivačným vyšetrením stanovený počet kvasiniek a plesní (od 3,8 do 6,8 log KTJ/g alebo ml) a CPM (od 3,7 do 6,5 log KTJ/g alebo ml). Zároveň sa určil počet BMK (od < 3,0 do 4,4 log KTJ/g alebo ml), ktorý bol najvyšší zistený na 4. deň procesu fermentácie muštu a ktorý súvisel so zistenou najvyššou koncentráciou biogénneho amínu (tyramín) na 6. deň v skúmaných vzorkách muštu pomocou systému UHPLC. Štúdia potvrdila znižovanie druhovej diverzity mikrobioty počas procesu kvasenia muštu, čo malo za následok pokles koncentrácie sledovaného biogénneho amínu v raných štádiách procesu kvasenia muštu a mladého vína odrody Tramín červený.

Kľúčové slová: *fermentácia, BMK, mikrobiota, tyramín, víno*

Abstract

This study focuses on the detection of microbiota in soil samples, grape leaves and berries and samples taken from fermenting must and young wine (the variety Tramín red variety) in relation to the detected concentration of biogenic amine during the fermentation process. In the examined sample, the number of yeasts and molds (from 3.8 to 6.8 log CFU/g or ml) and TVC (from 3.7 to 6.5 log CFU/g or ml) were determined via culture examination. At the same time, the number of LAB (from < 3.0 to 4.4 log CFU/g or ml) was determined, which was the highest detected on day 4 of the must fermentation process and which was related to the detected highest concentration of biogenic amine (tyramine) on day 6 in the investigated must samples using the UHPLC system. The study confirmed the reduction of the species diversity of the microbiota during the must fermentation process, which resulted in a decrease in the concentration of monitored biogenic amine in the early stages of the must fermentation process and young wine of the Tramín red variety.

Key words: *fermentation, LAB, microbiota, tyramine, wine*

Úvod

Východoslovenská vinohradnícka oblasť patrí s rozlohou 1800 ha medzi 6 vinohradníckych oblastí na Slovensku. Rozprestiera sa na území troch krajov a to Zemplín, Abov a Turňa. Vinice obsahujú ťažké ílovito-hlinité až ľahké piesočnaté pôdy. Pôdny typ ovplyvňuje aj vulkanický substrát Vihorlatských vrchov. Vulkanickým pôvodom je zabezpečená vyššia mineralita pôdy, ktorá sa stáva súčasťou hrozna a prechádza do vína (Vlachovičová and Špulerová, 2022).

Hrozno, mušty a vína obsahujú okrem kvasiniek množstvo baktérií, ktoré sú v porovnaní s kvasinkami náročnejšie na vplyvy prostredia. Vo vinohradníctve sa najčastejšie zisťujú

baktérie mliečného kvasenia (BMK) (Godálová et al., 2016). BMK sú hlavné mikroorganizmy zodpovedné za produkciu histamínu vo víne (Coton et al., 2010). Okrem BMK, Tristezza et al. (2016) ukázali, že niektoré kvasinky iné ako *Saccharomyces* sp. (vinného pôvodu) sú schopné produkovať aj biogénne amíny (BA).

Na produkcii amínov v procese výroby vína sa môžu podieľať kvasinky aj baktérie. Všeobecná zhoda, že kvasinky prispievajú ku konečnému obsahu BA vo víne menej ako baktérie mliečného kvasenia (BMK), bola preukázaná veľkým množstvom údajov v biochémií, genetike a regulácii produkcie amínov pomocou BMK v porovnaní s údajmi dostupnými pre kvasinky (Torrea and Ancín, 2002).

Štúdia bola zameraná na stanovenie koncentrácie tyramínu v mušte a mladom víne odrody Tramín červený, vo vzťahu k dynamike mikrobioty v procese primárneho kvasenia muštu.

Materiál a metodika

Vzorky boli odobraté z pôdy, bobúľ, listov viniča a muštu Tramínu červeného z Východoslovenskej vinohradníckej oblasti, Sobraneckého regiónu a vo vinohradníckej obci Orechová. Vzorka muštu s cukornatosťou 21,5 °Brix bola naplnená do 100 litrovej nerezovej nádoby. Následne došlo k spontánnej fermentácii a v dňoch 0., 2., 4., 6., 8. a po 4 týždňoch fermentácie boli z kvasiaceho muštu odobraté vzorky na analýzu prítomnosti biogénneho amínu a mykobiótov kvasiaceho muštu a mladého vína.

Kultivačné mikrobiologické vyšetrenie

Zásobná suspenzia a ďalšie 10-násobné riedenia sa pripravili zo sterilných 1 ml vzoriek podľa pokynov normy ISO 6887-1 (2017).

Celkový počet životaschopných mikroorganizmov (CPM)

Z každého príslušného riedenia sa odobrala 1,0 ml vzorka a paralelne sa naočkovala do označených sterilných Petriho misiek. Zriedené vzorky sa potom zmiešali s 18 ± 2 ml PCA agarového bujónu ochladeného na 44-47 °C. Po stuhnutí boli naočkované bujóny inkubované v termostate pri 30 ± 1 °C počas 72 hodín. Výsledky sa potom previedli na množstvo v 1 ml vzorky podľa normy ISO 4833-1 (2014).

Stanovenie baktérií mliečného kvasenia (BMK)

Z odobratých a vyšetrených vzoriek boli izolované baktérie podľa normy ISO 6887-1 (2017). Z troch po sebe nasledujúcich riedení sa naočkovalo 0,1 ml skúmanej vzorky De Man, Rogosa a Sharpe agar selektívneho diagnostického média (Hi-Media, India) rozterom. Tieto vzorky boli pripravené a vyhodnocované paralelne. Následne boli vzorky inkubované v anaeróbných podmienkach, aby sa rozmnožili mezofilné BMK. Naočkované platne sa inkubovali pri 37 °C počas 48 hodín s použitím vaku AnaeroGen (Oxoid, UK).

Stanovenie počtu kvasiniek a plesní

Kvantitatívne stanovenie bolo uskutočnené podľa normy ISO 21527-1 (2010). Prvé tri desatinné riedenia naočkované v objeme 0,1 ml na povrch agaru Dichloran Rose-Bengal Chloramfenikol (DRBC) (Hi-Media, India) s obsahom peptónu, dextrózy (glukózy), dihydrogenfosforečnanu draselného, síranu horečnatého, bengálskej ruže, Chloramfenikol, dichloran, agar, konečné pH $5,6 \pm 0,2$. Doštičky sa potom inkubovali pri 25 °C počas 5 (pre kvasinky) alebo 8-10 dní (pre plesne).

Stanovenie biogénnych amínov

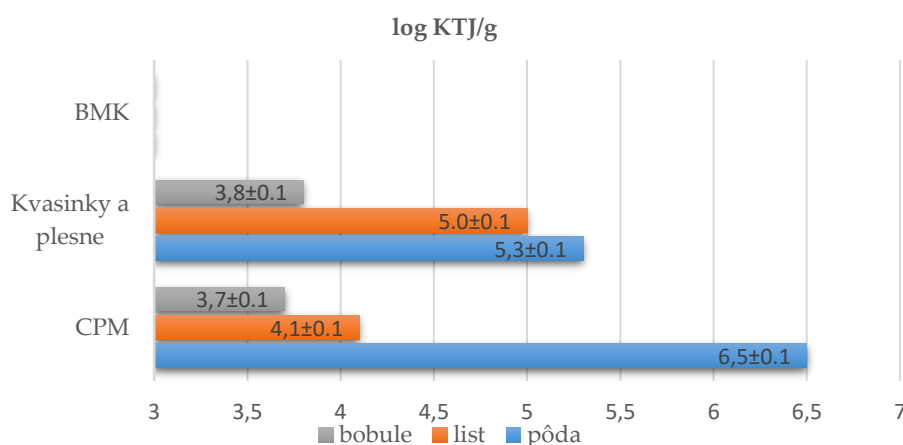
Stanovenie biogénnych amínov v mušte a mladom víne bolo uskutočnené pomocou ultra vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie s fluorescenčným detektorom. Na analýzu biogénnych amínov (tyramín) bol použitý Thermo Scientific UHPLC systém (Dionex

UltiMate 3000 RS) spojený s fluorescenčným detektorom (FLD). Na separáciu biogénnych amínov vo vzorkách vína sa použila kolóna YMC-Triart PFP (150 x 3,0 mm, 1,9 μ m) pri prietoku 0,4 ml/min. Mobilná fáza pozostávala z (A) acetonitrilu a (B) 0,1 mol/l octanu amónneho a použila sa izokratická elúcia 55 % (A): 45 % (B). Teplota kolóny sa udržiavala na $25 \pm 0,5$ °C. Štandardný zásobný roztok skúmaných biogénnych amínov (BA, histamín a tyramín) bol pripravený rozpustením každého štandardu v deionizovanej vode na koncentráciu 1000 mg/l. V prípade spracovania vína sa vzorka najskôr zriedi kyselinou chlorovodíkovou (0,1 mol/l) v pomere 1:1 a následne sa odparí do sucha. Potom sa alikvot týchto štandardných zásobných roztokov biogénnych amínov (do koncentrácie 100 mg/l)/zvyšku vzorky pridal do 2 ml deionizovanej vody. Pridalo sa 0,3 g NaHCO₃ a roztok dansylchloridu (2 mg/ml). Po uzavretí a zmiešaní sa derivatizačná reakcia uskutočnila pri teplote miestnosti počas 90 minút v tme. Následne sa pridal toluén (4 ml), do ktorého sa extrahovali derivatizované BA. Odobral sa jeden mililiter toluénového extraktu a odparil sa do sucha. Zvyšok sa rozpustil v 1 ml acetonitrilu a prefiltraval cez 0,2 μ m nylonový injekčný filter. Takto prefiltrované roztoky boli použité na UHPLC analýzu v množstve 5 μ l. Vlnové dĺžky excitácie a emisie boli nastavené na 320 nm a 523 nm v detektore FLD. Identifikácia biogénnych amínov sa uskutočnila porovnaním ich retenčného času s ich zodpovedajúcim štandardom. Kvantifikácia biogénnych amínov vo vzorkách vína sa uskutočňovala štandardnou krivkou vygenerovanou pomerom plochy piky ku koncentrácii biogénneho amínu.

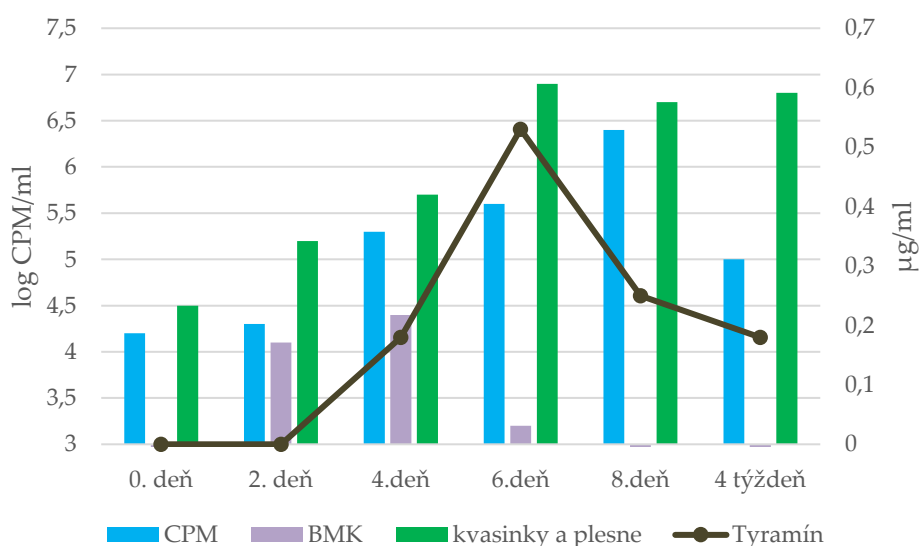
Výsledky a diskusia

Pri mikrobiologickom vyšetrení vzoriek boli sledované parametre ako kvantifikácia kvasiniek, baktérií mliečného kvasenia a celkový počet mikroorganizmov (CPM). Na mikrobiologické zloženie muštu má veľký vplyv región. Regionálne odlišné vlastnosti vína sú dôležitým aspektom výroby vína. Mykobiota hrozna a vína predstavuje regionálne definované vzorce spojené s vinohradmi a klimatickými podmienkami (Bokulich et al., 2016). Jednotlivé mikrobiologické parametre sa počas fermentácie menia. Tieto parametre ovplyvňujú konečnú kvalitu vína. V tejto štúdii (obrázok 1) bol na PCA agare stanovený celkový počet mikroorganizmov, ktorý sa pohyboval od $3,7 \pm 0,1$ do $6,5 \pm 0,1$ log KTJ/g. Najvyšší podiel mikroorganizmov bol pozorovaný v pôde. Baktérie mliečného kvasenia v mušte boli vo vzorkách zistené v malom počte. Počty baktérií mliečného kvasenia nájdené vo všetkých vzorkách boli $< 3,0 \pm 0,0$ log KTJ/g. Počet kvasiniek v každej vzorke sa pohyboval od $3,8 \pm 0,1$ do $5,3 \pm 0,1$ log KTJ/g. Vyššie počty kvasiniek boli zistené vo vzorke pôdy $5,3 \pm 0,1$ log KTJ/g, nasledovali vzorky listov viniča so zastúpením $5,0 \pm 0,1$ log KTJ/g. Najnižší podiel kvasiniek bol zistený na plodoch viniča (bobuliach) $3,7 \pm 0,1$ log KTJ/g. Prítomné kvasinky sú zodpovedné za spustenie procesu kvasenia v mušte, ale po premnožení typických vínnych kvasiniek sa ich počet postupne znižuje.

Následne sa pri kvantitatívnom mikrobiologickom kultivačnom vyšetrení vzoriek muštu a mladého vína CPM pohyboval od $4,2 \pm 0,1$ do $6,4 \pm 0,1$ log KTJ/ml (obrázok 2). Najnižší počet bol zaznamenaný na 0. deň po vylisovaní hroznovej šťavy. Následne rástol až do 8 dňa fermentácie.



Obrázok 1: Kvantitatívne mikrobiologické kultivačné vyšetrenie vzoriek pôdy muštu a vína. CPM; BMK; Kvasinky a plesne. Detekčný limit bol $< 3,0 \pm 0,0$ log KTJ/g.



Obrázok 2: Kvantitatívne mikrobiologické kultivačné vyšetrenie vo vzťahu ku koncentrácii biogénnych amínov muštu a mladého vína. CPM (sd: $\pm 0,1$); BMK (sd: $\pm 0,0$); Kvasinky a plesne (sd: $\pm 0,1$)

Počet baktérií mliečneho kvasenia v každej vzorke muštu a mladého vína sa pohyboval od $< 3,0 \pm 0,0$ do $4,4 \pm 0,1$ log KTJ/ml (obrázok 2). Najvyššie počty BMK pri odbere sme zaznamenali na druhý a štvrtý deň po vylisovaní hroznového muštu. Podobné hodnoty zistila aj (Kačániová et al., 2020), kde hodnoty BMK v bobuliach hrozna a vo vzorkách fermentovaného muštu sa pohybovali od $2,48 \pm 0,1$ do $4,52 \pm 0,1$ log KTJ/g alebo ml. Hlavnými baktériami mliečneho kvasenia (BMK) izolovanými z vína sú rody *Lactiplantibacillus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus* a *Pediococcus* (Capozzi et al., 2021; Virdis et al., 2021), ktoré pozitívne ovplyvňujú víno vykonávaním jablčno-mliečnej fermentácie (Chen et al., 2022). Tento proces môže zvýšiť arómu vína a pocit v ústach, zlepšiť mikrobiálnu stabilitu a znížiť kyslosť vína. Rastúci počet štúdií podporuje uznanie, že BMK môže tiež významne, pozitívne a negatívne, prispieť k sensorickému profilu vína prostredníctvom mnohých rôznych enzymatických ciest. To sa dosiahne buď

syntézou zlúčenín, ako sú diacetyl a estery, alebo uvoľnením viazaných aromatických zlúčenín, ako sú primárne arómy viazané na glykozidy a prchavé tioly, ktoré sú vo svojej viazanej forme bez zápachu (Virdis et al., 2021).

Počet kvasiniek a plesní v každej vzorke sa pohyboval od $4,5 \pm 0,1$ do $6,9 \pm 0,1$ log KTJ/ml. Najnižšie hodnoty boli zaznamenané vo vzorkách čerstvo vylisovaného hroznového muštu (deň 0) s $4,5 \pm 0,1$ log KTJ/ml. Počas kvasenia muštu sa hodnoty zvýšili. Najvyššie počty boli zaznamenané pri zbere na 6. a 8. deň kvasenia, ktoré boli spôsobené takzvaným „búrlivým kvasením“. Kvasinky *Saccharomyces* sú hlavné mikroorganizmy zodpovedné za alkoholové kvasenie vo vinárskom priemysle. Rastie však záujem o použitie kvasiniek iných ako *Saccharomyces* (*Torulaspora delbrueckii*, *Lachancea thermotolerans*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Schizosaccharomyces pombe* a *Pichia kluyveri*) (Jolly et al., 2014).

Torrea and Ancín (2002) zistila miernu produkciu izolátov *S. cerevisiae* BA, ale koncentrácie boli veľmi nízke. V našej štúdiu bola najvyššia koncentrácia tyramínu zistená na 6. deň fermentácie muštu, čo korelovalo s vyšším počtom BMK vo vzorkách, ako aj so zvyšujúcim sa počtom kvasiniek, najmä *S. cerevisiae*. Práve tyramín je považovaný za biogénny amín nachádzajúci sa vo vínach Soucheos (Henríquez-Aedo et al., 2016). Vo všeobecnosti hrajú amíny dôležitú metabolickú úlohu v živých bunkách. Polyamíny sú nevyhnutné pre rast; amíny iné ako tyramín sa podieľajú na funkcii nervového systému a kontrole krvného tlaku. Biogénne amíny sú nežiaduce, pretože ak sú absorbované v príliš vysokých koncentráciách, môžu spôsobiť bolesti hlavy, ťažkosti s dýchaním, búšenie srdca, hypertenziu alebo hypotenziu a niekoľko alergických porúch (Santos, 1996).

Stanovenie biogénneho amínu v mušte a mladom víne

Na sledovanie prítomnosti a zmien koncentrácie biogénneho amínu (tyramínu) v mušte počas fermentácie sme použili vzorky Tyramínu červeného ročníka 2021. Ako je znázornené na obrázku 2, k zvýšeniu koncentrácie tyramínu došlo v rovnakom štádiu fermentácie. Koncentrácia tyramínu prudko vzrástla medzi 4. a 6. dňom. Najvyššiu koncentráciu tyramínu sme zaznamenali na 6. deň.

Práve kvasinky sa podieľajú na produkcii BA v rovnakom čase ako BMK. Existuje všeobecná zhoda, že kvasinky produkujú menej významný podiel ako BMK z hľadiska konečného obsahu BA vo víne. Bolo vykonaných niekoľko štúdií o produkcii kvasiniek a väčšina z nich kvantifikovala iba histamín (Torrea and Ancín, 2002; Granchi et al., 2005).

Záver

Štúdia potvrdila biodiverzitu mykobioty v odrode Tyramín červený pochádzajúcej z Východoslovenskej vinohradníckej oblasti na Slovensku. Zároveň sa potvrdila silná korelácia medzi BMK a produkciou tyramínu.

Literatúra

Bokulich, N. A, Collins, T. S, Masarweh, C, Allen, G, Heymann, H, Ebeler, S. E, Mills, D. A. 2016. Associations among wine grape microbiome, metabolome, and fermentation behavior suggest microbial contribution to regional wine characteristics. In *MBio*, 7, e00631-00616. Dostupné na: <https://doi.org/10.1128/mBio.00631-16>

Capozzi, V, Tufariello, M, De Simone, N, Fragasso, M, Grieco, F. 2021. Biodiversity of Oenological Lactic Acid Bacteria: Species- and Strain-Dependent Plus/Minus Effects on

- Wine Quality and Safety. In *Fermentation*, vol. 7, p. 24. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/fermentation7010024>
- Coton, M, Romano, A, Spano, G, Ziegler, K, Vetrana, C, Desmarais, C, Lonvaud-Funel, A, Lucas, P, Coton, E. 2010. Occurrence of biogenic amine-forming lactic acid bacteria in wine and cider. In *Food Microbiol*, vol. 27, pp. 1078-1085. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.07.012>
- Granchi, L, Romano, P, Mangani, S, Guerrini, S, Vincenzini, M. 2005. Production of biogenic amines by wine microorganisms. *Bulletin de l'O.I.V.* vol. 78, pp. 595–609.
- Godálová, Z, Kraková, L, Puškárová, A, Bučková, M, Kuchta, T, Piknová, L, Pangallo, D. 2016. Bacterial consortia at different wine fermentation phases of two typical Central European grape varieties: Blaufränkisch (Frankovka modrá) and Grüner Veltliner (Veltlínske zelené). In *International journal of food microbiology*, vol. 217, pp. 110-116. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.10.015>
- Henríquez-Aedo, K, Durán, D, Garcia, A, Hengst, M.B, Aranda, M. 2016, Identification of biogenic amines-producing lactic acid bacteria isolated from spontaneous malolactic fermentation of chilean red wines. In *LWT Food Sci. Technol.*, vol. 68, pp. 183–189. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.12.003>
- Jolly, N. P, Varela, C, Pretorius, I. S. 2014. Not your ordinary yeast: non-Saccharomyces yeasts in wine production uncovered. *FEMS yeast research*, vol. 14, pp. 215-237. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/1567-1364.12111>
- Chen, Q, Hao, N, Zhao, L, Yang, X, Yuan, Y, Zhao, Y, Wang, F, Qiu, Z, He, L, Shi, K, Liu, S. 2022. Comparative functional analysis of malate metabolism genes in *Oenococcus oeni* and *Lactiplantibacillus plantarum* at low pH and their roles in acid stress response. In *Food Research International*, vol. 157, p. 111235. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111235>.
- ISO 6887-1: 2017. Microbiology of the food chain - Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination - Part 1: General rules for the preparation of the initial suspension and decimal dilutions; Slovak Standards Institute: Bratislava, Slovakia.
- ISO 4833-1: 2014. Microbiology of food chain. Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Part 1: Colony count at 30 degrees C by the pour plate technique; Slovak Standards Institute: Bratislava, Slovakia.
- ISO 21527-1: 2010. Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of yeasts and moulds. Part 1: Colony count technique in products with water activity greater than 0,95; Slovak Standards Institute: Bratislava, Slovakia.
- Kačániová, M, Megyesy Eftimová, Z, Brindza, J, Felšöciová, S, Ivanišová, E, Žiarovská, J, Terentjeva, M. 2020. Microbiota of Tokaj grape berries of Slovak regions. In *Erwerbs-Obstbau*, vol. 62, pp. 25-33. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s10341-020-00488-9>
- Santos, M. S. 1996. Biogenic amines: their importance in foods. *International journal of food microbiology*, vol. 29, 213-231. Dostupné na: [https://doi.org/10.1016/0168-1605\(95\)00032-1](https://doi.org/10.1016/0168-1605(95)00032-1)
- Torrea, D, Ancín, C. 2002. Content of biogenic amines in a Chardonnay wine obtained through spontaneous and inoculated fermentations. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 50, no. 17, pp. 4895-4899. Dostupné na: doi: 10.1021/jf011653h.
- Tristezza, M, Di Feo, L, Tufariello, M, Grieco, F, Capozzi, V, Spano, G, Mita, G. 2016. Simultaneous inoculation of yeasts and lactic acid bacteria: Effects on fermentation dynamics and chemical composition of Negroamaro wine. In *Food Sci. Technol.*, vol. 66, pp. 406-412. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.064>

Virdis, C, Sumbly, K, Bartowsky, E, Jiranek, V. 2021. Lactic acid bacteria in wine: Technological advances and evaluation of their functional role. In *Frontiers in microbiology*, vol. 11, p. 612118. Dostupné na: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.612118>

Vlachovičová, M, Špulerová, J. 2022. Responses of birds to vineyard abandonment in Slovakia. In *Global Ecology and Conservation*, vol. 37, e02178. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02178>

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená projektom VEGA 1/0156/21.

Kontaktná adresa

MVDr. Jana Výrostková, PhD., Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, Košice 041 81 e-mail: jana.vyrostkova@uvlf.sk.

Profil aminokyselin králíčího masa v závislosti na pohlaví

Amino acids profile of rabbit meat in relation to the sex

Zapletal, D., Straková, E., Kutlvašr, M.
Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Cílem této studie bylo zhodnotit vliv pohlaví králíků na profil aminokyselin (AA) v mase stehen a svalu *M. longissimus thorasic et lumborum* (MLTL) v případě prodlouženého výkrmu hybridních králíků v produkčním systému respektujícím podmínky pro ekologickou produkci. Z výsledků studie vyplývá, že porážené samice ve věku 108 dnů vykazovaly ve svalu MLTL vyšší zastoupení lyzinu a alaninu a naopak nižší podíl tyrozinu oproti samcům. Nicméně, lze říci, že pohlaví nemělo zásadní vliv na nutriční hodnotu proteinů masa hřbetu králíků. Naopak, v případě masa stehen, byl zjištěn výrazný vliv pohlaví králíků na profil AA. Pohlaví králíků ovlivnilo zastoupení 4 z 9 hodnocených esenciálních AA, což vedlo k vyšší nutriční hodnotě masa stehen samic, kdy byl u samic v tomto mase zjištěn i celkově vyšší podíl všech hodnocených AA. Na druhou stranu, samci vykazovali v mase stehen vyšší podíl metioninu vůči samicím.

Klíčová slova: králík, pohlaví, jatečná partie, aminokyseliny

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the sex-related effect on the amino acids (AA) profile in leg meat and *M. longissimus thorasic et lumborum* (MLTL) muscle in crossbred rabbits fattened for a prolonged period under intensive production system that respected some principles for organic production. It follows from the results of the present study that females slaughtered at 108 days of age displayed the higher proportion of lysine and alanine and lower proportion of tyrosine in the MLTL muscle as compared to males. However, it can be stated that the rabbit sex had no noticeable effect on the biological value of meat proteins in MLTL muscle. By contrast, sex-related effect on AA profile was noticeable in the leg meat. A rabbit sex influenced proportions of 4 out of 9 assessed essential AA, which led to the higher nutritional value of leg meat proteins in females, whereas females showed also a higher proportion of total AA assessed in leg meat. On the other hand, a higher proportion of methionine was found in males compared to females in leg meat.

Key words: rabbit, gender, carcass part, amino acids

Úvod

Přestože má králíčí maso vynikající nutriční a dietetické vlastnosti, jeho průměrná spotřeba u nás v posledních letech stále klesá. Ze zdrojů MZe vyplývá, že v roce 2019 činila průměrná spotřeba králíčího masa v ČR 0,6 kg/osobu/rok, což je pokles oproti roku 2010 o 72,7 %, kdy byla tuzemská spotřeba v úrovni 2,2 kg/obyvatele/rok. I přes jeho zdánlivě nízkou spotřebu se však ČR stále řadí na přední místa v konzumaci králíčího masa v Evropě (Leiblová, 2020).

Pro králíčí maso je typický nízký obsah tuku a cholesterolu s tím, že tento tuk obsahuje příznivě vysoký podíl n-3 PUFA s nízkým zastoupením SFA. K dalším charakteristikám králíčího masa patří nízký obsah purinů a Na, a naopak vysoký obsah P a Se a dalších mikroprvků a také významný obsah vitamínů skupiny B (Hermida et al., 2006; Dalle Zotte, Szendrő, 2011; Cullere et al., 2018).

Vedle výše uvedených nutričních benefitů je králičí maso často oceňováno pro svou vysokou nutriční hodnotu proteinů, jenž obsahují vysoký podíl esenciálních aminokyselin (EAA) a vykazují obecně vyšší stravitelnost než např. proteiny vepřového či hovězího masa (Pereira, Vicente, 2013; Li et al., 2019). Obecně je kvalita svalových proteinů ovlivněna řadou endogenních a exogenních faktorů a jejich vzájemnými interakcemi. K hlavním faktorům působícím na kvalitu králičích svalových proteinů, hlavně na profil aminokyselin (AA), pak patří především plemeno a genotyp (Nasr et al., 2017), jatečná partie porážených králíků (Migdal et al., 2013) a dále věk při porážce (Li et al., 2019). Studie zaměřené na hodnocení vlivu pohlaví králíků na zastoupení AA v jejich mase jsou doposud značně omezené, kdy např. Pla (2008) nenalezla žádnou významnost u tohoto vlivu.

Cílem této studie bylo zhodnotit vliv pohlaví králíků na profil aminokyselin v mase stehen a svalu *M. longissimus thoracic et lumborum* (MLTL) v případě prodlouženého výkrmu hybridních králíků v produkčním systému respektujícím podmínky pro ekologickou produkci.

Materiál a metodika

Králici použítí ve studii pocházeli z komerčního chovu (Kočárovi Králíci, Jaroměřice nad Rokytnou), kde nejsou dlouhodobě používána synteticky vyráběná alopatická veterinární léčiva ani antikokcidika. Tímto se management farmy snaží naplňovat zásadní podmínky pro ekologický produkční systém. V pokusu byly v roce 2019 využity dva genotypy králíků – komerční finální hybridi HYLEA a kříženci mezi samci plemene meklenburský strakáč a samicemi komerční linie HYLEA CD.

V průběhu celého období odchovu a výkrmu mladých králíků byl uplatňován zcela shodný management chovu a zcela shodná výživa pro obě pohlaví králíků. Králíci byli ustájeni v běžných konvenčních klecových technologiích. Krmení králíků bylo adlibitní pomocí komerčních kompletních krmných směsí s tím, že do 64. dne věku byla zkrmována směs doplněná o přípravek Emanox, vyráběný z extraktů aromatických bylin, který vykazuje antikokcidiální účinek. Králíci měli po celou dobu neomezený přístup k pitné vodě.

Ve věku 108 dnů bylo náhodně vybráno 24 samců a 24 samic (o průměrné hmotnosti 3,06 a 3,11 kg, resp.) rovnoměrně v rámci obou genotypů; poté byli králíci poráženi. Po jatečném zpracování byla jatečně opracovaná těla (JOT) králíků uchovávána v chladicí místnosti po dobu 24 hod. Následně došlo k disekci obou zadních končetin a obou svalů MLTL z JOT a dále k vykostění stehenní svaloviny z obou zadních končetin. Všechny odebrané vzorky masa stehen a MLTL byly zabaleny, zamrazeny a uchovávány při teplotě $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až do okamžiku vlastní analýzy. Po rozmrazení byl u vzorků masa stanoven obsah sušiny a obsah hrubého proteinu podle Kjeldahla. Stanovení obsahu jednotlivých aminokyselin bylo provedeno pomocí automatického aminoanalyzátoru AAA 400 (Ingos a.s., ČR), dle metodiky popsané ve studii Strakové et al. (2015). Co se týče esenciálních aminokyselin (EAA), byl stanoven obsah lyzinu, leucinu, izoleucinu, treoninu, argininu, histidinu, fenylalaninu, valinu a metioninu. V případě neesenciálních aminokyselin (NEAA), byl stanoven obsah serinu, kyseliny asparagové, kyseliny glutamové, prolinu, glycinu, alaninu a tyrozinu. Jelikož použitou analýzou nebylo možné stanovit obsah tryptofanu a validně ani obsah cysteinu, jsou hodnoty jednotlivých AA i jejich skupin vyjádřeny jako podíl z celkového obsahu hrubého proteinu v mase (původní hmoty).

Statistické zhodnocení rozdílů mezi pohlavím králíků bylo provedeno pomocí metody ANOVA, následné testování průkaznosti mezi průměry bylo zhodnoceno pomocí Tukeyova testu.

Výsledky a diskuze

Obsah hrubého proteinu ve svalu *MLTL* se nelišil ($P > 0,05$) mezi pohlavím porážených králíků ve 108 dnech věku (Tabulka 1). V případě zastoupení EAA v hrubém proteinu svalu *MLTL*, samice vykazovaly vyšší ($P < 0,05$) podíl lyzinu oproti samcům; zastoupení ostatních hodnocených EAA, stejně jako celkový podíl EAA, se v hrubém proteinu masa hřbetu králíků nelišil mezi pohlavím ($P > 0,05$).

Tabulka 1: Vliv pohlaví králíků na profil aminokyselin ve svalu *MLTL* (v % z obsahu hrubého proteinu)

Ukazatel	Samci	Samice	SEM	Signifikance
Hrubý protein (g.kg ⁻¹ masa)	226,7	228,2	2,05	NS
Lyzin	8,51	9,24	0,172	*
Leucin	7,59	7,83	0,093	NS
Isoleucin	4,45	4,58	0,056	NS
Treonin	4,22	4,32	0,052	NS
Arginin	6,02	6,65	0,182	NS
Histidin	4,05	4,25	0,063	NS
Fenylalanin	3,83	3,98	0,055	NS
Valin	4,95	5,00	0,071	NS
Metionin	2,09	2,05	0,042	NS
Suma EAA	45,72	47,90	0,543	NS
Serin	3,64	3,70	0,042	NS
Kyselina asparagová	8,89	9,02	0,105	NS
Kyselina glutamová	14,60	14,58	0,163	NS
Prolin	3,63	3,78	0,058	NS
Glycin	4,29	4,29	0,065	NS
Alanin	5,12	5,55	0,094	*
Tyrozín	3,67	3,42	0,081	*
Suma NEAA	43,84	44,32	0,472	NS
Suma všech AA	89,56	92,22	0,906	NS

SEM: střední chyba průměru; NS: není signifikantní; *: $P < 0,05$; EAA: esenciální aminokyseliny; NEAA: neesenciální aminokyseliny; AA: aminokyseliny.

V případě podílů jednotlivých NEAA v hrubém proteinu svalu *MLTL*, samice vykazovaly vyšší zastoupení alaninu a naopak nižší zastoupení tyrozinu vůči samcům ($P < 0,05$). Zastoupení dalších hodnocených NEAA ani celkový podíl NEAA či celkový podíl všech hodnocených AA se mezi pohlavím králíků v mase hřbetu nelišil. Vliv pohlaví králíků na

profil AA ve svalu *MLTL* v této studii nevykazoval zásadní variabilitu v nutriční hodnotě proteinů masa hřbetu.

Podobně jako v masě hřbetu, ani v masě stehen králíků nebyl nalezen průkazný ($P > 0,05$) vliv pohlaví na obsah hrubého proteinu (Tabulka 2). Obsahy hrubého proteinu v obou hodnocených tělesných partiích králíků v této práci jsou v souladu s hodnotami, které u králíků zjistili také Daszkiewicz, Gugolek (2020).

Tabulka 2: Vliv pohlaví králíků na profil aminokyselin v masě stehen (v % z obsahu hrubého proteinu)

Ukazatel	Samci	Samice	SEM	Signifikance
Hrubý protein (g.kg ⁻¹ masa)	215,6	215,1	2,01	NS
Lyzin	8,30	9,42	0,193	**
Leucin	7,25	7,33	0,097	NS
Isoleucin	4,24	4,35	0,055	NS
Treonin	4,03	3,98	0,055	NS
Arginin	5,55	5,73	0,107	NS
Histidin	3,61	3,92	0,063	**
Fenylalanin	3,81	4,71	0,138	**
Valin	4,71	4,77	0,070	NS
Metionin	1,96	1,73	0,038	**
Suma EAA	43,45	45,93	0,504	*
Serin	3,47	3,41	0,043	NS
Kyselina asparagová	8,50	8,64	0,097	NS
Kyselina glutamová	14,11	14,72	0,160	NS
Prolin	3,72	3,80	0,050	NS
Glycin	4,73	4,53	0,062	NS
Alanin	5,06	5,70	0,094	***
Tyrozín	3,49	3,26	0,079	NS
Suma NEAA	43,08	44,05	0,459	NS
Suma všech AA	86,53	89,98	0,867	**

SEM: střední chyba průměru; NS: není signifikantní; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$; ***: $P < 0,001$; EAA: esenciální aminokyseliny; NEAA: neesenciální aminokyseliny; AA: aminokyseliny.

Oproti svalu *MLTL*, byl v masě stehen v této studii zjištěn výrazný vliv pohlaví králíků na profil AA v hrubém proteinu tohoto masa (Tabulka 2). Konkrétně, pohlaví ovlivňovalo zastoupení 4 z 9 EAA s tím, že samice vykazovaly vyšší zastoupení ($P < 0,01$) lyzinu, histidinu a fenylalaninu oproti samcům, což vedlo i k vyššímu podílu ($P < 0,05$) všech EAA v hrubém proteinu a tím k vyšší nutriční hodnotě masa stehen samic. Naopak, u samců byl nalezen vyšší ($P < 0,01$) podíl metioninu vůči samicím.

Co se týče NEAA v mase stehen, u samic byl zjištěn výrazně vyšší podíl ($P < 0,001$) alaninu oproti samcům; celkový podíl NEAA v hrubém proteinu masa stehen se však mezi pohlavím nelišil ($P > 0,05$). Především díky vyššímu podílu EAA pak bylo potvrzeno i vyšší zastoupení všech hodnocených AA v hrubém proteinu masa stehen samic ($P < 0,01$), což ukazuje na vyšší nutriční hodnotu proteinů v mase stehen samic porážených ve 108 dnech věku. Zjištění v této práci není v souladu s nálezy Pla (2008), která neprokázala vliv pohlaví králíků na profil EAA v mase stehen při vyhodnocování vlivu různých produkčních systémů na kvalitu proteinů králíčího masa; tyto odlišnosti by mohly souviset s výrazně nižší porážkovou hmotností (kolem 2,0 kg) hodnocených králíků ve studii Pla (2008) oproti králíkům v této práci.

Závěr

V případě svalu *MLTL*, porážené samice ve věku 108 dnů vykazovaly vyšší zastoupení lyzinu a alaninu a naopak nižší podíl tyrozinu oproti samcům stejného věku. Nicméně, lze říci, že pohlaví králíků nemělo zásadní vliv na nutriční hodnotu proteinů masa hřbetu. Jinak tomu však bylo u masa stehen, kdy byl zjištěn výrazný vliv pohlaví králíků na profil aminokyselin. Pohlaví králíků ovlivňovalo zastoupení 4 z 9 hodnocených EAA s tím, že samice vykazovaly vyšší zastoupení lyzinu, histidinu a fenylalaninu oproti samcům, což vedlo také k celkově vyššímu podílu všech EAA a tím i k vyšší nutriční hodnotě proteinů masa stehen samic. Navíc, u samic byl v tomto mase nalezen i výrazně vyšší podíl alaninu a celkově pak i vyšší podíl všech hodnocených aminokyselin. Na druhou stranu, samci v mase stehen vykazovali vyšší podíl metioninu vůči samicím.

Literatura

- Cullere, M., Dalle Zotte, A., Tasoniero, G., Giaccone, V., Szendrő, Z., Szín, M., Odermatt, D., Gerencser, Z., Dal Bosco, A., Matics, Z. 2018. Effect of diet and packaging system on the microbial status, pH, colour and sensory traits of rabbit meat evaluated during chilled storage. *Meat Science*, vol. 141, pp. 36-43.
- Dalle Zotte, A., Szendrő, Z. 2011. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*, vol. 88, pp. 319-331.
- Daszkiewicz, T., Gugolek, A. 2020. A comparison of the quality of meat from female and male californian and flemish giant gray rabbits. *Animals*, vol. 10, no. 2216.
- Hermida, M., Gonzalez, M., Miranda, M., Rodríguez-Otero, J. L. 2006. Mineral analysis in rabbit meat from Galicia (NW Spain). *Meat Science*, vol. 73, pp. 635-639.
- Pereira, P. M. D. C., Vicente, A. F. D. B. 2013. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. *Meat Science*, vol. 93, pp. 586-592.
- Pla, M. 2008. A comparison of the carcass traits and meat quality of conventionally and organically produced rabbits. *Livestock Science*, vol. 115, pp. 1-12.
- Leiblová, J. 2020. Situační a výhledová zpráva Králíci. Mze, Těšnov, Praha, 46 stran.
- Li, S., He, Z., Hu, Y., Li, H. 2019. Shotgun proteomic analysis of protein profile changes in female rabbit meat: The effect of breed and age. *Italian Journal of Animal Science*, vol. 18, pp. 1335-1344.
- Migdal, L., Barabasz, B., Niedbala, P., Lapinski, S., Pustkowiak, H., Živković, B., Migdal, W. 2013. A comparison of selected biochemical characteristics of meat from nutrias (*Myocastor coypus* Mol.) and rabbits (*Oryctolagus cuniculus*). *Annals of Animal Science*, vol. 13, pp. 387-400.

Nasr, M. A. F., Abd-Elhamid, T., Hussein, M. A. 2017. Growth performance, carcass characteristics, meat quality and muscle amino-acid profile of different rabbits breeds and their crosses. *Meat Science*, vol. 134, pp. 150-157.

Straková, E., Suchý, P., Navrátil, P., Karel, T., Herzig, I. Comparison of the content of crude protein and amino acids in the whole bodies of cocks and hens of Ross 308 and Cobb 500 hybrids at the end of fattening. *Czech Journal of Animal Science*, vol. 60, pp. 67-74.

Poděkování

Tato práce byla podpořena z prostředků projektu IGA VETUNI Brno č. 202/2019/FVHE.

Kontaktní adresa

MVDr. Martin Kutlvašr, VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: H20354@vfu.cz.

Hygienicko-legislatívne aspekty prevádzkovania nápojových automatov

Hygienic-legislative aspects of operating beverage vending machines

Zeleňáková, L.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Cieľom práce bolo popísať hlavné hygienicko-legislatívne aspekty prevádzkovania nápojových automatov. Nápoje musia byť aj zdravotne bezpečné, musia vyhovovať mikrobiologickým a chemickým požiadavkám a tiež musia mať zmyslové vlastnosti zodpovedajúce charakteru nápoja. Všetky spoločnosti zaoberajúce sa predajom automatov musia neustále monitorovať kvalitu a bezpečnosť svojich operácií, a to spoľahlivo pomocou procesu analýzy rizík a kritických kontrolných bodov (HACCP). Tvorba a schvaľovanie zákonných noriem na národnej aj medzinárodnej úrovni v predmetnej oblasti sú nevyhnutným predpokladom výroby a predaja kvalitných nápojov.

KLúčové slová: *nápoje, nápojové automaty, kvalita, zdravotná bezpečnosť, hygiena*

Abstract

The aim of the work was to describe the main hygienic-legislative aspects of operating beverage vending machines. Drinks must also be safe for health, they must meet microbiological and chemical requirements, and they must also have sensory properties corresponding to the character of the drink. All vending machine companies must constantly monitor the quality and safety of their operations, reliably using the Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP) process. The creation and approval of legal standards at the national and international level in the subject area are a necessary prerequisite for the production and sale of quality beverages.

Key words: *beverages, vending machines, quality, food safety, hygiene*

Úvod

Progresívne zameraný a moderne rozvinutý systém spoločného stravovania predstavuje neodmysliteľnú súčasť každej vyspelej a hospodársky prosperujúcej spoločnosti (Zeleňáková et al., 2018). Pod pojmom spoločné stravovanie alebo poskytovanie stravovacích služieb rozumieme stravovanie väčšieho počtu osôb mimo domácnosť, t. j. v zariadeniach spoločného stravovania (Maček et al., 2020).

Podľa zákona o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia sa zariadeniami spoločného stravovania rozumejú všetky prevádzky, ktoré poskytujú stravovacie služby spojené s výrobou, prípravou a podávaním pokrmov alebo nápojov na pracoviskách, v školských zariadeniach, školách, zariadeniach sociálnych služieb, zariadeniach sociálnoprávnej ochrany detí a sociálnej kurately, zdravotníckych zariadeniach, v prevádzkach verejného stravovania, v stánkoch s rýchlym občerstvením a v iných zariadeniach s ambulatným predajom pokrmov a nápojov a na zotavovacích a iných hromadných podujatiach (§ 26 zákona č. 355/2007 Zb.).

Uponáhľaný životný štýl, mobilita, príjmy a hodnota času obyvateľstva prinútila ľudí k častejšiemu stravovaniu sa mimo domova, a tak sa nové, pohodlnejšie spôsoby stravovania stávajú súčasťou každodenného rytmu života (Zeleňáková et al., 2018).

Automaty sa tešia čoraz väčšej obľube, sú celosvetovo rozšírené, ich prínos pre spoločnosť je vysoký, pre spotrebiteľov predstavujú dôležitý zdroj potravy a ich prítomnosť všade je toho jasným dôkazom (Cardaci et al., 2016).

Požiadavky na prevádzkovanie nápojových automatov

Nápojové automaty sa posudzujú ako ambulantný predaj podľa Potravinového kódexu SR, ktorý je povinný dodržiavať každý, kto potraviny vyrába, manipuluje s nimi a umiestňuje ich na trh (URL 19). Ambulantný predaj potravín možno vykonávať len v súlade s požiadavkami uvedenými v prílohe II nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 z 29. apríla 2004 o hygiene potravín (najmä kapitola III, IX), ako aj v zákone Národnej rady Slovenskej republiky č. 152/1995 Z. z. o potravinách v znení neskorších predpisov a v Potravinovom kódexe Slovenskej republiky. Podľa § 81, 1. hlavy PK SR je na predaj potravín z automatov potrebné povolenie orgánu potravinového dozoru, a tak z hľadiska hygieny musí schváliť prevádzku a vystaviť povolenie na jej činnosť Regionálny úrad verejného zdravotníctva. Na ambulantný predaj rýchleho občerstvenia a nápojov orgány verejného zdravotníctva požadujú aj vypracovaný prevádzkový poriadok (Melegová, 2020).

Prevádzkový poriadok pre nápojové automaty musí obsahovať:

- dovoz surovín dopravnými prostriedkami, ich príjem a skladovanie
- starostlivosť o nápojové automaty a jeho okolie
- personálne a informačné zdroje
- povinnosti zamestnávateľa a zamestnancov, ich školenie
- systém o zhode, systém posudzovania zhody
- zásady Správnej výrobnjej praxe, formuláre na evidenciu monitorovania CCP
- interný a externý audit
- povinnosti dodávateľa a prevádzkovateľa nápojových automatov v prípade výskytu
- mimoriadnych udalostí (ruvzmartin.sk)

Kapitola IX, príloha č. II nariadenia (ES) č. 852/2004 uvádza, že jednou z najdôležitejších povinností prevádzkovateľa pri ambulantnom predaji je, aby sa potraviny na všetkých stupňoch výroby, spracovania a distribúcie chránili pred akoukoľvek kontamináciou, ktorá by mohla spôsobiť, že potraviny budú nevhodné na ľudskú spotrebu, škodlivé pre zdravie. Preto priestory a predajné automaty musia byť v prakticky uskutočniteľnej miere umiestnené, navrhnuté, skonštruované a udržiavané v čistote a v dobrom stave údržby tak, aby sa zabránilo riziku kontaminácie. S tým súvisí aj zabezpečenie vyhovujúceho spôsobu hygienického skladovania a likvidácie odpadu – tekutého alebo pevného (Melegová, 2020).

V dnešnej dobe je zabezpečenie kvality a bezpečnosť potravín nevyhnutným cieľom spoločností, ktoré vyrábajú a predávajú potraviny. V súčasnosti sa preto kladie dôraz aj na hygienu a bezpečnosť surovín na prípravu pokrmov, čím sa sprísnila aj kontrola kvality používaných ingrediencií (De Leo et al., 2021). Suroviny sa musia uchovávať vo vhodných podmienkach navrhnutých a určených na to, aby zabraňovali ich škodlivému kazeniu sa a chránili ich pred kontamináciou (Nariadenie (ES) č. 852/2004). Základnou surovinou na výrobu nápojov z automatov a aspekt, ktorý netreba podceňovať je pitná voda a jej kvalita (Vallone a Bonomi, 2011).

Podľa § 17, zákona č. 355/2007 Zb. je za zdravotnú bezpečnosť pitnej vody zodpovedný dodávateľ a je rovnako povinný monitorovať kvalitu pitnej vody a viesť o tom

dokumentáciu. Ak je zariadenie zásobované z vlastného zdroja, prevádzkovateľ je povinný zabezpečovať kontrolu ukazovateľov kvality pitnej vody podľa osobitných predpisov vyhlášky č. 247/2017, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kontrole a kvalite pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou. Prevádzkovatelia všetkých zariadení spoločného stravovania (vrátane ambulantného predaja) sú povinní postupovať pri výrobe pokrmov a nápojov podľa zásad správnej výrobnéj praxe – SVP (§ 26 zákona č. 355/2007 Zb.).

Existuje aj implementácia analýzy nebezpečenstva a kritických kontrolných bodov, v ktorých výrobca predpokladá pravdepodobné riziká pre konečný výrobok a zaisťuje, že ich spracovanie redukuje alebo eliminuje na prijateľnú úroveň (Forsythe, 2020). V mnohých prípadoch sú pravidlá SVP skombinované s niektorými alebo so všetkými zásadami v systéme HACCP (Čapla et al., 2017). SVP je zároveň nevyhnutným predpokladom pre úspešné zavedenie HACCP (Camino Feltes et al., 2017).

Správna výrobná praxe

Hoci je k dispozícii niekoľko systémov riadenia bezpečnosti potravín, ako najúčinnšie pri zvládaní mikrobiologických rizík v potravinách a nápojoch sa ukázali zásady Správnej výrobnéj praxe (SVP) a Analýza nebezpečenstiev a kritických kontrolných bodov (HACCP) (Ranadheera et al., 2020). Spoločnosti prevádzkujúce nápojové automaty pre správnu aplikáciu HACCP vychádzajú tiež z niektorých medzinárodných nariadení (napr. ES č. 852/2004 a ES č. 853/2004) čím zabezpečujú, aby všetky fázy výroby, spracovania a distribúcie potravín, ktoré riadia, vyhovovali zároveň aj hygienickým požiadavkám EÚ (Cardaci et al., 2016). Povinnosť vypracovať a zaviesť do užívania Správnu výrobnú prax a systém zabezpečenia kontroly hygieny potravín HACCP v potravinárskych zariadeniach v SR vyplýva zo zákona o potravinách č. 152/1995 Z.z. a jeho neskorších noviel, ako aj z 8 hlavy Potravinového kódexu SR (Malobická a Červeňová, 2015).

Pri uplatňovaní zásad SVP vedúci zariadenia zabezpečí:

- aby sa celý technologický proces od príjmu surovín až po expedíciu hotových výrobkov vykonával hygienicky vyhovujúcim spôsobom
- identifikuje každé miesto v technologickom procese, ktoré by negatívne ovplyvňovalo zdravotnú bezpečnosť a kvalitu a definuje technické a technologické parametre, ktoré je potrebné dodržiavať, aby nedochádzalo k hygienickým rizikám, zabezpečí, že primerané bezpečnostné postupy sa identifikujú
- vypracuje na zabezpečenie prípravy zdravotne bezpečných výrobkov sanitačný program (§ 256, druhá časť, 8. hlava PK SR).

Podľa § 255, 2. časť, 8. hlava PK SR na uplatňovanie zásad SVP výrobca potravín spracúva dokumentáciu, ktorou sa rozumejú príkazy, smernice a predpisy v záujme zabezpečenia kvalitného, správneho a bezporuchového stavu procesov vedúcich k výrobe kvalitných a zdravotne bezpečných potravín. Dokumentácia správnej výrobnéj praxe obsahuje:

- pracovný postup
- technický a technologický predpis
- výrobný postup
- normy obsluhy strojov a zariadení a posudok k technologickému zariadeniu
- hygienický režim a sanitačný program

- metrologický program
- projekt systému zabezpečenia kontroly hygieny potravín
- ďalšie príkazy, smernice a predpisy podľa rozhodnutia výrobcu potravín

Cieľom dodržiavania správnej výrobných praxe je tiež zaistiť bezpečnosť a zhodu materiálov a predmetov prichádzajúcich do styku s potravinami. Potraviny a nápoje môžu silne interagovať s materiálmi, ktorých sa dotýkajú a to je obzvlášť dôležité v automatoch, kde kontakt je často pri vysokej teplote. Tieto interakcie môžu viesť k migrácii látok z materiálov prichádzajúcich do styku s potravinami do nápojov a ovplyvňovať tak ich vôňu, kvalitu, ako aj zdravie spotrebiteľov. Bez pohárov však nemôže byť ani káva, ani čaj a vlastne ani žiadna iná tekutina, ktorú nám tento automat ponúka, preto výrobcovia, najmä v Európe, musia zabezpečiť podľa všeobecných požiadaviek stanovených rámcovým nariadením (ES) č. 1935/2004 a podľa nariadenia Komisie (ES) č. 2023/2006, aby materiály prichádzajúce do styku s potravinami boli vyrobené v súlade so správnou výrobnou praxou, aby za bežných a predvídateľných podmienok použitia neprenášali svoje zložky do potravín v množstvách, ktoré by mohli poškodiť ľudské zdravie, zmeniť výživovú hodnotu potraviny alebo zhoršiť jej organoleptické vlastnosti. Inými slovami, migrácii potenciálnych škodlivých látok z papiera a plastu do potravín by sa malo zabrániť alebo by mala byť pod úrovňou obáv (De Leo et al., 2021; Changwichean a Gheewala, 2020).

System HACCP

Rovnako cieľom systému HACCP je minimalizácia rizík nebezpečných pre ľudské zdravie prostredníctvom opatrení na ich kontrolu v každom výrobnom kroku, v ktorom existuje pravdepodobnosť takéhoto rizika (Camino Feltes et al., 2019). HACCP sa musí uplatňovať na každú konkrétnu operáciu samostatne (Čapla et al., 2016).

Saltmarsh (2014) uvádza, že všetci prevádzkovatelia nápojových automatov sa riadia rovnakým pracovným postupom v týchto krokoch:

- nákup surovín od výrobcov alebo veľkoobchodníkov
- preprava výrobkov do predajnej spoločnosti
- skladovanie predajnou spoločnosťou
- doprava výrobkov predajnou spoločnosťou k jednotlivým strojom
- plnenie a čistenie automatov
- skladovanie výrobkov v stroji a ich výdaj

Analýza nebezpečenstva a systém zabezpečenia kontroly hygieny výroby a predaja teplých a studených nápojov v nápojových automatoch sa posudzuje z hľadiska:

- surovín a pomocných látok
- lokalizácie nápojového automatu a pohybu osôb
- dizajnu, vlastností a vybavenia zariadenia
- obalového materiálu
- sanitácie a čistenia
- zdravotného stavu konzumentov, možností dodržiavania osobnej hygieny
- podmienok medzi podaním nápoja zákazníkovi a jeho konzumáciou
- informovanosti spotrebiteľa o vhodnosti výrobku pre jeho výživu (www.ruvzmartin.sk)

Úspešná implementácia postupov založených na princípoch HACCP si vyžaduje úplnú spoluprácu a nasadenie zamestnancov potravinárskeho podniku. Za týmto účelom by zamestnanci mali absolvovať školenie (Raposo et al., 2015). Dakroub a Na'was (2017) uvádza, že vendingový priemysel v celej Európe zamestnáva ľudí s nízkou kvalifikáciou a poskytuje im školenie o hygienických a/alebo technických otázkach. V systéme HACCP sa odborná spôsobilosť pokladá za kritický kontrolný bod a školenia zamestnancov sa zaraďujú do kritérií preventívnych opatrení k zamedzeniu výskytu prenosných chorôb, preto sú povinné a musia sa konať jedenkrát za štvrt'rok (Cardaci et al., 2016).

Záver

Záverom treba konštatovať, že dôležitosť nápojových automatov pre spoločnosť je nespochybniteľná a ich prítomnosť na rôznych frekventovaných miestach je toho jasným dôkazom. Ich počet sa neustále zvyšuje a ponuka tovaru sa rozširuje aj vďaka pravidelným auditom, ktoré poskytnú prevádzkovateľom exaktné čísla o preferenciách spotrebiteľa (Cardaci et al., 2016; www.davital.sk). Navyše k dispozícii sú aj automaty so vstavanými kamerami a systémami na spracovanie obrazu, technológiou spracovania biometrických údajov prostredníctvom identifikácie tváre alebo odtlačku prsta, ktoré umožňujú prevádzkovateľom identifikovať vek aj pohlavie a identitu používateľov, a tak prispôbiť a tiež optimalizovať ponuku v predajných automatoch (Tegeltija et al., 2020; Henke a Sardone, 2020). Z prieskumov trhu vyplýva, že do roku 2025 bude 20 % zo všetkých automatov inteligentné automaty, pričom najmenej 3,6 milióna kusov budú vedieť, kto sme a čo sa nám páči (Bellis, 2019).

Tvorba a schvaľovanie zákonných noriem v predmetnej oblasti sú nevyhnutným predpokladom výroby a predaja kvalitných nápojov. Nápoje musia byť aj zdravotne bezpečné, musia vyhovovať mikrobiologickým a chemickým požiadavkám a tiež musia mať zmyslové vlastnosti zodpovedajúce charakteru nápoja. Všetky spoločnosti zaoberajúce sa predajom automatov musia neustále monitorovať kvalitu a bezpečnosť svojich operácií, a to spoľahlivo pomocou procesu analýzy rizík a kritických kontrolných bodov (HACCP).

Pod'akovanie: Práca bola uskutočnená vďaka finančnej podpore projektu KEGA č. 020SPU-4/2021 Inovácia metodologického zázemia a obsahu profilových potravinársko-gastronomických predmetov so zameraním na zvýšenie konkurencieschopnosti absolventov.

Literatúra

- Bellis, M. 2019. The History of Vending Machines. In *ThoughtCo*, Aug. 28, 2020. Dostupné na: [thoughtco.com/the-history-of-vending-machines-1992599](https://www.thoughtco.com/the-history-of-vending-machines-1992599).
- Camino Feltes, M. M., Ariseto-Bragotto, A. P., Block, J. M. 2017. Food quality, food-borne diseases, and food safety in the Brazilian food industry. In *Food Quality and Safety*. 2017, vol. 1, no. 1, p. 13-27. Dostupné na: <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx003>.
- Cardaci, R., Burgassi, S., Golinelli, D., Nante, N., Battaglia, M., Bezzini, D., Messina, G. 2016. Automatic Vending-Machines Contamination: A Pilot Study. In *Global Journal of Health Science*. 2016, vol. 9, no. 2, p. 63-67. Dostupné na: [10.5539/gjhs.v9n2p63](https://doi.org/10.5539/gjhs.v9n2p63).
- Changwichan, K., Gheewala, S. H. 2020. Choice of materials for takeaway beverage cups towards a circular economy. In *Sustainable Production and Consumption*. 2020, vol. 22, p. 34-44. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.02.004>.

- Čapla, J., Zajác, P., Bobková, A., Belej, L. 2017. Realizácia systémov riadenia bezpečnosti potravín so zohľadnením PNP a HACCP. In *Bezpečnosť a kontrola potravín: zborník prác z XIV. medzinárodnej vedeckej konferencie*. Nitra: SPU, 2017. s.15- 22. ISBN 978-80-552-1649-2.
- Čapla, J., Zajác, P., Golian, J., Belej, L. 2016. Správna hygienická prax v potravinárstve. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2016. s.15. ISBN 978-80- 552-1495-5.
- Dakroub, R., Na'was, T. 2017. Vending machine buttons and touch screens: a surface colonized by pathogenic bacteria. In *International Journal of Innovative and Applied Research*. 2017, vol. 5. p. 82-88. ISSN 2348-0319. Dostupné na: <http://www.journalijar.com/article/544/vending-machine-buttons-and-touch-screens:-a-surface-colonized-by-pathogenic-bacteria/>.
- De Leo, F., Coluccia, B., Miglietta, P. P., Serio, F. 2021. Food contact materials recalls and international trade relations: an analysis of the nexus between RASFF notifications and product origin. In *Food Control*. 2021, vol. 120, 107518. ISSN 0956-7135. Dostupné na: 10.1016/j.foodcont.2020.107518.
- Forsythe, S. J. 2020. The microbiology of safe food. John Wiley & Sons, 2020. p. 36, 140, 216, 337. ISBN 978-11-1940-501-6.
- Henke, R., Sardone, R. 2020. Innovation in the Italian Sector of Vending Machines. Between Growth and Search for Sustainability. In *Italian Review of Agricultural Economics*. 2020, vol. 75, no. 2, p. 13-23. ISSN 2281-1559. Dostupné na: 10.13128/rea-12067.
- Maček, J., Toth, Zs., Hamadová, Z. 2020. Základy teórie správnej výživy. In: Chlebo, P., Keresteš, J. a kol. Zdravie a výživa ľudí 1. Bratislava : CAD PRESS, 2020. s. 141. ISBN 978-80-8896-988-4.
- Malobická, E., Červeňová, T. 2015. Bezpečnosť potravín. Martin: Osveta, 2015. s. 12, 33, 102. ISBN 978-80-8063-431-5.
- Melegová, A. 2020. Ambulantný predaj z hľadiska hygienických predpisov. Dostupné na: <https://www.podnikajte.sk/zakonne-povinnosti-podnikatela/ambulantny-predaj-hygiena>.
- Ranadheera, C. S., Prasanna, P. H. P., Pimentel, T. C., Azeredo, D. R. P., Rocha, R. S., et al. 2020. Microbial Safety of Nonalcoholic Beverages. In: Grumezescu, A. M., Holban A. M. Safety Issues in Beverage Production. Academic Press, 2020. p. 187-221. ISBN 978-01-2816-679-6. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816679-6.00006-1>.
- Raposo, A., Carrascosa, C., Pérez, E., Saavedra, P., Sanjuán, E., Millán, R. 2015. Vending machines: Food safety and quality assessment focused on food handlers and the variables involved in the industry. In *Food Control*. 2015, vol. 56, p. 177-185. ISSN 0956-7135. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.01.052>.
- Saltmarsh, M. 2014. Safety of Food and Beverages: Safety of Food in Vending Machines. In: Motarjemi, Y. et al. Encyclopaedia of Food Safety. [online]. Academic Press, 2014, p. 397-401. ISBN 978-01-2378-613-5. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00298-5>.
- Tegeltija, S., Tejić, B., Šenk, I., Tarjan, L., Ostojić, G. 2020. Universal IoT Vending Machine Management Platform. In 2020 19th International Symposium INFOTEH-JAHORINA, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina.. p. 1-5. Dostupné na: 10.1109/INFOTEH48170.2020.9066324.
- Vallone, L., Bonomi, R. 2011. Hygienic and health quality of hot beverages distributed by vending machines. In *Italian Journal of Food Safety*. 2011, vol. 1, no. 2, 75 p. 81-84. Dostupné na: <https://doi.org/10.4081/ijfs.2011.776>.

Zeleňáková, L., Čapla, J., Zajác, P. 2018. Hygiena výživy a stravovania. Nitra: SPU, 2018. s. 7, 19, 259. ISBN 978-80-5521-806-9.

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 z 29. apríla 2004 o hygiene potravín, kapitola IX, príloha č. II.

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 z 29. Apríla 2004, ktorým sa ustanovujú osobitné hygienické predpisy pre potraviny živočíšneho pôvodu.

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1935/2004 z 27. októbra 2004 o materiáloch a predmetoch určených na styk s potravinami.

Nariadenie Komisie (ES) č. 2023/2006 z 22. decembra 2006 o správnych výrobných postupoch materiálov a predmetov určených na styk s potravinami.

Potravinový kódex Slovenskej republiky, Výnos č. 981/1996-100 z 20. mája 1996, I. hlava. II. časť, 10. oddiel, § 81. 87.

Potravinový kódex Slovenskej republiky, Výnos č.557/1998-100 z 16.decembra 1997 aktualizované výnosom č. 154/2004 – 100 z 9. februára 2004, VIII. hlava, 1. oddiel, § 255, § 256.

Zákon č. 355/2007 Zb. o ochrane, podpore a rozvoji verejného zdravia. § 17, § 26. 123.

Zákon o potravinách č. 152/1995 Zb.

Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 247/2017 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o kvalite pitnej vody, kontrole kvality pitnej vody, programe monitorovania a manažmente rizík pri zásobovaní pitnou vodou

<https://www.davital.sk>

https://www.ruvzmartin.sk/hdm/2019/Prednasky/Poz_SZD_v_SSZ.pdf

Kontaktná adresa

doc. Ing. Lucia Zeleňáková, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: Lucia.Zelenakova@uniag.sk, [ORCID](https://orcid.org/0000-0003-1387-7410) <https://orcid.org/0000-0003-1387-7410>.

Vplyv podmienok fritovania na tepelno-oxidačné zmeny repkového oleja a obsah mastných kyselín v zemiakových hranolčkoch
The effect of frying conditions on thermal-oxidative changes in rapeseed oil and the quality of French fries

Zeleňáková, L., Gabašová, M., Gálik, B., Kolesárová, A., Mrázová, J.,
Kopčeková, J.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Cieľom práce bolo skúmať tepelno-oxidačné zmeny repkového oleja počas fritovania zemiakových hranolčiek pri dvoch rôznych kombináciách teploty a času (175 °C/4 min a 200 °C/3 min). V hranolčkoch sme analyzovali profil mastných kyselín, v repkovom oleji číslo kyslosti, peroxidové číslo a celkový podiel polárnych častí v % (TPM). Zistili sme, že repkový olej bol stabilnejší pri teplote 175 °C/4 min počas celého fritovania. K znehodnoteniu oleja pri tejto kombinácii došlo po 22^{1/2} hodinách, pri teplote 200 °C/3 min po 20^{1/2} hodinách nepretržitého fritovania hranolčiek. Číslo kyslosti pri 175 °C/4 min po prvom cykle fritovania dosiahlo hodnotu 0,224 mg KOH.g⁻¹, po poslednom fritovaní 0,448 mg KOH.g⁻¹. Pri 200 °C/3 min malo číslo kyslosti hodnotu 0,224 mg KOH.g⁻¹, po poslednom cykle 0,673 mg KOH.g⁻¹. Na začiatku fritovania pri 175 °C/4 min malo peroxidové číslo hodnotu 2,8 mmol O₂.kg⁻¹ a na konci 4,2 mmol O₂.kg⁻¹. Pri 200 °C/3 min bolo na začiatku 0,8 mmol O₂.kg⁻¹, a ku koncu 2,4 mmol O₂.kg⁻¹. V zemiakových hranolčkoch bolo analyzovaných 43 typov mastných kyselín. Vzorky z balenia obsahovali 35,53 % kyseliny olejovej, 6,44 kyseliny palmitovej, 51,59 % kyseliny linolovej a 3,56 % kyseliny stearovej. V závislosti od podmienok fritovania sa profil mastných kyselín menil. Zaznamenali sme pri niektorých pokles, a naopak pri niektorých nárast. Kyseliny linolová sa v čerstvých hranolčkoch nachádzala v množstve 51,59 %, po prvom fritovaní pri 175 °C/4 min sa jej obsah znížil na 21,69 % (p<0,05), po 21 hodinách dokonca na 20,40 % (p ≤ 0,05).

KLúčové slová: repkový olej, zemiakové hranolčky, fritovanie, TPM, mastné kyseliny

Abstract

The aim of the work was to investigate thermal-oxidative changes in rapeseed oil during frying of French fries at two different combinations of temperature and time (175 °C/4 min and 200 °C/3 min). We analyzed the profile of fatty acids in French fries, the acidity and peroxide value, as well as the total polar materials in % (TPM) in rapeseed oil. We found that rapeseed oil was more stable at a temperature of 175 °C/4 min during the entire frying process. The oil deterioration with this combination occurred after 22^{1/2} hours, at a temperature of 200 °C/3 min after 20^{1/2} hours of continuous frying of French fries. The acidity number at 175 °C/4 min after the first cycle of frying reached the value of 0.224 mg KOH.g⁻¹, after the last frying 0.448 mg KOH.g⁻¹. At 200 °C/3 min, the acidity value was 0.224 mg KOH.g⁻¹, after the last cycle 0.673 mg KOH.g⁻¹. The peroxide number reached 2.8 mmol.O₂.kg⁻¹ at 175 °C/4 min at the first measurement and 4.2 mmol O₂.kg⁻¹ at the end. At 200 °C/3 min it was 0.8 mmol O₂.kg⁻¹, and at the end 2.4 mmol O₂.kg⁻¹. 43 types of fatty acids were analysed in French fries. Samples from the package contained 35.53% oleic acid, 6.44% palmitic acid, 51.59% linoleic acid and 3.56% stearic acid. Depending on the frying conditions, the fatty acid profile varied. We recorded a decrease

in some, and an increase in others. The amount of linoleic acid in fresh fries was 51.59%, after the first frying at 175 °C/4 min its content decreased to 21.69% ($p \leq 0.05$), after 21 hours even to 20.40% ($p \leq 0.05$).

Key words: rapeseed oil, French fries, deep-frying, TPM, fatty acids

Úvod

Hranolčky sú obľúbené zemiakové výrobky v mnohých krajinách kvôli ich štruktúre a atraktívnej textúre (Garayo a Moreira, 2002). Fritovací proces v podstate pozostáva z namáčania produktu do horúceho rastlinného oleja pri teplote vyššej ako je bod varu vody, zvyčajne 150 – 200 °C. Tieto podmienky vyprážania vedú k vysokej rýchlosti prenosu tepla a hmoty, čo spôsobuje stratu vody a absorpciu oleja s následnými zmenami v chuti, textúre a farebných vlastnostiach. Zahrievanie olejov a tukov na vysoké teploty môže viesť k oxidačnému procesu, ktorý zahŕňa sériu zložitých reakcií produkujúcich množstvo produktov oxidácie, vrátane peroxidov a voľných mastných kyselín. Olej a tuky sú široko používané v každodennom živote v rôznych kulinárskych prípravkoch, ako sú studené jedlá, šaláty, alebo sú zahrievané pri vyprážení rôznych jedál (Eratte et al., 2017). Konzumácia oleja a tuku je na jednej strane nevyhnutná, pretože poskytuje okrem esenciálnych mastných kyselín aj vitamíny rozpustné v tukoch na udržanie dobrého zdravotného stavu. Na druhej strane nadmerná konzumácia tukov, najmä nasýtených, a olejov, súvisí so zvýšeným rizikom rozvoja metabolických a kardiovaskulárnych ochorení (Sacks, et al., 2017).

Hlboké vyprážanie je populárna metóda úpravy, pretože dodáva potravinám senzorické vlastnosti ako je pikantná chuť, chrumkavá textúra a zlatohnedá farba. Na trhu sú rôzne druhy olejov, ktoré možno použiť na fritovanie, napríklad palmový olej, repkový olej, slnečnicový olej atď. Pri vyprážení sa úplne alebo čiastočne ponorí potravina do horúceho oleja v prítomnosti kyslíka. Intenzívne bublanie sa vyskytuje súčasne v dôsledku vyparovania vody z potravinového systému (Choe et al., 2007), čo vedie k mnohým zložitým chemickým reakciám vrátane hydrolyzy, oxidácie a polymerizácie (Asokapandian et al., 2020).

Degradovaný olej na vyprážanie je ťažko stráviteľný a jeho konzumácia môže ohroziť ľudské zdravie z dôvodu škodlivých látok, ktoré vznikajú pri vysokých teplotách (peroxydy, akrylamidy, aldehydy, voľné mastné kyseliny, alkoholy a uhl'ovodíky) (Samia et al., 2022).

Vyprážené jedlo v rozohriatom oleji spolu s vlhkosťou tvorí paru, ktorá sa bublinkovaním vyparuje a postupne ustupuje pri vyprážení. Voda, para a kyslík spúšťajú chemické reakcie v oleji na vyprážanie a v potravinách. Voda, slabý nukleofil, napáda esterovú väzbu TAG a vytvára di- a monoacylglyceroly, glycerol a voľné mastné kyseliny. Obsah voľných mastných kyselín v oleji na vyprážanie sa zvyšuje s počtom vyprážení (Chung et al., 2006).

Chemický mechanizmus tepelnej oxidácie je rýchlejší ako autooxidácia, pričom mechanizmus tepelnej oxidácie zahŕňa iniciáciu, šírenie a ukončenie reakcie (Choe, 2007).

Lipidy v potravinách sa môžu pokaziť oxidáciou v prítomnosti vzdušného kyslíka, svetla alebo tepla. Dvojité väzby prítomné v MUFA a PUFA sú chemicky slabšie ako jednoduché väzby SFA, a preto sú náchylnejšie na oxidáciu. Atóm vodíka mastnej kyseliny sa odstráni svetlom, teplom alebo inými podmienkami v iniciačnej fáze, typicky susediacej s dvojitou väzbou, a vytvorí sa alkylový radikál. Alkylový radikál reaguje s kyslíkom vo fáze šírenia za vzniku peroxylového radikálu (ROO) (Domínguez, 2019).

V kontexte s uvedeným bolo cieľom práce skúmať vplyv podmienok fritovania na tepelno-oxidačné zmeny repkového oleja a obsah mastných kyselín v zemiakových hranolčkoch.

Materiál a metódy

Základnou surovinou pre všetky analýzy boli zemiakové hranolčky, ktoré boli fritované v repkovom oleji pri dvoch rôznych kombináciách teploty a času (175 °C/4 min a 200 °C/3 min). V hranolčkoch sme analyzovali profil mastných kyselín, v repkovom oleji číslo kyslosti, peroxidové číslo a celkový podiel polárnych častí v % (TPM). Fritovanie hranolčkov prebiehalo kontinuálne v dvoch fritézach, a merania boli ukončené pri dosiahnutí akceptovateľného limitu pre obsah polárnych zložiek (TPM) na úrovni 24 %, čo svedčí o prefritovaní a znehodnotení oleja. Jeden fritovací cyklus tvorilo 100 g hranoliek. Charakteristika použitých metód:

- Stanovenie obsahu polárnych zložiek (TPM): pomocou elektronického prístroja Testo 270. Hodnoty TPM boli merané v čerstvom oleji a každých 30 min pri spomínaných teplotách počas celej doby fritovania. Stanovenie bolo ukončené, keď obsah TPM dosiahol hodnotu ≥ 24 %, čo znamená znehodnotenie oleja.
- Stanovenie peroxidového čísla: podľa STN EN ISO 3960:2007. Peroxidové číslo sa vyjadruje ako miera množstva kyslíka, chemicky naviazaného na olej, tuk, ako aj na peroxidy a hydroperoxidy. Meranie sme vykonávali v čerstvom oleji a každú hodinu pri spomínaných teplotách počas celej doby fritovania. Stanovenie sme ukončili po prekročení hraničnej hodnoty TPM.
- Stanovenie čísla kyslosti: podľa STN EN ISO 660:2009. Číslo kyslosti je definované ako miligramy hydroxidu draselného potrebného na neutralizáciu voľných mastných kyselín v jednom grame tuku. Číslo kyslosti sme stanovovali v čerstvom oleji, a potom každú hodinu počas celej doby fritovania. Meranie sme ukončili po prekročení hodnoty TPM ≥ 24 %.
- Stanovenie profilu mastných kyselín: plynovou chromatografiou podľa ISO 12966-1:2014. Vzorky hranolčkov boli analyzované v pôvodnom stave, po prvom fritovaní a po prekročení hraničnej hodnoty TPM. Princíp pozostával z dvoch krokov: príprava vzorky na stanovenie mastných kyselín a vlastné stanovenie.

Všetky analýzy boli uskutočnené v laboratóriu Katedry Hygieny a bezpečnosti potravín na Ústave potravinárstva FBP SPU v Nitre.

Výsledky tepelno-oxidačných zmien oleja a profilu mastných kyselín v hranolčkoch sme vyhodnotili pomocou Microsoft Office Excel s jeho doplnkovými prístrojmi, ako aj v programe SAS Enterprise Guide lineárnych modeloch 1.5. Na štatistické vyhodnotenie profilu mastných kyselín sme použili Scheffeho test a t-test na hladine významnosti $\alpha = 0,05$.

Výsledky práce a diskusia

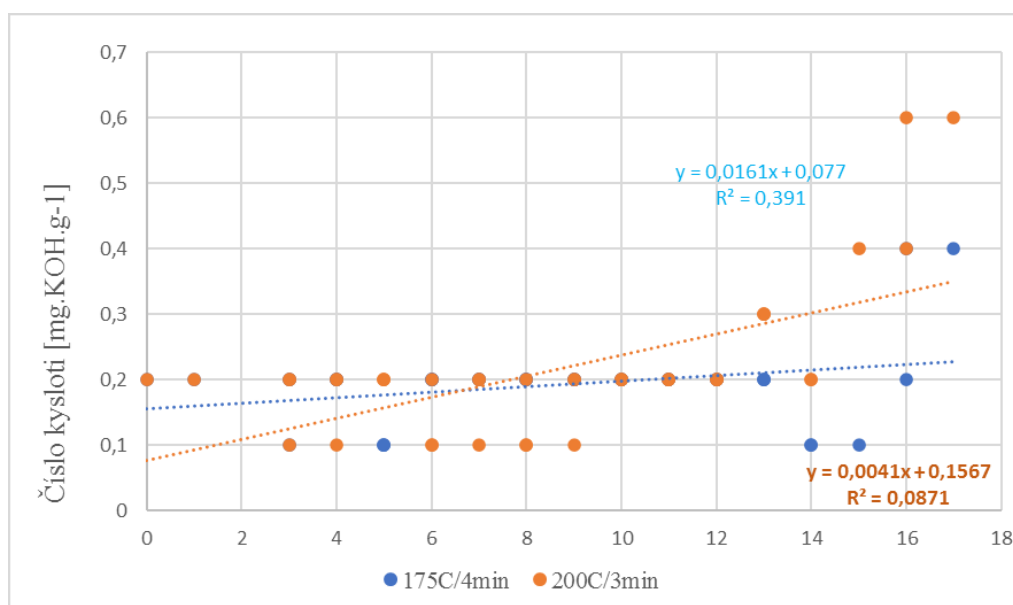
Kyslosť oleja je definovaná ako množstvo mastných kyselín, ktoré už nie sú spojené s ich pôvodnými TAG molekulami. Meria sa ako percento kyseliny olejovej v 100 g oleja (Suliman et al., 2006).

Hodnota čísla kyslosti, ktorý sa používa na hodnotenie kvality oleja, je ukazovateľom obsahu voľných mastných kyselín. V ideálnom prípade by mal mať kuchynský olej číslo kyslosti v rozsahu 0,00 – 3,00 mg KOH.g⁻¹ oleja. Nižšia kyslosť je znakom kvalitného oleja. Všeobecne platí, že pre akýkoľvek jedlý oleje môže číslo kyslosti vyššie ako 3,00

mg KOH.g⁻¹ viesť ku gastrointestinálnym ťažkostiam, hnačke a poškodeniu pečene (Hassanien et al., 2014).

Počas fritovania zemiakových hranolčiekov sme v oleji sledovali číslo kyslosti, peroxidové číslo a TPM. V repkovom oleji pri 175 °C/4 min bolo číslo kyslosti na začiatku na hodnote 0,244 mg KOH.g⁻¹ a na konci procesu fritovania bolo zaznamenané na hodnote 0,448 mg KOH.g⁻¹. Pri 200 °C/3 min vykazoval olej vyššie hodnoty čísla kyslosti. Na začiatku to bolo 0,224 mg KOH.g⁻¹ a na konci fritovania 0,673 mg KOH.g⁻¹ (graf 1).

Neustály rast čísla kyslosti, možno pripísať čiastočne hydrolyze a čiastočne karboxylovým skupinám, ktoré potom urýchľujú rozklad hydroperoxidov počas fritovania (Alireza et al., 2010).



Graf 1: Porovnanie hodnôt čísla kyslosti repkového oleja pri 175 °C/4 min a 200 °C/3 min

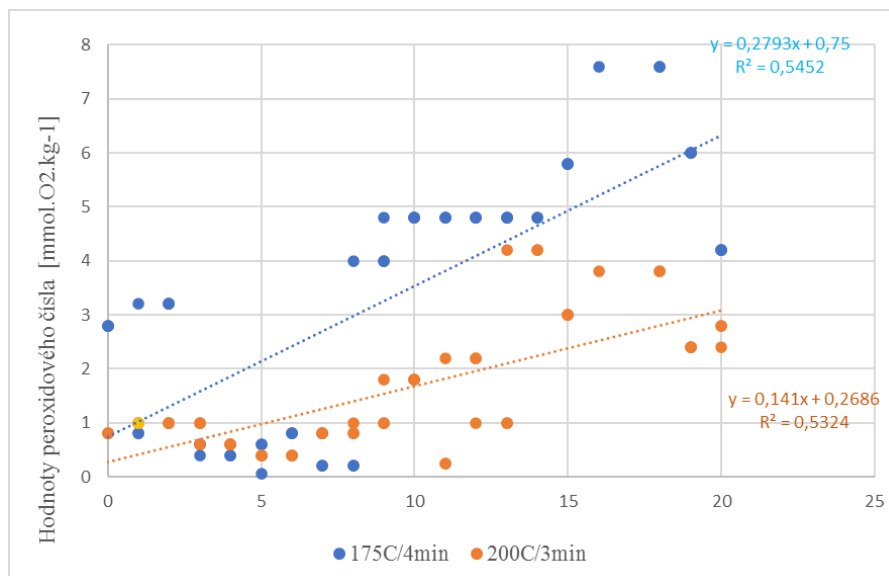
Peroxidové číslo je parameter bežne používaný na hodnotenie produktov primárnej oxidácie mastných kyselín (Arefi et al., 2022).

Zvýšenie peroxidového čísla počas fritovania je spôsobené útokom voľných radikálov na nenasýtené mastné kyseliny s akumuláciou produktov primárnej oxidácie v rafinovanom oleji (Kaur et al., 2020).

Počas doby fritovania sme zistili stúpajúci charakter peroxidového čísla v repkovom oleji. Pri repkovom oleji pri 175 °C bola na začiatku hodnota peroxidového čísla na úrovni 2,8 mmol O₂.kg⁻¹ a na konci dosahovala hodnotu 4,2 mmol O₂.kg⁻¹. Hodnota peroxidového čísla pri 200 °C bola na začiatku 0,8 mmol O₂.kg⁻¹ a ku koncu merania mala hodnotu 2,4 mmol O₂.kg⁻¹ (graf 2).

Podobné výsledky zistili Zeleňáková et al. (2012). Hodnota peroxidového čísla začínala na úrovni 4,3 mmol O₂.kg⁻¹ a končila 10,5 mmol O₂.kg⁻¹. Je nutné zdôrazniť, že namerané hodnoty čísla kyslosti i peroxidového čísla varírovali počas celej doby fritovania, pričom mnohé z nich neboli v súlade s legislatívnymi požiadavkami Vyhlášky č. 424/2012 (peroxidové číslo: max 10 mmol O₂.kg⁻¹, číslo kyslosti: max 0,6 mg KOH.g⁻¹).

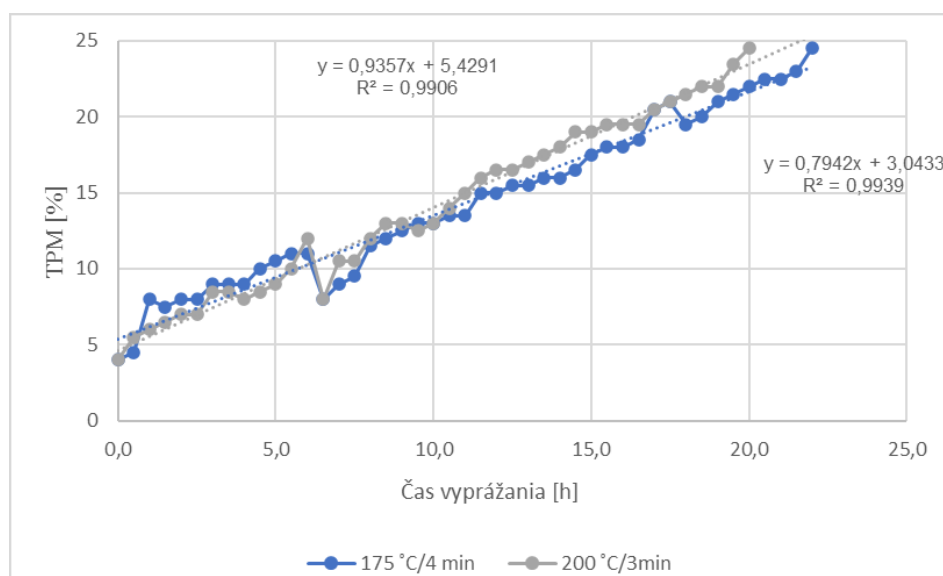
Typickými znakmi degradácie oleja pri zvýšených teplotách sú zvyšujúca sa kyslosť, celkový obsah polárnych materiálov (TPM), stmavnutie oleja, polymerizované TAG, zníženie jódového čísla, alebo obsah polyneenasýtených MK (Gertz, 2014).



Graf 2: Porovnanie hodnôt peroxidového čísla repkového oleja pri 175 °C/4 min a 200 °C/3 min

Z grafu 3 vyplýva, že hodnoty TPM [%] mali stúpajúcu tendenciu. Celkový čas na dosiahnutie hraničnej hodnoty 24 % TPM bol pri 175 °C/4 min 22^{1/2} hodín fritovania, pri 200 °C/3 min to bolo 20^{1/2} hodín fritovania.

Štatistické hodnotenie, ktoré bolo založené na lineárnej regresii v programe Microsoft Excel pomocou doplnkových analytických nástrojov, čo preukázalo závislosť medzi hodnotami TPM v % a časom fritovania. Korelácia medzi časom fritovania hodnotami TPM má hodnotu u oleja pri 175 °C/4 min 0,994 a u oleja pri 200 °C/3 min 0,991, čo predstavuje pozitívnu koreláciu. Zo získaných hodnôt môžeme povedať, že vzťah medzi časom fritovania a hodnotami TPM je silnejší z oleja pri teplote 175 °C/4 min, než u oleja pri 200 °C/3 min.

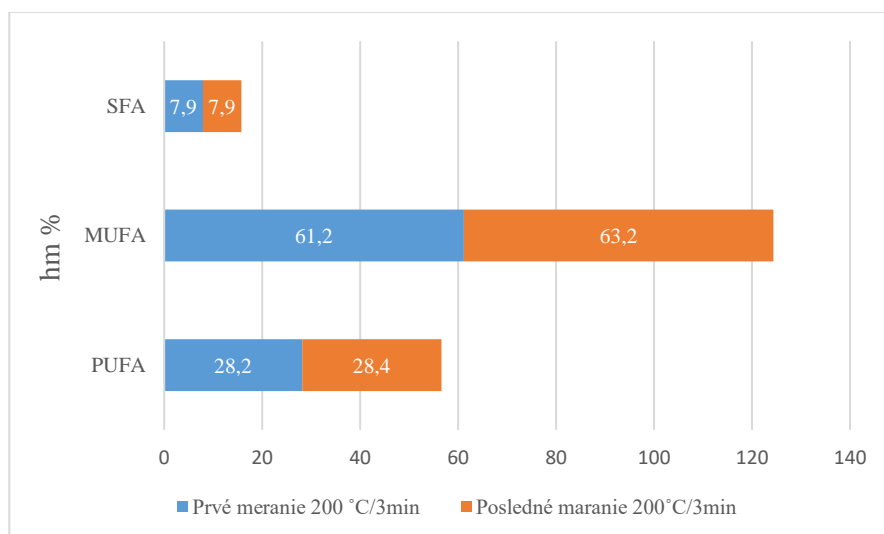
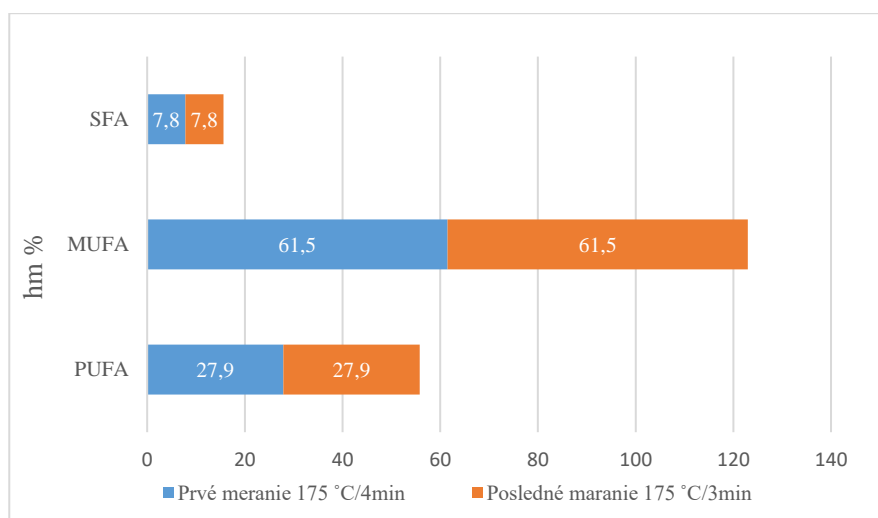


Graf 3: Porovnanie TPM % repkového oleja pri 175 °C/4 min a 200 °C/3 min

Tabuľka 1: TPM a fritovací proces

Fritéza	Druh oleja	Podmienky fritovania	Znehodnotenie oleja (h)	Počet fritovacích cyklov
1	Repkový olej	175 °C/4 min	22,5	45
2	Repkový olej	200 °C/3 min	20,5	41

Počas fritovania neustále prebiehajú v oleji rôzne chemické reakcie. Molekula tuku sa skladá z glycerolu (alkohol) a troch mastných kyselín. Pri fritovaní sa mastné kyseliny od glycerolu odštiepujú a okrem voľných mastných kyselín vznikajú aj degradačné produkty, ako sú aldehydy a ketóny, ktoré je možné zhrnúť do všeobecného parametra TPM. TPM je medzinárodne uznávaným parametrom pre určenie kvality fritovacieho oleja (URL 1). Podobné výsledky namerala a zaznamenala aj Zeleňáková et al. (2012), ktorá počas týždňa neustáleho merania TPM zaznamenala vyššiu stabilitu pri oleji Promienna, ktorý obsah vyššie množstvá kyseliny olejovej. Termo-degradačné zmeny v oleji sledovali aj Zeleňáková et al., (2019).



Graf 4: Porovnanie obsahu mastných kyselín v hranolkách pri prvom a poslednom meraní pri oboch podmienkach fritovania

V zemiakových hranolčekov bolo analyzovaných 43 typov mastných kyselín. Vzorky z balenia obsahovali 35,53 % kyseliny olejovej, 6,44 kyseliny palmitovej, 51,59 % kyseliny linolovej a 3,56 % kyseliny stearovej. V závislosti od podmienok fritovania sa profil mastných kyselín menil. Zaznamenali sme pri niektorých pokles, a naopak pri niektorých nárast. Kyseliny linolová sa v čerstvých hranolčkoch nachádzala v množstve 51,59 %, po prvom fritovaní pri 175 °C/4 min sa jej obsah znížil na 21,69 % ($p \leq 0,05$), po 21 hodinách dokonca na 20,40 % ($p \leq 0,05$). Pri teplote 200 °C/3 min bolo zistené vyššie množstvo tejto kyseliny a to 22,07 %. Možno konštatovať, že počas troch dní fritovania pri teplotách 175 °C/4 min a 200 °C/3 min sa množstvá mononenasýtených mastných kyselín MUFA, nasýtených mastných kyselín SFA v hranolkách každým dňom zvyšovali a polynenasýtené mastné kyseliny v hranolkách klesali.

Počas doby fritovania sme mohli sledovať aj zmeny farby v repkovom oleji, pričom olej pri teplote 200 °C/3 min vykazoval počas celej doby fritovania tmavšiu farbu v porovnaní s olejom fritovaným pri teplote 175 °C/4 min.

Zloženie mastných kyselín semien repky olejnej hrá dôležitú úlohu v kvalite oleja pre ľudskú a zdravú výživu. Repka olejná (*Brassica napus* L) je hlavným zdrojom potravinových olejov a je jedným z najväčších plodín na výrobu jedlých a priemyselných olejov (Xie et al., 2019). Dosiachnutie vysokokvalitného repkového oleja v dostatočnom množstve je významnou výzvou pre poľnohospodársku komunitu, aby uspokojila rastúci dopyt (Li et al., 2018).

Medzi rastlinnými olejmi ma repkový olej najvyšší pomer nenasýtených mastných kyselín a má vysoký obsah kyseliny olejovej a linolovej, vďaka čomu je vysoko kvalitný na varenie (Okuzaki et al., 2018). Uvádza sa, že zloženie mastných kyselín repkových olejov zmiernuje niektoré chronické ochorenia, ako sú kardiovaskulárne a cerebrovaskulárne ochorenia, rakovina a cukrovka, cholesterol a TAG a zlepšením viskozity krvných buniek (Nestel et al., 2015).

Preto zloženie mastných kyselín semien repky olejnej hrá dôležitú úlohu v kvalite oleja v ľudskej strave (Xie et al., 2019). Mastné kyseliny sú integrálnymi stavebnými blokmi lipidov a sú zložené z rôznorodej skupiny hydrofóbných organických molekúl, ako sú tuky, oleje a steroly, ktoré sú najrozšírejšími lipidmi v prírode (Waehler, 2021). Tieto lipidy poskytujú a uľahčujú transport vitamínov rozpustných v tukoch krvou živých organizmov (Han et al., 2021).

Záver

Jedinečné senzorické atribúty, ako chuť, farba a textúra, urobili zo zemiakových hranolčekov dlhoročného kráľa občerstvenia na trhu. Väčšina vyprážených produktov obsahuje veľa oleja, čo ovplyvňuje ich kvalitu a nespĺňa požiadavky na zdravšiu výživu. Avšak, vyprážené produkty sú všadeprítomné v potravinárskom priemysle. Existuje široká škála hlboko vyprážených produktov, ako sú šišky, nugetky, vyprážené koláče a v neposlednom rade hranolky. Celkové techniky prípravy sa môžu v jednotlivých produktoch líšiť ale ponorenie jedla do horúceho oleja je základom každého procesu fritovania. Vyprážanie však predstavuje komplexný problém zahrňajúci rýchle zmeny. Je to hlavne kvôli vysokým teplotám. Porovnaním sledovaných výsledkov sme zistili, že fritovanie pri teplote 175 °C/4 min je repkový olej stabilnejší ako pri fritovaní zemiakových hranolčekov pri teplote 200 °C/3 min. Túto skutočnosť dokazujú nielen hodnoty senzorické ale aj hodnoty peroxidového čísla či čísla kyslosti a hodnoty TPM. K prepáleniu oleja pri 175 °C/4 min došlo na tretí deň po 22^{1/2} hodinách fritovania, a pri teplote 200 °C/3 min došlo na tretí deň po 20^{1/2} hodinách fritovania. Významnou mierou

sa podieľa aj zloženie mastných kyselín v repkovom oleji pri 175 °C/4 min a 200 °C/3 min. Kyselina olejová prevláda v repkovom oleji, ktorá zaručuje vhodné vlastnosti pre proces fritovania.

Pod'akovanie: Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-22-0402

Literatúra

- Alireza, S., Tan, C. P., Hamed, M., Che Man, Y. B. 2010. Effect of frying process on fatty acid composition and iodine value of selected vegetable oils and their blends. In *International Food Reascher Journal*, vol. 17, p. 295-302. ISSN: 19854668.
- Arefi, A., Hensel, O. Sturm, B. 2022. Thermal science and Engineering Progerss. In *Food Journal of Science*, vol. 34, no. 1, p. 101389. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.tsep.2022.101389>.
- Asokapandian, S., Swamy, G. J., Hajiul, H. 2020. Deep fat frying of food: A cricial review on process and product parameters. In *Food Science and Nutrition*, vol. 60, no. 10, p. 3400-3413. Dostupné na: 10.1080/10408398.2019.1688761.
- Domínguez-Avila, J. A., González-Aquilar, G. A. 2019. Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables. In *Food Journal*, vol. 5, p. 273-292. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00013-0>.
- Eratte, D., Dowling, K., Bareow, C. J., Adhikari, B. P. 2017. In-vitro digestion of probiotic bacteria and omega-3 oil co-microencapsulated in whaz protein isolate-gum Aragix complex coacervates. In *Food Chemistry*, vol. 227, no. 7, p. 129-136. Dostupné na: 10.1016/j.foodchem.2017.01.080.
- Garayo, T., Moreira, K. 2019. Investigation of lipid-derived formation in poato chips fried in repeatedly used sunflower oil. In *Food reascher International*, vol. 121, p. 919-925. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.020>.
- Gertz, Ch. 2014. Fundamentals of the frying process. In *European Journal of Lipid Science and Technology*, vol. 116, no. 6, p. 669-674. Dostupné na internete: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ejlt.201400015/pdf>>. ISSN 1438-7697.
- Han, X. L., YE, G. P. 2021. Overview of lipidomic analysis of triglycerise molecular species in biological lipid extract. In *Journalof Agriculrural and Food Chemistry*, vol. 69, 2021, p. 8895-8909. Dostupné na: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c07175>.
- Hassanien, M., Sharoba, A. 2014. Pheological characteristics od vegetable oils as affected by deep frying of French fries. In *Journal Food Meas. Characteristics*, vol. 8, p. 173-179. Dostupné na: 10.1007/s11694-014-9178-3.
- Choe, E., Min, D. B. 2007. Chemistry of deep-fat frying oils. In *Journal od Food Science*, vol. 75, p. R77-R86. Dostupné na: 10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x.
- Chung, J., Lee, J., Choe, E. 2006. Oxidative Stability of Soybean and Sesame Oil Mixture during Frying of Flour Dough. In *Food Journal Science*, vol. 5, p. 775-765. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb13652.x>.
- Kaur, A., Singh, B. 2020. Changes in chemical properties and oxidative stabiloty of refined vegetable oils during short-term deep-frying cycles. In *Journal Food Process Presery*, vol. 44, p. 1445. Dostupné na: 10.1111/jfpp.14445.
- Li, C. Y., Zuo, Q. S, Chang, H. B., Bai, G. P., Kuai, J., Zhou, G. S. 2018. Higher density planting benefits mechanical harvesting of rapeseed in zhe Yangtze River Basin od China. In *Field Crops Reaschers*, vol. 218, p. 91-105. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2018.01.013>.

- Nestel, P., Clifton, P., Colquhoun, D., Noakes, M., Mori, T. A. Sullivan, D. 2015. Indication for omega-3 long chain polyunsaturated fatty acids in the prevention and treatment of cardiovascular disease. In *Heart Lung Circulation.*, vol. 24, no. 5, p. 769-779. Dostupné na: 10.1016/j.hlc.2015.03.020.
- Okuzaki, A., Ogawa, T., Koizuka, C., Kaneko, K., Inaba, M., Imamura, J. 2018. Crips Cas-9 mediated genome editing of the fatty acids desaturase 2 gene in *Brassica napus*. In *Plant Physiology and Biochemistry*, vol. 131, p. 63-69. Dostupné na: 10.1016/j.plaphy.2018.04.025.
- Sacks, K., Litta, P., Kolis, H. L. 2017. Structure and lipid distribution of polyenoic very-long-chain fatty acids. In *Biochemistry Journal*, vol. 15, p. 61-62. Dostupné na: 10.1042/bj2480061.
- Samia, R. R., Lorenzo, N. D., Barosa, B. V. L., Donseca, A. L. F. 2022. Lipid quality of fried and scrambled eggs prepared in different frying medium. In *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 1005, no 2, p. 145-152. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100552>.
- Suliman, A., El-Makhzangy, A., Ramadan, M. 2006. Antiradical performance and physicochemical characteristics of vegetable oils upon frying of french fries: a preliminary comparative study. In *Journal Food Lipids*, vol. 76, p. 259-276. Dostupné na: 10.1111/j.1745-4522.2006.00050.x.
- Waehler, R. 2021. Fatty acids: Fact vs. Fiction. In *International Journal for Vitamins and Nutrition Researchers*, p. 1-21. Dostupné na: <https://doi.org/10.1024/0300-9831/a000713>.
- Xie, Y., Wei, F., Yu, S. L., Wu, B. F., Zheng, C., Ly, C. 2019. Profiling and quantification of lipids in cold-pressed rapeseed oils based on direct infusion electrospray tandem mass spectrometry. In *Food Chemistry*, vol. 25, no. 9, p. 194-203. Dostupné na: 10.1016/j.foodchem.2019.01.146.
- Zeleňáková, L., Pastyriková, S., Židek, R., Mura, L. 2012. Comparison of the quality of vegetable oils designed for the frying food. In *Potravinárstvo*, vol. 6, no. 4, p. 45-51. doi:10.5219/210.
- Zeleňáková, L., Angelovičová, M., Šnirc, M., Žiarovská, J., Kráčmar, S., Gálik, B., Kunová, S. 2019. Thermo-degradative changes of rapeseed and sunflower oils during deep-frying French fries. In *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 13, no. 1, p. 138-149, ISSN 1337-0960. Dostupné na internete: <https://doi.org/10.5219/1080>.

Kontaktná adresa

doc. Ing. Lucia Zeleňáková, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: Lucia.Zelenakova@uniag.sk, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1387-7410>.

**Porovnanie obsahu dusičnanov v reďkovke siatej (*Raphanus sativus*)
od rôznych producentov**
*Comparison of the content of nitrate in radish (*Raphanus sativus*) from
different producers*

Zeleňáková, L., Jakabová, S., Benešová, L., Kolesárová, A.
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Súhrn

Cieľom práce bolo porovnať obsah dusičnanov v červenej a bielej odrode reďkovky siatej (*Raphanus sativus*) pochádzajúcej od rôznych producentov. Obe odrody reďkovky boli v priebehu 12 mesiacov nakupované z miestneho trhoviska od 2 pestovateľov, ako aj obchodného reťazca. Stanovenie obsahu dusičnanov v prefiltrovaných výluchoch reďkovky bolo realizované pomocou priamej potenciometrie s použitím dusičnanej iónoselektívnej metódy (ISE). Na hodnotenie rozdielu medzi jednotlivými mesiacmi vzoriek reďkoviek z hľadiska ich všeobecného porovnania sa použil Kruskal – Wallis test na úrovni významnosti $p < 0,05$. Priemerný obsah dusičnanov za sledované obdobie v červenej reďkovke zakúpenej od Pestovateľa 1 bol $1247,30 \pm 277,01 \text{ mg.kg}^{-1}$, u Pestovateľa 2 $1213,25 \pm 443,51 \text{ emg.kg}^{-1}$ a obchodnom reťazci A $1463,19 \pm 532,32 \text{ emg.kg}^{-1}$. Obsah dusičnanov v bielej reďkovke bol stanovený iba u Pestovateľa 2 ($1459,34 \pm 416,28 \text{ emg.kg}^{-1}$) a v obchodnom reťazci ($1032,02 \pm 542,77 \text{ emg.kg}^{-1}$). Vyšší obsah bol zistený v červenej reďkovke a z hľadiska sezónnosti v jarných mesiacoch.

KLúčové slová: reďkovka siata, dusičnany, odroda, iónovo selektívna elektróda, zdravotná bezpečnosť

Abstract

The aim of the work was to compare the nitrate content in red and white varieties of sown radish (*Raphanus sativus*) from different producers. Both varieties of radish were purchased from the local market from 2 growers as well as retail chain over a 12-month period. Determination of the nitrate content in the filtered radish extracts was carried out by means of direct potentiometry using the nitrate ion-selective method (ISE). The Kruskal–Wallis test at the significance level of $p < 0.05$ was used to evaluate the difference between individual months of radish samples in terms of their general comparison. The average nitrate content for the monitored period in red radish purchased from Grower 1 was $1247.30 \pm 277.01 \text{ emg.kg}^{-1}$, for Grower 2 it was $1213.25 \pm 443.51 \text{ emg.kg}^{-1}$ and for chain store A $1463.19 \pm 532.32 \text{ mg.kg}^{-1}$. The content of nitrates in white radish was determined only in Grower 2 ($1459.34 \pm 416.28 \text{ emg.kg}^{-1}$) and in the commercial chain ($1032.02 \pm 542.77 \text{ mg.kg}^{-1}$). A higher content was found in red radish and in terms of seasonality in the spring months.

Key words: sown radish, nitrates, variety ion-selective electrode, food safety

Úvod

Reďkovka siata (*Raphanus sativus*) je koreňová zelenina so svetlou a chrumkavou dužinou, korenistou chuťou a premenlivou farbou šupky. Reďkovky sa od seba líšia svojím tvarom a veľkosťou (od krátkych a okrúhlych po dlhé a úzke) a farbou šupky, ktorá môže byť červená, čierna, žltá, biela, fialová alebo ružová (WebMD, 2022).

Reďkovka siata je jednoročná alebo dvojročná záhradná plodina, ktorá sa pestuje pre svoj veľký a šťavnatý koreň. Reďkovka pochádza z Európy a Ázie, no v súčasnosti sa pestuje

na celom svete, pričom je obľúbenou plodinou najmä domácich záhradkárov, kvôli jej rýchlemu a ľahkému pestovaniu (Aboyeji et al., 2019).

Na základe vegetačnej doby rozlišujeme reďkovku jarnú, letnú alebo zimnú. Jarná reďkovka sa pestuje ako predplodina a seje sa od marca až do polovice apríla, zatiaľ čo letná reďkovka je medziplodina a vysieva sa v apríli a máji. V júni a júli sa seje reďkovka ako následná plodina. Reďkovka obľubuje stredne ťažkú až ľahkú pôdu s dobrým obsahom humusu a dobrými vlhkosťnými podmienkami (Valšíková-Frey, 2021).

Aj keď je táto zelenina zdrojom vitamínov, vlákniny, antioxidantov, minerálnych látok a vykazuje priaznivé zdravotné účinky proti chronickým ochoreniam a rakovine, patrí taktiež k najdôležitejším zdrojom dusičnanov v ľudskej strave. Zelenina sa podieľa na príjme viac ako 80 % dusičnanov, a práve preto je nevyhnutné zabezpečiť, aby sa pestovala kvalitatívnym spôsobom (Sadeghi et al., 2015).

V dôsledku intenzívneho používania syntetických dusíkatých hnojív a maštalného hnoja v modernom poľnohospodárstve môžu potraviny a to najmä zelenina a pitná voda obsahovať vyššie koncentrácie dusičnanov. Priemerný príjem dusičnanov na osobu v Európe je približne 50 – 140 mg/deň, pričom v Amerike je to približne 40 – 100 mg/deň. V proximálnom tenkom čreve sa dusičnany rýchlo a takmer úplne absorbujú. Je dôležité spomenúť, že u ľudí sa približne 25 % prijatých dusičnanov vylučuje slinami, kde sa asi 20 % premieňa na dusitaný komenzálnymi baktériami a takto vytvorené dusitaný sa potom primárne absorbujú v tenkom čreve (Mensinga et al., 2012).

Dusičnany sa hromadia predovšetkým v koreňovej zelenine, v zelenine s krátkym vegetačným obdobím a v skorých kultivaroch zeleniny (Walkowiak-Tomczak et al., 2011).

Zvýšený obsah dusičnanov v stonke reďkovky siatej môže byť výsledkom nielen intenzívneho hnojenia, ale aj podmienok a dĺžky prepravy a skladovania, ako aj podmienok, za ktorých je reďkovka skladovaná spotrebiteľmi v domácich podmienkach. Rastliny so žltými a hnijúcimi listami predstavujú potenciálny zdroj dusičnanov a N-nitrozozlúčenín (Stepowska, 2000).

Čo sa týka eliminácie dusičnanov zo zeleniny, už samotná pozberová manipulácia so zeleninou má vplyv na hladiny dusičnanov a dusitanov. Hladinu dusičnanov v zelenine môžeme znížiť jej umytím a následným ošúpaním. Dusičnany sú vo všeobecnosti rozpustné vo vode, a práve preto umývanie a blanšírovanie zeleniny môže znížiť ich obsah. Štúdie ukázali, že blanšírovaním zeleniny po dobu tri minúty sa obsah dusičnanov znížil až o 12 – 31 % (Chen, 2010).

V období nízkej intenzity svetla a teplôt najmä počas jesenno-zimného cyklu, v skleníkoch a v severných zemepisných šírkach nie je vždy jednoduché udržať obsah dusičnanov pod zákonnými limitmi. Preto je potrebná vhodná stratégia, ktorá zabráni prekročeniu týchto limitov (Signore et al., 2021).

V zmysle uvedeného bolo cieľom práce porovnať obsah dusičnanov v červenej a bielej odrode reďkovky siatej (*Raphanus sativus*) pochádzajúcej od rôznych producentov.

Materiál a metódy

Biela a červená odroda reďkovky siatej bola v priebehu 12 mesiacov nakupovaná z miestneho trhoviska od 2 predajcov, ako aj obchodného reťazca.

Pre experimentálne účely boli použité jedlé buľvy reďkovky červenej a bielej (obrázok 1), pretože patria medzi najbežnejšie konzumované časti tejto zeleniny. Reďkovky boli zakúpené vždy deň pred analýzou z lokálnych farmárskych trhov od dvoch rozdielnych pestovateľov (Pestovateľ 1 a Pestovateľ 2) a z obchodného reťazca. Reďkovka od

Pestovateľ 1 bola pestovaná v skleníku na Slovensku, konkrétne v Komárne. Red'kovka zakúpená od Pestovateľ 2 sa pestovala na území Maďarska vo fóliovníku. Vzorok zakúpený v obchodnom reťazci pochádzali z Talianska. V mesiaci august boli analyzované iba red'kovky z obchodného reťazca, pretože na lokálnom farmárskom trhu sa žiadne nepredávali.



Obrázok 1 Vzorok red'koviek pred analýzou

Vzorok red'koviek bez vizuálneho poškodenia boli pred každou analýzou zbavené listov a hrubých nečistôt, následne umyté pitnou vodou a usušené papierovými utierkami. Biela red'kovka bola pred analýzou zbavená šupky. Homogénna konzistencia bola dosiahnutá rozmixovaním vzoriek v nádobe pomocou sekacieho noža.

Stanovenie obsahu dusičnanov v prefiltrovaných výluhoch red'kovky sme zrealizovali pomocou priamej potenciometrie s použitím dusičnanovej iónoselektívnej metódy (ISE). Táto metóda je založená na meraní elektrického potenciálu, ktorý sa vytvára na membráne dusičnanovej ISE v závislosti od aktivity dusičnanových iónov. Na analýzu obsahu dusičnanov v red'kovke sme použili laboratórny merač SI Analytics Lab 845 a dusičnanovú iónovo selektívnu elektródu. Aby sme zabezpečili optimálne meranie dusičnanovou iónovo selektívnou elektródou, pripravili sme obnovovací roztok s koncentráciou 1 mmol.l^{-1} . Úlohou tohto roztoku je obnovenie dusičnanovej sondy pred jej použitím. Hodnoty v mV sme pomocou kalibračných závislostí prepočítali na obsah dusičnanov v jednotlivých vzorkách hlávkového šalátu pomocou programu Microsoft Office Excel. Výsledky sme následne prepočítali podľa zadávaných vzorcov na koncentráciu dusičnanov v čerstvej hmote (mg.kg^{-1}).

Na hodnotenie rozdielu medzi jednotlivými mesiacmi vzoriek red'koviek z hľadiska ich všeobecného porovnania sme použili Kruskal-Wallis test na úrovni významnosti $p < 0,05$. Všetky analýzy boli uskutočnené v laboratóriu Katedry Hygieny a bezpečnosti potravín na Ústave potravinárstva FBP SPU v Nitre.

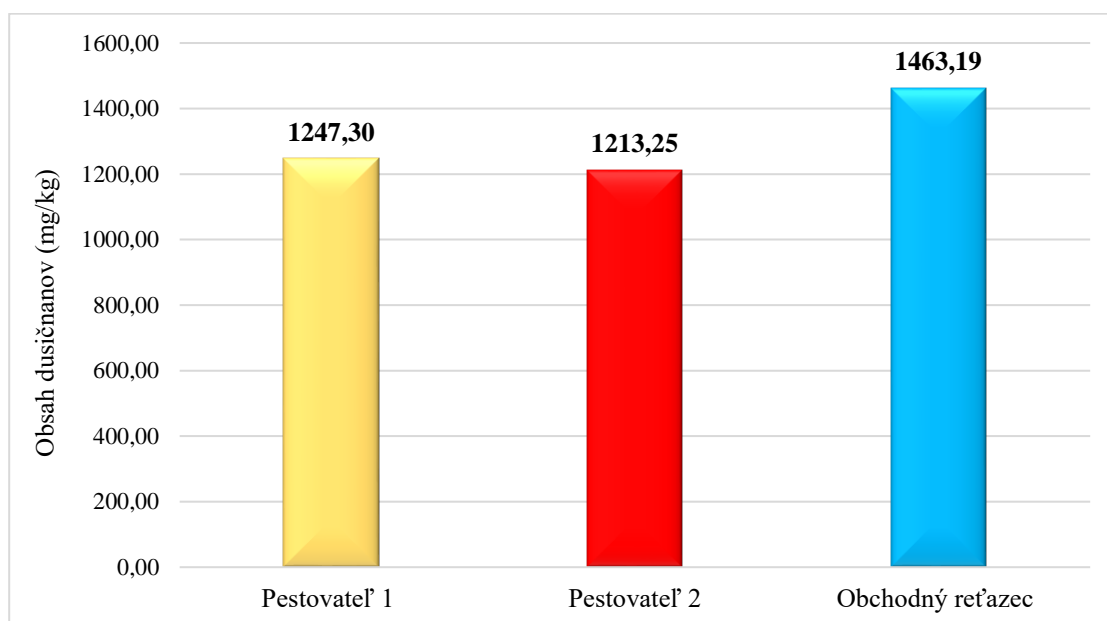
Výsledky a diskusia

Red'kovka siata (*Raphanus sativus*) ako druh koreňovej zeleniny má tendenciu akumulovať dusičnany, ktoré sa následne môžu redukovať na nebezpečnejšie dusitany (Lillo, 1994).

Dusičnany sú v súčasnosti sledované najmä z dôvodu ich potenciálnych nepriaznivých účinkov na ľudské zdravie. Odhaduje sa, že až 80 – 95 % denného príjmu dusičnanov

pochádza z konzumácie zeleniny, pre ktorú sú preto stanovené maximálne prípustné hodnoty dané legislatívou (Forejt, 2008).

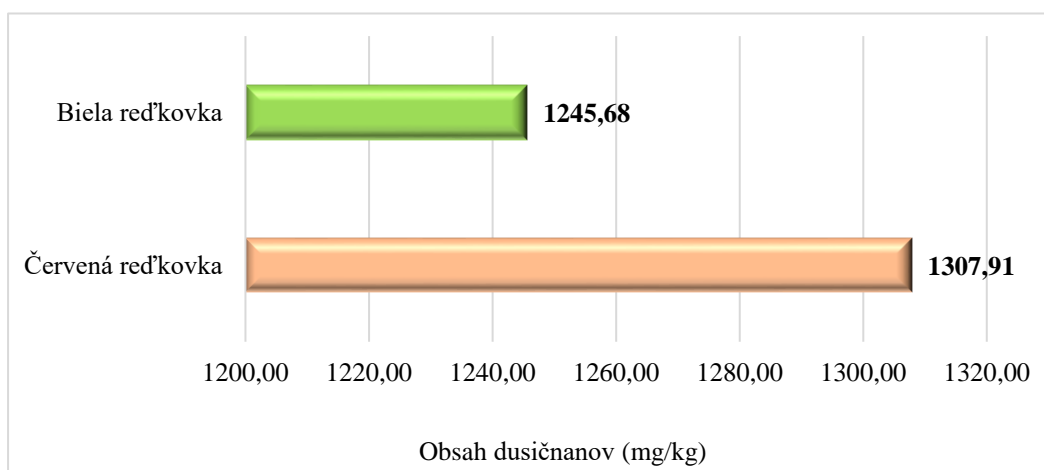
Priemerný obsah dusičnanov v červenej reďkovke zakúpenej od Pestovateľa 1 za sledované obdobie bol $1\,247,30 \pm 277,01 \text{ mg.kg}^{-1}$. Najnižší obsah dusičnanov bol zaznamenaný v letnom mesiaci júl a to $948,43 \text{ mg.kg}^{-1}$ a naopak najvyšší v mesiaci september ($1\,938,22 \text{ mg.kg}^{-1}$). V červenej reďkovke zakúpenej od Pestovateľa 2 bol priemerný obsah dusičnanov $1\,213,25 \pm 443,51 \text{ mg.kg}^{-1}$, pričom variabilita nameraných hodnôt za sledované obdobie bola vysoká, o čom svedčí aj variačný koeficient (36,56 %). Významné rozdiely v obsahu dusičnanov sme zaznamenali v jari a jeseni. V marci sa v reďkovkách nachádzalo podstatne vyššie množstvo dusičnanov ($2\,310,04 \text{ mg.kg}^{-1}$) v porovnaní s jesenným mesiacom október, kedy bol obsah dusičnanov na úrovni $702,32 \text{ mg.kg}^{-1}$. V červenej odrode reďkovky siatej zakúpenej v obchodnom reťazci A bol priemerný obsah dusičnanov za celé obdobie monitorovania na úrovni $1\,463,19 \pm 532,32 \text{ mg.kg}^{-1}$. Avšak, rozptyl hodnôt v rámci jednotlivých mesiacov bol značný. V apríli sa v červenej reďkovke nachádzalo $2\,455,66 \text{ mg.kg}^{-1}$ dusičnanov, v januári $711,61 \text{ mg.kg}^{-1}$. Kompletné výsledky sú znázornené v grafe 1.



Graf I Porovnanie priemerného obsahu dusičnanov v červenej reďkovke

Obsah dusičnanov v bielej reďkovke bol stanovený iba u Pestovateľa 2, pričom jeho priemerný obsah za celé obdobie analýz bol $1\,459,34 \pm 416,28 \text{ mg.kg}^{-1}$. Variabilita obsahu v rámci celého roka dosiahla hodnotu 28,53 %. Zaujímavý je prudký pokles obsahu dusičnanov v tejto odrode reďkovky počas dvoch po sebe idúcich mesiacov. V apríli sme totiž zistili obsah dusičnanov na úrovni $2\,302,49 \text{ mg.kg}^{-1}$, a v máji $780,82 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Aj v reďkovkách zakúpených v obchodnom reťazci A s krajinou pôvodu Taliansko sa dusičnany nachádzali, no ich priemerný obsah za celé obdobie bol v porovnaní s Pestovateľom 2 nižší o 29,28 %. Najnižší obsah dusičnanov bol pritom zistený v mesiaci január ($644,54 \text{ mg.kg}^{-1}$), naopak najvyšší v októbri ($2\,655,02 \text{ mg.kg}^{-1}$). Je zaujímavé, že obchodný reťazec ponúkal v apríli bielu reďkovku s obsahom dusičnanov na úrovni 650 mg.kg^{-1} , čo je o 28,23 % menej v porovnaní s Pestovateľom 2. V mesiaci máj sú výsledky porovnateľné ($780,82$ vs. 718 mg.kg^{-1}).



Graf 2: Porovnanie priemerného obsahu dusičnanov v bielej a červenej odrode reďkovky

Kompletné porovnanie oboch odrôd reďkovky je uvedené na grafe 2. Z neho vyplýva, že vyšší obsah dusičnanov obsahovala červená reďkovka

Na hodnotenie rozdielu medzi jednotlivými mesiacmi vzoriek reďkoviek z hľadiska ich všeobecného porovnania bol použitý Kruskal-Wallis test na úrovni významnosti $p < 0,05$. Graf 3 zobrazuje štatisticky významné rozdiely v obsahu dusičnanov počas obdobia počas vykonávaných analýz. Štatisticky preukazné rozdiely boli zistené medzi vzorkami reďkoviek analyzovanými v mesiacoch január a august.

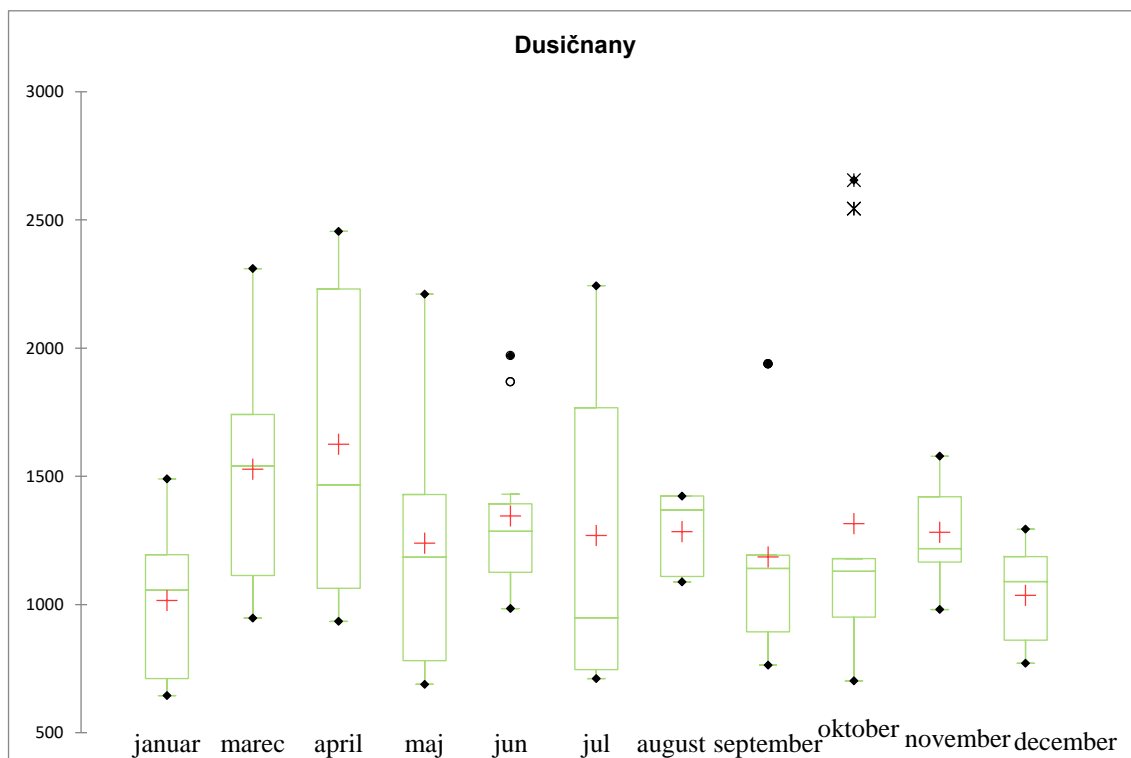
Tabuľka 1: Štatistické porovnanie obsahu dusičnanov (mg.kg^{-1}) podľa odrody reďkovky

Vzorka	Mesiac	Nameraná hodnota	Vzorka	Mesiac	Nameraná hodnota
Červená reďkovka	Január	994,03 ± 209,93 ^{ef}	Biela reďkovka	Január	1 048,74 ± 431,79 ^{cd}
	Marec	1 678,00 ± 494,86 ^a		Marec	1 302,09 ± 374,37 ^{bc}
	Apríl	1 638,82 ± 535,18 ^{ab}		Apríl	1 604,78 ± 714,15 ^{ab}
	Máj	1 564,83 ± 436,94 ^{abc}		Máj	750,18 ± 48,51 ^d
	Jún	1 274,92 ± 114,65 ^{bedef}		Jún	1 452,10 ± 494,92 ^{abc}
	Júl	1 290,94 ± 670,79 ^{bedef}		Júl	1 236,96 ± 551,57 ^{bcd}
	August	1 253,79 ± 167,90 ^{cdef}		August	0,00
	September	1 331,98 ± 468,56 ^{abcde}		September	966,64 ± 210,61 ^{cd}
	Október	944,59 ± 184,90 ^f		Október	1 871,88 ± 778,36 ^a
	November	1 371,39 ± 187,60 ^{abcd}		November	1 145,94 ± 115,07 ^{bcd}
	December	1 008,89 ± 176,52 ^{def}		December	1 077,53 ± 221,78 ^{bcd}

Vysvetlivky: rôzne písmená a,b,c,d,e uvedené so strednými hodnotami a smerodajnou odchýlkou v stĺpcoch predstavujú štatisticky významné rozdiely medzi sledovanými vzorkami ($p < 0,01$)

Z tabuľky 1 vyplýva, že v červenej reďkovke bez ohľadu na zdroj nákupu boli najvyššie hodnoty dusičnanov v mesiacoch marec, apríl a máj pričom medzi týmito mesiacmi nebol štatisticky preukazný rozdiel ($p > 0,05$). Najnižší obsah bol zistený v októbri ($944,59 \pm 184,90$). V bielej odrode reďkovky bolo najvyššie množstvo dusičnanov

stanovené v mesiacoch október, apríl a jún. Štatisticky preukazný rozdiel ($p < 0,05$) bol medzi skupinou mesiacov apríl, jún a október, kde bol nameraný najvyšší obsah dusičnanov ($1\ 871,88 \pm 778,36$) a skupinou mesiacov január, september a máj, kde bolo množstvo dusičnanov podstatne nižšie ($750,18 \pm 48,51$).



Graf 3: Štatisticky významné rozdiely v obsahu dusičnanov počas analyzovaných mesiacov

Zeleňáková et al. (2022) analyzovali hlávkový šalát od rôznych producentov a výsledky hodnotili aj z hľadiska sezonality. Zistili, že najvyšší obsah dusičnanov obsahoval čerstvý šalát v novembri ($2\ 038,99\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), naopak, v máji bola hodnota podstatne nižšia a to $774,78\ \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Zároveň zaznamenali rozdiely medzi domácimi pestovateľmi a obchodnými reťazcami.

Ako uvádza Najera a Urrestarazu (2019), svetlo má významnú úlohu pri akumulácii dusičnanov a je dokázaný úzky vzťah medzi akumuláciou dusičnanov v zelenine a intenzitou svetla, pretože fotosyntéza spôsobuje príjem a asimiláciu dusičnanov v zelenine.

Podľa Tyksinski et al. (2006) je potrebné sa zamerať na zeleninu, ktorá je pestovaná v skleníku a fóliovníku, a ktorá je v dôsledku intenzívneho hnojenia dusičnanmi, obmedzeného vegetačného obdobia a nedostatočného osvetlenia do značnej miery ohrozená akumuláciou dusičnanov.

Záver

Red'kovka siata (*Raphanus sativus*) patrí medzi koreňovú zeleninu s krátkym vegetačným obdobím, ktorá je často pestovaná v skleníkoch a fóliovníkoch po celom svete. Kvôli krátkej dobe rastu a nedostatočne vyvinutému koreňovému systému, potrebuje red'kovka veľké množstvo jednoducho dostupných živín v pôde a to najmä dusíka. Práve táto

skutočnosť je hlavným dôvodom vysokého obsahu dusičnanov v nej. Koncentrácia dusičnanov nahromadených v rastlinách závisí od odrody a od kultivaru rastliny, od ročného obdobia, od použitého kultivačného systému, postupov riadenia, aplikovaných nutričných iónov a taktiež od ožiarenia, ktoré rastlina dostáva

Zo získaných informácií vyplýva, že medzi najefektívnejšie možnosti znižovania obsahu dusičnanov v zelenine patrí:

- vzdelávanie a poskytovanie informácií pestovateľom a poľnohospodárom o dôsledkoch nadmerného používania dusičnanových hnojív pri pestovaní plodín
- dobrý manažment úrody, s čím súvisí aj riadenie množstva dusičnanov v pôde
- pravidelné testovanie pôdy na voľne dostupné dusičnany, aby bolo možné určiť potrebu dodatočného dusíka
- výber a aplikácia vhodných hnojív, s čím súvisí náhrada používania dusičnanových hnojív (dusičnanu vápenatého) hnojivami na báze chloridov (chloridu vápenatého)
- využívanie červeného svetla pri pestovaní plodín, ktoré je účinné pri znižovaní koncentrácie dusičnanov

Záverom treba konštatovať, že všetky analyzované red'kovky spĺňali predmetnú legislatívu ustanovujúcu maximálne hodnoty obsahu dusičnanov v potravinách.

Literatúra

Aboyeji, C. M. et al. 2019. Growth, yield and vitamin C content of radish (*Raphanus sativus* L.) as affected by green biomass of *Parkia biglobosa* and *Tithonia diversifolia*. In *Agroforestry systems*. 2019, vol. 93, no. 1, p. 803-812. Dostupné na: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-017-0174-6>

Forejt, M. 2008. Dusičnany v potravinách. In *Medicína pro praxi*. 2008, vol. 5, no. 9, p. 333-334. Dostupné na: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2008/09/13.pdf>

Chen, M. 2010. Nitrate and Nitrite in Vegetables and Infant Feeding. In *Food Safety Focus*. 2010, no. 49, Dostupné na: <https://www.cfs.gov.hk/english/multimedia/.html>

Lillo, C. 1994. Light regulation of nitrate reductase in green leaves of higher plants. In *Physiologia Plantarum*. 1994, vol. 90, no. 3, pp. 616-620. Dostupné na: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1994.tb08822.x>.

Mensinga, T. T., Speijers, G. J. A. a Meulenbelt, J. 2012. Health Implications of Exposure to Environmental Nitrogenous Compounds. In *Toxicological Reviews*. 2012, vol. 22, p. 41-51. Dostupné na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14579546/>.

Najera, C. a Urrestarazu, M. 2019. Effect of the Intensity and Spectral Quality of LED Light on Yield and Nitrate Accumulation in Vegetables. In *HortScience*. 2019, vol. 54, no. 10, p. 1745-1750. Dostupné na: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14263-19>.

Sadeghi, E. et al. 2015. Study on the nitrite and nitrate levels changes by drying and frying processing in vegetables. In *Iranian Journal of Health and Environment*. 2015, vol. 7, no. 4, p. 491-498. Dostupné na: <https://ijhe.tums.ac.ir/article-1-5245-en.html>.

Signore, A. et al. 2021. Editorial: Advanced Strategies to Reduce the Nitrate Content in Vegetables. In *Frontiers in Plant Science*. 2021, vol. 12. Dostupné na: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.765636>.

Stepowska, A. 2000. Rządki przez cały rok cz. II. In *Hasło ogrodnicze*. 2000, no. 10. Dostupné na: <https://www.ho.haslo.pl/article.php?id=503&rok=2000&numer=10>.

Tyksinski, W. et al. 2006. Effect of differentiated phosphorus fertilization doses on the yield of radish and its content of nitrates. In *Acta Agrophysica*. 2006, vol. 7, no. 3, p. 733-740. Dostupné na: <http://www.acta-agrophysica.org/Effect-of-differentiated-phosphorus-fertilization-doses-on-the-yield-of-radish-and,107914,0,2.html>.

Valšíková-Frey, M. 2021. *Rok v zeleninovej záhrade: Praktické rady záhradkárom + biologická ochrana*. Tretie vydanie. Bratislava: Plant4M Books, s.r.o. 195 s. ISBN 978-80-89642-38-0.

Walkowiak-Tomczak, D, Biegańska-Marecik, R. a Radziejewska-Kubzdela, E. 2011. Changes in contents of nitrates (V) and nitrates (III) in small radish packaged and stored in modified atmosphere. In *Ecological Chemistry and Engineering*. 2011, vol. 18, no. 1, p. 1-9. Dostupné na: file:///uzivatel/Downloads/Changes_in_Contents_of_Nitrates.pdf

WebMD. 2022. Radish: Health Benefits, Nutrition, and uses. 2022. Dostupné na: <https://www.webmd.com/diet/health-benefits-radish>.

Zeleňáková, L., Jakabová, S., Šnirc, M., Žiarovská, J., Mezeyová, I. 2022. Determination of nitrates in lettuce (*Lactuca sativa* var. Capitata) from various producers by ion-selective electrode. In *Journal of Hygienic Engineering and Design*. 2022, vol. 40, p. 19-26, ISSN 1857-8489.

PodĎakovanie: Práca bola uskutočnená vďaka finančnej podpore projektu KEGA č. 020SPU-4/2021 Inovácia metodologického zázemia a obsahu profilových potravinársko-gastronomických predmetov so zameraním na zvýšenie konkurencieschopnosti absolventov.

Kontaktná adresa

doc. Ing. Lucia Zeleňáková, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: Lucia.Zelenakova@uniag.sk, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1387-7410>.

Faktory ovlivňující udržení teploty transportovaných vzorků baleného čerstvého masa

Factors affecting temperature maintenance of transported samples of packaged fresh meat

Zouharová, A., Bartáková, K., Bursová, Š., Necidová, L.

Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno

Souhrn

Správná manipulace s potravinami během transportu, zejména udržení předepsané teploty, je základem pro zachování jejich zdravotní nezávadnosti. U vzorků potravin putujících do laboratoře k vyšetření, je navíc dodržení chladírenského řetězce podmínkou pro přesnou interpretaci výsledků analýz. Cílem této pilotní studie bylo sledování změny teploty uvnitř transportního obalu a teploty v jádře výrobku v závislosti na typu, velikosti a míře naplnění transportního obalu vzorky. K tomuto účelu byly využity záznamové termografy Testo s vpichovou sondou, které umožňují současný monitoring vnější a vnitřní teploty, která je měřena ve velmi krátkých intervalech (20 sekund). Bylo zjištěno, že větší vliv než typ transportního obalu mělo na teplotu vzorku umístění chladicích vložek. V případě správného umístění dostatečného množství chladicích vložek na počet přepravovaných vzorků je možné pomocí obou porovnávaných transportních obalů udržet požadovanou teplotu vzorků po dobu 6 hodin, což je pro dopravu po České republice zcela dostačující.

Klíčová slova: *transportní obal, chladicí vložky, balené maso*

Abstract

The correct handling of food during transport, especially maintaining the prescribed temperature, is the basis for preserving food safety. In the case of food samples transported to the laboratory for examination, compliance with the cold chain is also a condition for accurate interpretation of analysis results. The aim of this study was to monitor the temperature change inside the insulated box and the temperature in the core of the product depending on the type, size and degree of filling of the transport package with the sample. For this purpose, Testo recording thermographs with an injection probe were used, which enable simultaneous monitoring of the external and internal temperature, which is measured in very short intervals (20 seconds). It was found that the location of the cooling pads had a greater influence on the temperature of the sample than the type of transport box. In the case of correct placement of a sufficient number of cooling pads for the number of transported samples, it is possible to maintain the required temperature of the samples for 6 hours using both compared transport boxes, which should be sufficient for transport in the Czech Republic.

Keywords: *transport packaging, cooling pads, packaged meat*

Úvod

Čerstvé maso patří díky svému složení (vysoká aktivita vody, přítomnost proteinů, karbohydrátů a tuku) mezi potraviny, které snadno podléhají zkáze a to zejména pokud je porušen chladicí řetězec (Laguerre et al., 2019). Díky vysokému obsahu živin jsou vhodným médiem pro řadu mikroorganismů způsobující kažení, jako jsou *Pseudomonas* spp. nebo bakterie mléčného kvašení (Bassey et al., 2021).

Evropská legislativa (ES) č. 853/2004 požaduje, aby transport syrového masa probíhal za předepsaných teplot, aby nebyl narušen chladicí řetězec. Syrové drůbeží maso by mělo být zchlazeno na 4 °C, maso vepřové a hovězí na 7°C a mleté maso na 2°C, a tyto teploty by měly být dodrženy v celém distribučním řetězci. Při transportu úředně odebraných vzorků do laboratoře by tato teplota měla být dodržena, aby nedošlo k negativnímu ovlivnění výsledků následného vyšetření. Legislativa, konkrétně norma ČSN EN ISO 7218 stanovující všeobecné požadavky a doporučení pro mikrobiologické zkoušení, nestanovuje žádný časový limit pro transport vzorků do laboratoře. Pouze doporučuje, aby vzorky byly vyšetřeny do 36 hodin od odebrání a balené potraviny skladované podle požadavků uvedených na obalu.

Cílem této práce bylo monitorování teplotních změn uvnitř transportního obalu a v jádře výrobku v závislosti na typu, velikosti a míře naplnění transportního obalu vzorky a zjistit jaký je nejlepší způsob převozu vzorků baleného syrového masa do laboratoře k vyšetření, aby nedošlo k negativnímu ovlivnění výsledků vyšetření.

Materiál a metodika

Jako materiál bylo v tržní síti zakoupeno drůbeží maso balené v ochranné atmosféře. Po převozu do laboratoře bylo do masa v tomto spotřebitelském balení umístěno vpichové teplotní čidlo NTC spojené se záznamníkem teploty Testo 175 T2 (Testo SE & Co. KGaA, Německo), který disponuje funkcí záznamu teploty v prostředí i v jádře výrobku současně. Poté bylo balené maso umístěno do lednice k vychlazení. Vychlazené vzorky byly následně umístěny do transportních boxů.

Byly porovnávány dva typy přepravních obalů Campingaz® Icetime Plus (30 l) (A), kde izolaci boxu zajišťuje polyuretanová pěna, a Outwell® Fulmar (20 l) (B) vyrobený z polyuretanové pěny s vysokou hustotou, která by podle výrobce měla zvyšovat jeho izolační vlastnosti. Chlazení probíhá u obou typů transportních obalů pasivně, to znamená, že k chlazení bylo nutné použít chladicí vložky.

Do každého transportního obalu byly umístěny vždy dva vzorky s teplotním čidlem a různé množství vzorků masa ve stejném spotřebitelském balení, abychom simulovali převoz vzorků do laboratoře v různých variantách. Vzorky a chladicí vložky byly umístěny do přepravních boxů dle schématu znázorněného v tabulce 1. Naplněné přepravní boxy byly ponechány při teplotě 25 °C 24 hodin.

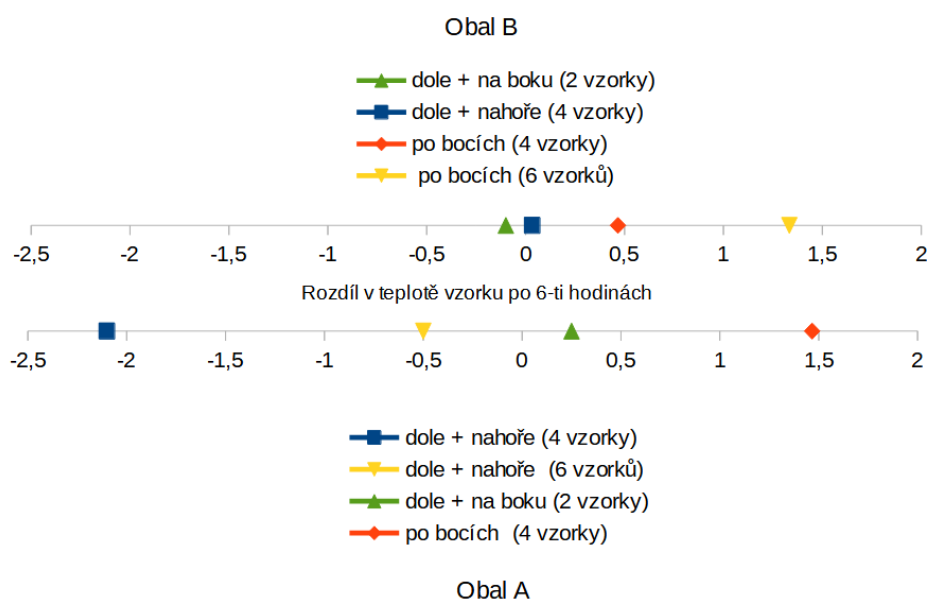
Tabulka 1: Počty vzorků v transportním obale a umístění chladicích vložek

Transportní obal	Počet vzorků	Chladicí vložky	Umístění chladicích vložek
A	4	4	dole + nahoře
	4		po bocích
	6		dole + nahoře
	2		dole + na boku
B	4	4	dole + nahoře
	4		po bocích
	6		po bocích
	2		dole + na boku

Výsledky a diskuze

Změny teploty transportovaného vzorku po 6 hodinách skladování v přepravních boxech s chladicími vložkami imitující transport vzorku při 25 °C jsou znázorněny na obrázcích

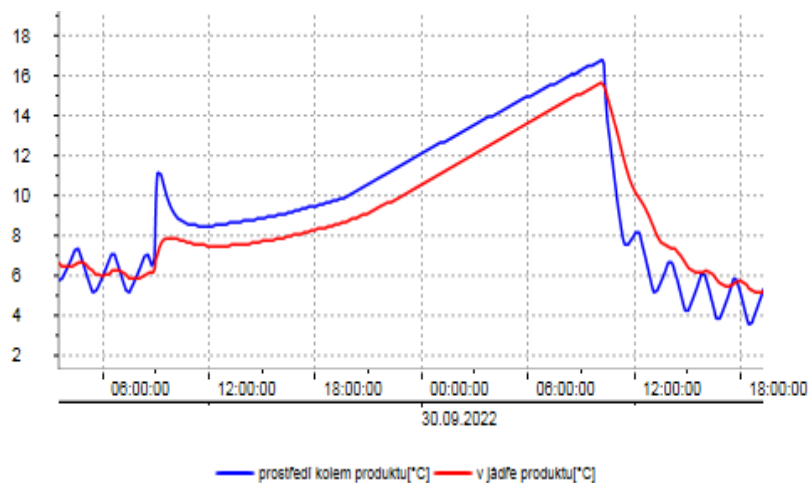
1 a 4. Na obrázku 1 je znázorněno porovnání změny teploty vzorků v jádře výrobku při použití dvou typů transportního obalu a to při různém uložení chladicích vložek a při použití různého množství vzorků. Z výsledků vyplývá, že pomocí obou porovnávaných transportních obalů je možné udržet požadovanou teplotu vzorků $\pm 0,2$ °C po dobu 6 hodin. Bylo zjištěno, že větší vliv než typ transportního obalu mělo na teplotu vzorku umístění chladicích vložek zejména v kombinaci s větším množstvím přepravovaných vzorků. K největšímu ohřátí přepravovaného vzorku došlo v případě použití boxu A při uložení chladicích vložek po bocích a současném uložení 6 vzorků a to o 1,3°C po 6 hodinách skladování. V boxu B došlo k největšímu ohřátí vzorku o 1,4°C. Podobně jako u boxu A se jednalo o případ, kdy byly vložky uloženy po bocích.



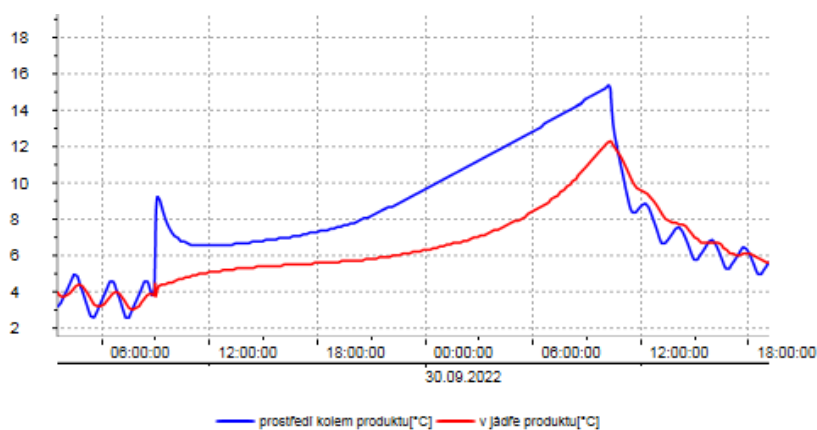
Obrázek 1: Rozdíly ve změnách teplot v jádře výrobku – porovnání transportních boxů

Důležitost umístění chladicích vložek je dobře viditelná také na grafech na obrázcích 2 a 3. Naměřené výsledky byly zaznamenány ve formě křivek znázorňujících dynamiku teploty v transportním obalu (modrá křivka) a v jádře výrobku (červená křivka). V případě uložení chladicích vložek po bocích transportního obalu křivka teploty vzorku kopíruje křivku teploty prostředí, ale při uložení vložek přímo pod vzorkem dochází k ohřívání vzorku pomaleji.

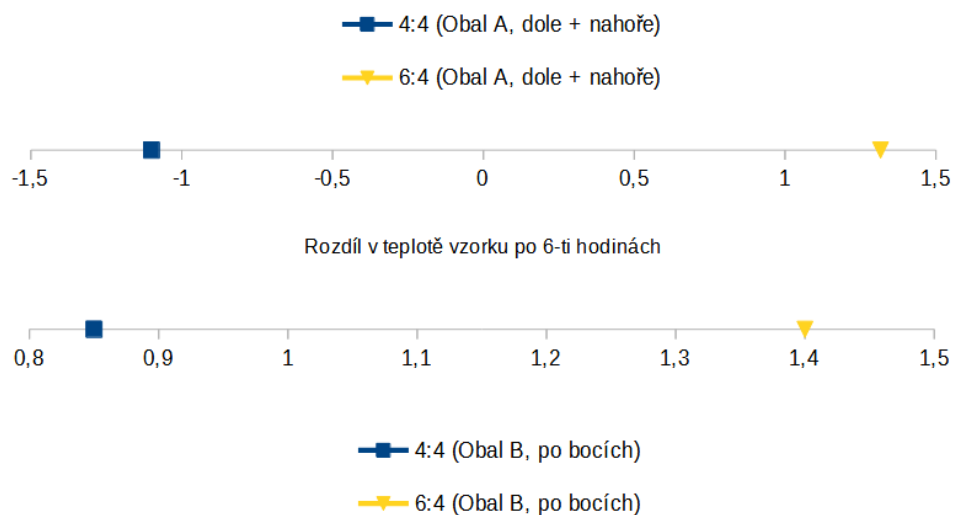
Na obrázku 4 je znázorněna změna teploty v jádře výrobku v závislosti na množství transportovaných vzorků, respektive na poměru počtu vzorků a množství použitých chladicích vložek. Z těchto výsledků je zřejmé, že u obou typů transportních boxů došlo k většímu zahřátí v jádře výrobku, pokud bylo uloženo v jednom boxu 6 vzorků a 4 chladicí vložky v porovnání s variantou, kde byly v boxu uloženy 4 vzorky a 4 chladicí vložky. S našimi výsledky se shodují i závěry jiných studií, které uvádějí, že přesto že je přeprava v izolačních boxech praktická a cenově výhodná, nedostatečné množství chladicích vložek a nesprávná pozice v obalu může způsobit porušení požadované teploty během transportu (Du et al., 2020; Leungtonkum et al., 2023).



Obrázek 2: Teplotní křivky při uložení chladicích vložek po bocích transportního obalu



Obrázek 3: Teplotní křivky při uložení chladicích vložek pod vzorkem



Obrázek 4: Rozdíly ve změnách teplot v jádře výrobku – množství vzorků

Dalším faktorem, který má vliv na změnu teploty přepravovaného vzorku je podle našich měření samotné umístění vzorku v přepravním boxu. Jak uvádí Laguerre et al. (2019), nevýhoda přepravy v izolačních transportních obalech s chladicími vložkami je nehomogenní rozložení teploty uvnitř přepravního boxu. Naše měření ukázala, že pokud je vzorek umístěn v přepravním obalu ve spodní pozici, ohřívá se pomaleji než vzorek uložený u víka a to i v případě, kdy jsou oba vzorky v přímém kontaktu s chladicí vložkou. Tento rozdíl byl zaznamenán pouze u transportního obalu A, podle čehož lze usuzovat, že konstrukční vlastnosti transportního obalu B poskytují lepší izolaci u víka transportního boxu.

Závěr

Z výsledků vyplývá, že pomocí obou porovnávaných transportních obalů je možné udržet požadovanou teplotu vzorků po dobu 6 hodin, což je pro dopravu po České republice zcela dostačující, ale musí být dodrženy správné podmínky. Bylo zjištěno, že větší vliv než typ transportního obalu mělo na teplotu vzorku umístění chladicích vložek a naplněnost boxu. K přepravě vzorků baleného masa do laboratoře bychom jednoznačně doporučili umístit chladicí vložky pod a nad vzorky a přepravní obal zbytečně nepřepĺňovat, aby bylo možné použít dostatečné množství chladicích vložek.

Literatura

Bassey A. P., Yongfang C., Zongshuai Z., Olumide A. O., Tingxuan G., Olubunmi O. O., Keping Y., Chunbao L., Guanghong, Z. 2021. Evaluation of spoilage indexes and bacterial community dynamics of modified packaged super-chilled pork loins. *Food Control*, 130, 108383.

ČSN EN ISO 7218 (560103) Mikrobiologie potravin a krmiv - Všeobecné požadavky a doporučení pro mikrobiologické zkoušení

Du J., Nie B., Zhang Y., Du Z., Wang l., Ding Y. 2020. Cooling performance of a thermal energy storage-based portable box for cold chain applications. *Journal of Energy Storage*, 28, 101238.

Laguerre O., Chaomuang N., Derens E., Flick D. 2019. How to predict product temperature changes during transport in an insulated box equipped with a nice pack: Experimental versus 1-D and 3-D modelling approaches. *International Journal of Refrigeration*, 100, 196-207.

Leungtongkum T., Laguerre O., Flick D. 2023. Simplified heat transfer model for real-time temperature prediction in insulated boxes equipped with a phase change material. *International Journal of Refrigeration*, 149, 286-298.

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienické předpisy pro potraviny živočišného původu. *Úřední věstník Evropské unie*, 2004, L. 139, 30. 4. 2004, p. 14–74. (ve znění pozdějších předpisů)

Poděkování

Práce byla zpracována s podporou projektu NAZV QK21020245.

Kontaktní adresa

Mgr. Alena Zouharová, Ph.D., Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: zouharovaa@vfu.cz.

SEZNAM AUTORŮ

Ing. Klára Bartáková, Ph.D.

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: bartakovak@vfu.cz

Ing. Petr Beneš

Ministerstvo zemědělství, Odbor bezpečnosti potravin, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1, e-mail: petr.benes@mze.cz

Ing. Lucia Benešová, PhD.

Výskumné centrum AgroBioTech SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: lucia.benesova@uniag.sk

Mgr. Ing. Jana Čaloudová

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: h21289@vfu.cz.

MVDr. Sandra Dluhošová, Ph.D.

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: dluhosovas@vfu.cz

PaedDr. Michaela Gabašová

Ústav potravinářstva, Fakulta biotechnologie a potravinářstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: gabasova.michaela@gmail.com

Ing. Gancárová Barbora

Institute of Animal Husbandry, Slovak University of Agriculture in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovak republic, E-mail: xgancarova@uniag.sk.

prof. Ing. Jozef Golian, Dr.

Ústav potravinářstva, Fakulta biotechnologie a potravinářstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, e-mail: jozef.golian@uniag.sk.

Ing. Michal Gross

VUT v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií, Purkyňova 464/118, 612 00 Brno, e-mail: michal.gross@vut.cz.

MVDr. Šárka Hejlová, CSc.

Ondouškova 15, 63500 Brno. tel. 776254106, e-mail: hejlovasarka@seznam.cz.

Mgr. Simona Hriciková

UVLF Košice, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81, Košice, e-mail: simona.hricikova@student.uvlf.sk.

Mgr. Radka Hulánková, Ph.D.

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: hulankovar@vf.u.cz.

Ing. Patrícia Joanidis, PhD.

AgroBioTech Research Centre, SUA in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: patricia.joanidis@uniag.sk.

Ing. Lukáš Jurčaga, PhD.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra e-mail: lukas.jurcaga@uniag.sk.

doc. MVDr. Josef Kameník, CSc., MBA

VETUNI Brno, email: kamenikj@vf.u.cz.

Ing. Anna Kolesárová, PhD.

SPU Nitra, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: anna.kolesarova@uniag.sk.

Ing. Jana Kopčeková, PhD.

Ústav výživy a genomiky, FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.kopcekova@uniag.sk.

MVDr. Beáta Koréneková, PhD.

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, SR, e-mail: Beata.Korenekova@uvlf.sk.

Mgr. Mariana Kováčová, PhD.

Katedra hygieny technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach. Komenského 73, 041 81 Košice, e-mail: mariana.kovacova@uvlf.sk.

doc. MVDr. Ivona Kožárová, PhD.

UVLF v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, e-mail: ivona.kozarova@uvlf.sk.

MVDr. Michaela Králová, Ph.D.

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: kralovam@vfu.cz

Mgr. Kateřina Křištofová

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: h21281@vfu.cz

MVDr. Martin Kutlvašr

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav chovu zvířat, výživy zvířat a biochemie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: H20354@vfu.cz.

Ing. Veronika Kýrová, PhD.

Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin, Oddělení analýzy bezpečnosti a potravin, Palackého 3a, Brno, 612 42, e-mail: veronika.kyrova@szu.cz.

MVDr. Andrea Lauková, CSc.

Centrum biovied SAV, v.v.i. Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice, Slovensko, email: laukova@saske.sk

MVDr. Petra Mačáková, Ph.D.

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ochrany zvířat a welfare a veřejného veterinárního lékařství, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: macakovap@vfu.cz

Ing. Lucia Mačuhová, PhD.

NPPC, Výskumný ústav živočišnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: lucia.macuhova@nppc.sk.

MVDr. Andrej Makiš

Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: andrej.makis@student.uvlf.sk.

doc. Ing. Andrea Mendelová, PhD.

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, Nitra, email: andrea.mendelova@uniag.sk.

Ing. Zuzana Měřínská, Ph.D.

Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: zuzana.merinska@szu.cz.

RNDr. Jana Mrázová, PhD.

Ústav výživy a genomiky, FAPZ SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jana.mrazova@uniag.sk.

doc. MVDr. Necidová Lenka, Ph.D.

Ústav hygieny a technologie potravín živočišného pôvodu a gastronómie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VETUNI Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, ČR; E-mail: necidoval@vfu.cz.

Ing. Kamila Novotná Kružíková, Ph.D.

Veterinární univerzita Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: novotnak@vfu.cz

Ing. Marta Oravcová, PhD.

NPPC-VÚŽV Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Nitra, SR, e-mail: marta.oravcova@nppc.sk.

doc. MVDr. Vladimír Ostrý, CSc.

Státní zdravotní ústav v Praze, Centrum zdraví, výživy a potravin, Oddělení hodnocení zdravotních rizik a aplikované výživy, NRC pro mikroskopické houby a jejich toxiny v potravinových řetězcích, Palackého 3a, Brno, 612 42, e-mail: vladimir.ostry@szu.cz

doc. MVDr. Vladimír Pažout, CSc.

email: pazout.v@seznam.cz

Mgr. Martina Pečová

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: pecovam@vfu.cz.

MVDr. Monika Pogány Simonová, PhD.

Centrum biovied SA, v.v.i., Ústav fyziológie hospodárskych zvierat, Šoltésovej 4-6, 040 01 Košice, Slovensko, email: simonova@saske.sk.

Ing. Jindřich Pokora

ředitel Odboru kontroly, laboratoří a certifikace, Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Ústřední inspektorát, Květná 15, 603 00 Brno, email: Jindrich.Pokora@szpi.gov.cz

Ing. Katarína Poláková

SPU v Nitre, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Ústav potravinárstva, Trieda Andreja Hlinku 2, 94976 Nitra, e-mail: xpolakovak1@uniag.sk.

doc. MVDr. Matej Pospiech Ph.D.

Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, FVHE, VETUNI Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, mpospiech@vfu.cz.

doc. Ing. Aleš Rajchl, Ph.D.

VŠCHT Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, e-mail: ales.rajchl@vscht.cz

MVDr. Ivana Regecová, PhD.

UVLF v Košiciach, Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika e-mail: ivana.regecova@uvlf.sk.

Mgr. Samuel Rybnikár, PhD.

Trnavská univerzita v Trnave, Právnická fakulta, Hornopotočná 23, 918 43 Trnava, e-mail: samuel.rybnikar@truni.sk.

RNDr. Jana Řeháková

Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: jana.rehakova@szu.cz.

MVDr. Zbyněk Semerád

ústřední ředitel SVS ČR, Slezská 7, 120 00 Praha 2, email: z.semerad@svscr.cz

Mgr. Ing. Eva Singrová

Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Květná 15, 602 00 Brno, e-mail: eva.singrova@szpi.gov.cz

doc. Ing. Marcela Sluková, Ph.D.

VŠCHT Praha, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Ústav sacharidů a cereálií, Technická 5, 166 28 Praha 6 - Dejvice, e-mail: marcela.slukova@vscht.cz

Ing. Miriam Solgajová, PhD.

Ústav potravinářstva, Fakulta biotechnologie a potravinářstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. E-mail: miriam.solgajova@uniag.sk.

prof. Ing. Vladimír Tančín, DrSc.

SPU – FAPZ Ústav chovu zvierat, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, NPPC-Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 95141 Lužianky, email: vladimir.tancin@uniag.sk.

prof. Ing. Dana Tančinová, PhD.

SPU v Nitre, Fakulta biotechnologie a potravinářstva, Ústav biotechnologie, Tr. A Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: dana.tancinova@uniag.sk

Ing. Alexandra Tauferová, Ph.D.

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: tauferovaa@vfu.cz.

Mgr. Matej Tkáč, Ph.D.

VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř.1946/1, 612 42 Brno, e-mail: tkacm@vfu.cz.

Ing. Martin Tomáška, PhD.

Výskumný ústav mliekárenský, a.s., Dlhá 95, 010 01 Žilina, Slovensko, tel.: +421 41 7072107, e-mail: tomaska@vumza.sk.

Ing. Kristina Trenzová

VUT Brno, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnológií, Purkyňova 118, 612 00 Brno-Medlánky, e-mail: Kristina.Trenzova@vut.cz.

Ing. Kristína Tvarožková, PhD.

Ústav chovu zvierat, FAPZ, SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, email: kristina.tvarozkova@gmail.com.

Ing. Anna Vincová

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav technologie potravin, Vavrečkova 5669, 760 01 Zlín; email: a_vincova@utb.cz.

Ing. Martina Vršková, PhD.

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum - Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky, Slovenská republika, e-mail: martina.vrskova@nppc.sk.

MVDr. Jana Výrostková, PhD.

Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, Košice 041 81 e-mail: jana.vyrostkova@uvlf.sk.

doc. Ing. Lucia Zelenáková, PhD.

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra. Slovenská republika. E-mail: Lucia.Zelenakova@uniag.sk, ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1387-7410>.

Mgr. Alena Zouharová, Ph.D.

Ústav hygieny a technológie potravín živočišného pôvodu a gastronómie, Fakulta veterinárnej hygieny a ekológie, VETUNI Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: zouharovaa@vfu.cz.

Hygiena a technologie potravin – LII. Lenfeldovy a Höklovy dny

Vydala: Veterinární univerzita Brno

Počet stran: 390

Vydání: první

Copyright © 2023 Veterinární univerzita Brno

ISBN: 978-80-7305-934-7