

Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 61300 Brno

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

**Agronomická fakulta
Ústav technologie potravin**



SBORNÍK XLIX. KONFERENCE O JAKOSTI POTRAVIN A POTRAVINOVÝCH SUROVIN

28. 2. – 2. 3. 2023, MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

BOOK OF THE 49th FOOD QUALITY AND SAFETY CONFERENCE

28. 2. – 2. 3. 2023, MENDEL UNIVERSITY IN BRNO

**Markéta Janík Piechowiczová – Jan Slováček – Miroslav Jůzl
(Eds.)**

Mendelova univerzita v Brně – Agronomická fakulta – Ústav technologie potravin
Společnost pro výživu
Státní zemědělská a potravinářská inspekce
Potravinářská komora ČR a Česká technologická platforma pro potraviny
Ministerstvo zemědělství – Odbor bezpečnosti potravin



SBORNÍK XLIX. KONFERENCE
O JAKOSTI POTRAVIN A POTRAVINOVÝCH SUROVIN
28. 2. – 2. 3. 2023, MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

BOOK OF THE 49th FOOD QUALITY AND SAFETY CONFERENCE
28. 2. – 2. 3. 2023, MENDEL UNIVERSITY IN BRNO

Markéta Janík Piechowiczová – Jan Slováček – Miroslav Jůzl
(Eds.)

Ústav technologie potravin



MENDEL UNIVERSITY IN BRNO, CZECH REPUBLIC

©2023

Poděkování

Organizátoři akce by rádi poděkovali všem, kteří přispěli ke konání této akce, ať finančně, mediálním partnerstvím nebo svou účastí a zájmem o vědecké informace v oblasti výroby potravin, jejich kontroly jakosti a nutriční hodnotě.

Acknowledgement

The conference organizers would like to thank those who financially or medially contributed to this event, but also with their participation and interest in scientific information in the field of food production, quality control and their nutritional value.

Mediální partneři:

Časopis MASO (ISSN 1210-4086)

Časopis Výživa a potraviny (ISSN 1211-846X)

Časopis Mlékařské listy (ISSN 1212-950X)

Instituce a společnosti:

Potravinářská komora ČR

Česká technologická platforma pro potraviny

Ministerstvo zemědělství – Odbor bezpečnosti potravin

BioIng, s.r.o.

LABOSERV, s.r.o.

GeneProof a.s.

Chr. Hansen Czech Republic, s. r. o.

HELAGO-CZ, s.r.o.

Na této konferenci byla v rámci prezentace využita zařízení a prostory financované z projektu OP VaVpI CZ.1.05/4.1.00/04.0135 Výzkové a výzkumné kapacity pro biotechnologické obory a rozšíření infrastruktury.

Editoři sborníku: Markéta Janík Piechowiczová – Jan Slováček – Miroslav Jůzl

© Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

ISBN 978-80-7509-917-4

<https://doi.org/10.11118/978-80-7509-917-4>



Open Access. This book is licensed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, CC-BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

OBSAH/CONTENT

Jůzl, M.: Slovo úvodem	10
PŘEDNÁŠKOVÁ SEKCE – INGROVY DNY 2023/ REQUESTED LECTURES – INGR'S DAYS 2023	
Klanica, M.: Výsledky a aktuální problematika úředních kontrol potravin provedených SZPI v roce 2022	13
Beneš, P.: Spolupráce s Evropským úřadem pro bezpečnost potravin v roce 2023	17
Gabrovská, D., Hrubá, M.: Inovace a reformulace v pekařských a cereálních bezpečnostních výrobcích	25
Bárta, J., Bártová, V., Jarošová, M., Bedrníček, J., Lorenc, F., Stupková, A., Smetana, P., Kadlec, J.: Zpracování výlisků olejnatých semen na bílkovinné mouky a koncentráty a jejich uplatnění v potravinářských výrobcích	33
Hřivna, L., Kouřilová, V., Dufková, R.: Výzkum a vývoj v oblasti výroby čokoládových cukrovinek	42
Golian, J., Vlčko, T., Jakobová, S., Benešová, L.: Nutri-Score a jeho vliv na spotřebitelův	49
Baláš, J.: Aktuální stav využití mikroorganismů v potravinářství	68
Cwiková, O., Kácalová, T., Jarošová, A., Franke, G., Soumarová, T.: Mikrobiota olivového oleje obohaceného ochucující složkou	72
Dorotíková, K., Dušková, M., Kameník, J.: Srovnání mikrobioty rostlinných analogů masa s masnými produkty	84

VYŽÁDANÉ PŘÍSPĚVKY MEZINÁRODNÍ SEKCE KONFERENCE INGROVY DNY 2023 / INVITED SPEAKERS OF INTERNATIONAL CONFERENCE SESSION INGR'S DAYS 2023

Myburgh, A., Lambrechts, H., Van Zyl, J. H. C., Hoffman, L. C.: A descriptive study on the carcass, muscle and offal yields of the plains zebra (<i>Equus quagga</i>) harvested in two seasons	91
Skaličková, S., Ridošková, A., Horký, P.: Effect of lactic fermentation on digestibility and nutritional value of pea flour	92
Kiš, G., Kos, I., Vnučec, I., Bendelja Ljoljić, D., Pećina, M., Bedeković, D., Janječić, M.: The carbon footprint of meat and dairy products	94
Pećina, M., Vnučec, I., Bendelja Ljoljić, D., Kiš, G., Kos, I. Candidate genes, fatty acids and sensory aspect of sheep meat	104
Bendelja Ljoljić, D., Kos, I., Dolenčić Špehar, I., Pećina, M., Kiš, G., Vnučec, I.: Milk urea in small ruminants: An indicator of nitrogen usage efficiency	112
DEN S MLÉKEM NA MENDELU 2023/ MILK DAY AT MENDELU 2023	
Samková, E., Honesová, S., Pokorný, M., Hasoňová, L., Hálová, K., Climová, N., Hanuš, O.: Porovnání kvality mléka v České republice a ve vybraných zemích EU v letech 2016–2020	120
Kopáček, J.: Současný stav světového mlékárenství a sýrařství	132
Hanuš, O., Seydlová, R., Morávková, M., Kucharovičová, I., Babák, V., Roubal, P., Nejeschlebová, H., Klimešová, M., Jedelská, R.: Nebakteriální mastitidy v chovech dojnic	143
Buňka, F., Pětová, M., Salek, R. N.: Aplikace dynamické oscilační reometrie v mlékárenském výzkumu a průmyslové praxi	158
Elich, O.: Výzkumný ústav mlékárenský – Vývoj mlékárenského výzkumu	170

Jarošová, A., Bogdanovičová, S., Krejčíková, M.: Obsah ftalátů v kravském mléce v závislosti na způsobu získávání	175
Matějová, H., Poništová, D., Kapounová, Z.: Mýty o mléce a mléčných výrobcích	176
Samková, E., Hálová, K., Honesová, S., Climova, N.: Význam sýrů ve výživě člověka	180
POSTEROVÁ SEKCE – INGROVY DNY 2023/ POSTER SESSION – INGR'S DAYS 2023	
Čech, M., Haščík, P., Herc, P., Čuboň, J., Kročko, M.: Hmotnostné straty a senzorická kvalita mäsa kurčiat ROSS 308 krmených s prídavkom červených hroznových výliskov odrody Alibernet	183
Demianová, A., Bobková, A., Poláková, K., Bobko, M., Jurčaga, L., Belej, L., Mesárošová, A.: Porovnanie aromatického profilu <i>Coffea arabica</i> a <i>Coffea robusta</i> dopestovanej v Afrike	199
Dračková, E., Sládek, L., Žáková, L., Filipčík, R.: Vliv pohlaví a technologie ustájení na barvu masa burgundského králíka	208
Ducková, V., Brieniková, Z., Kročko, M., Tkáčová, J.: Mikrobiologická kvalita ochutených parených syrov od malých producentov	216
Fikselová, M., Zelenajová, A. M., Lukáčová, S., Zeleňáková, L., Golian, J.: Vedlejší výrobní zbytky v inovovaných a zdravotně bezpečných potravinách pro fenylketonuriky a celiakiky	225
Hálová, K., Samková, E., Smutný, L., Smutný, D., Stehlík, R., Climová, N., Honesová, S., Smetana, P., Janoušková, K., Bartoš, P.: Experimentální porovnání nepřímých metod pro stanovení vybraných kvalitativních ukazatelů mléka	236
Herc, P., Čuboň, J., Čech, M., Haščík, P., Jurčaga, L., Bobko, M., Mesárošová, A., Kročko, M.: Monitoring malondialdehydu a TVB-N v mäse pstruha dúhového (3,5kg) počas 2. mesiacov skladovania v mraziarenských podmienkach	249

Horna, A., Veselá, K.: Evaluation of antioxidant activity of fruit using FIA-ECD and comparison of the effect of cultivation (ECO, IMP)	260
Jakubová, S., Árvay, J., Benešová, L., Zajác, P., Čapla, J., Čurlej, J., Golian, J.: Sledování obsahu histaminu a celkových biogenních aminů v kozích a ovčích zrajících sýrech	271
Janoušková, K., Jirotková, D., Smetana, P.: Zvýšení mikrobiální stability a údržnosti masa pomocí antioxidantů z cibulových slupek a vliv tohoto ošetření na senzorycké vlastnosti masa	282
Joanidis, P., Štefániková, J., Vietoris, V.: Zmeny chuťového profilu údených pareníc využitím TDS metodiky	295
Jurčaga, L., Bobko, M., Mesárošová, A., Demianová, A., Bobková, A., Poláková, K., Čech, M., Herc, P.: Vplyv prídavku extraktu rakytníka na senzorycké vlastnosti Bratislavských párkov	304
Kalhotka, L., Saláková, A., Kouřil, P.: Mikrobiologická analýza tortill – Změny v počtech vybraných skupin mikroorganismů v průběhu skladování	312
Kocandová, A., Slováček, J., Zemanová, J.: Potenciál využití matcha v potravinářství	319
Kolesárová, A., Bojňanská, T., Solgajová, M., Mendelová, A., Zeleňáková, L.: Vplyv prídavku arónie čiernoplodnej (<i>Aronia melanocarpa</i> L.) na reologické vlastnosti pšeničnej múky	326
Kouřilová, V., Dufková, R., Hřivna, L., Franková, M.: Čokoládové cukrovinky s alkoholovou náplní	338
Králová, M., Bartáková, K., Ježek, F., Zouharová, A., Kameník, J.: Diskriminační analýza salámů Poličan pomocí blízké infračervené spektrometrie s Fourierovou transformací	348

Kročko, M., Ducková, V., Tkáčová, J., Bobko, M., Jurčaga, L., Čech, M., Herc, P.: Kvalita fermentovaného mäsového výrobku po prídavku extraktu z čiernych ríbezlí (<i>Ribes nigrum</i>)	356
Lisinovičová, M., Szabóová, M., Hricová, A.: Láskavec: Plodina budúcnosti	366
Mačáková, P.: Označovanie mlieka pri uvádzaní na trh v Českej republike	381
Mareček, J., Mendelová, A., Solgajová, M.: Kvalita múky v závislosti od odrody ozimnej pšenice	390
Mendelová, A., Mendel, L., Solgajová, M., Kolesárová, A., Mareček, J.: Porovnanie vplyvu teplotovzdušného a infračerveného sušenia na obsah antokyánových farbív v drobnom ovocí	398
Novotná, T., Gál, R., Mokrejš, P., Pavlačková, J.: Ovlivnění texturních vlastností jádrových paštik s přísávkem vybraných želatin	410
Novotná Kružíková, K.: Změny v nařizení vztahující se ke kontaminujícím látkám	419
Novotný, J., Horáková, L., Řiháček, M., Pavlata, L., Zálesáková, D., Kovál, A., Nedomová, Š., Mrkvicová, E., Šťastník, O.: The addition of black soldier fly larvae meal (<i>Hermetia illucens</i>) and its influence on the yield and meat sensory parameters of broiler chickens	427
Pleva, B., Pospiech, M., Pečová, M., Čaloudová, J., Tremlová, B.: Využití Ramanovy spektroskopie pro rozlišení řepkových a jetelových medů	432
Poláková, K., Bobková, A., Demianová, A., Jurčaga, L., Bobko, M., Mesárošová, A., Belej, L.: Vplyv rôzneho geografického pôvodu na senzorický profil kávy <i>Coffea arabica</i>	440
Rajnínec, M., Libantová, J.: Hydrolytické enzýmy masožravých rastlín ako sľubné antifungálne agensi	448

Rejdlová, A., Mišková, Z., Kůrová, V., Salek, R. N.: Výroba a hodnocení nového typu nápoje na bázi kefíru vyrobeného z mrkvové šťávy a syrovátky	457
Řeháková, J., Měřínská, Z., Řehůrková, I., Hornová, J., Horáková, K., Ruprich, J.: Srovnání výskytu vybraných analytů v rostlinných nápojích a kravském mléce	471
Slováček, J., Jůzl, M., Nedomová, Š., Seidlová, A., Roztočilová, A., Morávek, Z., Mikulka, O.: Jakostní parametry měkkého salámu s masem volně žijící nutrie říční	491
Solgajová, M., Kolesárová, A., Mareček, J., Mendelová, A., Zelenáková, L.: Mlynářska a pekárská kvalita vybraných odrôd pšenice	499
Švec, I., Sluková, M., Skřivan, P.: Technologický parametr číslo poklesu a jeho možné instrumentální alternativy	507
Těšíková, K., Dordevic, D., Zemancová, J., Tremlová, B.: Vliv nanočástic na texturální a antioxidační vlastnosti 3D tištěných čokoládových objektů	520
Zábrodská, B.: Senzorická analýza buvolího mléka a výrobků z něj	530
Zelenáková, L., Gabašová, M., Angelovič, M., Gálik, B., Fikselová, M., Kolesárová, A.: Profil mastných kyselin v zemiakových hranolčekom fritovaných v repkovom oleji	550
PŘÍLOHY/ANNEXES	568

SLOVO ÚVODEM

Miroslav Jůzl¹

¹Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta,
Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

Vážení a milí hosté, kolegyně, kolegové a přátelé potravinářské vědy, setkáváme se letos již po čtyřicáté deváté u příležitosti konání Konference o jakosti potravin a potravinových surovin. Velmi si vážíme vás opět přivítat u nás na Mendelově univerzitě v Brně.

Jak praví moudro, život se stále mění, a není dobré očekávat, že vše poplyne v klidném tempu donekonečna. Minulé roky nám to dostatečně ukázaly. Nejprve nás z běžného tempa našeho života vytrhla světová pandemie, loni to bylo nesmyslné rozpoutání válečného konfliktu, který Evropa nepoznala po desetiletí. Napadení Ukrajiny Ruskem potvrdilo, že klidné doby jsou ty tam. Člověk potřebuje k životu mimo vzduch a vodu také potraviny. Opět se důležitým tématem stala potravinová bezpečnost. Zatímco dříve se řešila zejména zdravotní nezávadnost nebo nutriční otázka, tak se o potravinové soběstačnosti mluvilo spíše v politické a národohospodářské rovině. Nyní by veškeré úvahy měly být více než jindy směřovány do roviny příprav pro mimořádné situace. Udržitelnost, jak ji chápeme, není nic jiného než slovo, které vyjadřuje „schopnost biologických systémů udržovat diverzitu a produktivitu na dobu neurčitou. V širším kontextu není udržitelnost nic jiného než vytrvalost systémů a procesů“. Jakékoli mimořádné okolnosti, na jejichž překonání bychom měli být připraveni co nejlépe, nesouvisí pouze s hrozbou epidemií, válečných konfliktů, ale nyní i dopadu extrémních projevů plynoucích z globální změny klimatu. Kdo před několika desetiletími očekával na Moravě tisícileté záplavy nebo tornádo o síle F4 dle Fujitovy stupnice? Dne 15. listopadu 2022 lidstvo přesáhlo 8 miliard lidí na planetě. V předpovědi k roku 2100 se počítá se třemi variantami, vysokou s 14 miliardami lidí, nízkou s 5,5 miliardou lidí a konečně střední s 9 miliardami lidí. První dvě varianty nejsou moc pozitivní, právě s ohledem na udržitelnost. A vzbuzují otázky. Z pohledu lidstva, před pár lety jsme snili o cestách na Měsíc, pak na Mars, a jak se bude létat ke hvězdám. Otázkou je, zda

nebudeme muset řešit více otázku žití na naší planetě, ke které se globálně vzato nechováme příliš odpovědně a s cílem zde přežívat „na dobu neurčitou“.

I když na naší konferenci neřešíme výše uvedená témata s cílem je vyřešit, přesto je tradiční možností se setkat a diskutovat v rámci široké skupiny odborníků zabývajících se společnou oblast výroby, zpracováním a hodnocením jakosti potravin. Právě diskuze a rozvíjení myšlenek v rámci dosavadního poznání umožňuje lidstvu poučit se z chyb, nebo se posunout dál, než by si i největší snílek mohl jenom doufat.

Seminář o jakosti potravin se v průběhu let přetransformoval do podoby konference s mezinárodní účastí. Hostili jsme v minulosti přední potravinářské odborníky nejen ze zemí EU. Letos to jsou země jako Chorvatsko, Maďarsko, Polsko, Slovensko a Srbsko. Letos v rámci Ingrových dnů hostíme kolegy v rámci získaného projektu Visegrádských fondů (V4+) s názvem „FOOD Quality in Digital Age“.

Každým rokem si právě dnes s hrdostí připomínáme význam a tradici naší *alma mater* v oblasti zemědělství a potravinářství. Rovněž vzpomínáme na ty, kteří se o toto nemalou měrou zasloužili. Vzpomeňme na profesora Stanislava Gajdůška a docenta Pelikána a další. První březnový týden slavíme Ingrovy dny, které jsme v roce 2009 pojmenovali s úctou a jako poděkování panu profesorovi Ivo Ingrovi.

Příští rok bychom chtěli spolu s vámi oslavit padesáté výročí setkávání. Chystáme na celý týden doprovodné akce a zlatým hřebem v rámci Ingrových dnů určitě bude padesátý ročník Konference o jakosti potravin a potravinových surovin. Je naplánován na 6. března 2024.

Jste srdečně zváni!

PŘEDNÁŠKOVÁ SEKCE

INGROVY DNY 2023

1. 3. 2023

REQUESTED LECTURES

INGR'S DAYS 2023

March 1, 2023

VÝSLEDKY A AKTUÁLNÍ PROBLEMATIKA ÚŘEDNÍCH KONTROL POTRAVIN PROVEDENÝCH SZPI V ROCE 2022

RESULTS AND CURRENT ISSUES OF OFFICIAL FOOD CONTROLS MADE BY CAFIA IN 2022

Martin Klanica¹

¹Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Květná 15, 603 00 Brno

Státní zemědělská a potravinářská inspekce (dále jen SZPI) je orgánem státního dozoru zejména nad bezpečností, jakostí a řádným označováním potravin a to 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 nebo e-commerce.

PŘEHLED ČINNOSTI SZPI V ROCE 2022

V roce 2022 provedla SZPI celkem 48 809 kontrolních vstupů, při nichž bylo odebráno 12 853 vzorků, z čehož 3351 bylo nevyhovujících (26%). Ukončeno bylo 3202 pravomocně ukončených správních řízení o přestupku a byly uloženy pokuty v celkové výši 109 801 000 Kč.

Na webových stránkách potravin na pranýři SZPI pravidelně zveřejňuje nevyhovující šarže potravin, přičemž v roce 2022 jich bylo zveřejněno celkem 374, z toho nebezpečných potravin 263, falšovaných 62 a nejakostních 46. Zveřejněno bylo celkem 138 uzavřených provozoven či jejich částí, z nichž bylo 48 provozoven společného stravování.

Rok 2022 přinesl SZPI i několik změn. Novela zákona o SZPI nově umožňuje uložení opatření, kterým je tzv. „blokace“ webových stránek nabízejících nebezpečné potraviny nebo jejichž obsah závažným způsobem porušuje požadavky stanovené právními předpisy. Od října 2022 SZPI kontroluje dovoz ekologické produkce, a to na základě novely zákona č. 242/2000 Sb. o ekologickém zemědělství. A od května 2022 provádí SZPI kontrolu tzv. „dvojí kvality potravin“.

DVOJÍ KVALITA POTRAVIN

Historie řešení problému dvojí kvality potravin sahá do let 2016 – 2018, kdy si některé členské státy a sdružení zastupující spotřebitele stěžovaly na rozdíly ve složení a/nebo v senzorických vlastnostech některých potravin v různých členských státech. Ze srovnávacích testů vyplynulo, že na trhu EU se skutečně prodávají výrobky, které jsou prezentovány stejným způsobem, ale v některých členských státech mají například odlišný obsah masa, tuku nebo je použit jiný druh sladidla. Začíná se mluvit o “dvojí kvalitě potravin“. Evropská komise po delších diskuzích rozhodla, že dvojí kvalita bude posuzována podle směrnice o nekalých obchodních praktikách.

V dnešní době tedy na evropské úrovni reguluje problematiku dvojí kvality směrnice 2019/2161, o nekalých obchodních praktikách. Na české úrovni je novela směrnice o nekalých obchodních praktikách transponována do zákona o potravinách, který reguluje dvojí kvalitu potravin v § 10 odst. 1 g) a také do zákona o ochraně spotřebitele, který však postihuje klamavá jednání v oblasti dvojí kvality u všech výrobků. Výraz „dvojí kvalita“ je ale pouze pracovní pojem, který není uveden v žádném z těchto právních předpisů.

Česká republika byla první země v EU, která přijala národní právní předpis definující „dvojí kvalitu potravin“ s účinností od 12. 5. 2021. Protože Směrnice EP a R (EU) 2019/2161 o nekalých obchodních praktikách vůči spotřebitelům vešla v platnost až 28. 5. 2022, vzniklo přechodné mezidobí, které SZPI využila například k vytipování problematických segmentů potravinářského trhu, kde by se případy „dvojí kvality“ mohly objevit. Zároveň toto období umožnilo provozovatelům důkladně se adaptovat na novou situaci, např. z hlediska složení potravin, úpravy obalů, atd.

SZPI také s velkým předstihem vytvořila pracovní materiál „Základní principy kontroly dvojí kvality potravin“ s cílem být vůči korektním provozovatelům potravinářských podniků otevřeným a předvídatelným dozorovým orgánem a pomoci jim vyvarovat se případného porušení nových povinností. V současnosti je na webových stránkách SZPI zveřejněna 5. pracovní verze tohoto materiálu.

ZÁKLADNÍ PRINCIPY KONTROLY DVOJÍ KVALITY POTRAVIN

Materiál „Základní principy kontroly dvojí kvality potravin“ je především přehledným návodem k posuzování dvojí kvality potravin ve 4 jednoduchých krocích.

V kroku 1 je třeba rozhodnout, zda se jedná o potravinu stejné obchodní značky i názvu a totožného či zdánlivě totožného vzhledu. Hodnotí se informace a dominantní znaky obalu v hlavním zorném poli, přičemž totožné musí být u potravin obchodní značka a název a zdánlivě totožné pak barva, hlavní nápis v určitém fontu, vyobrazení, grafika, případně tvar, apod.

V kroku 2 se posuzuje, zda jsou ve složení či vlastnostech podstatné rozdíly. Za podstatný rozdíl je považováno použití rozdílné složky (například smetana versus rostlinný tuk, slunečnicový olej versus řepkový olej, apod.), rozdílný podíl některé z primárních složek (např. podíl masa/ryb ve výrobcích, podíl kávy v práškových nápojích, apod.), případně evidentně odlišné senzorické vlastnosti potravin.

Krok 3 na konkrétních příkladech ukazuje, zda a jak bude SZPI v některých případech zohledňovat oprávněné a objektivní faktory odůvodňující rozdíly ve složení potravin v jednotlivých členských státech. Posuzovat se budou například reformulace, požadavky vnitrostátních předpisů jiných členských států, dostupnost a sezonnost surovin aj.

Krok 4 se týká případů, kdy SZPI oprávněné a objektivní faktory odůvodňující rozdíly ve složení potravin zohlední. V těchto případech bude vždy vyžadovat, aby spotřebitelé byli dostatečně informováni o rozdílech z důvodu oprávněných a objektivních faktorů. Informace by měly být snadno přístupné a dostatečně srozumitelné pro průměrného spotřebitele v závislosti na způsobu prodeje.

KONTROLY DVOJÍ KVALITY POTRAVIN V ROCE 2022

V roce 2022 byl zjištěn 1 případ porušení zákazu tzv. „dvojí kvality“ potravin stanoveného v § 10 odst. 1 písm. g) zákona č. 110/1997 Sb. Jednalo se o výrobek, kde ve složení porovnávaných potravin byly zjištěny podstatné odlišnosti. Jednalo se konkrétně o použití palmového oleje v českém výrobku a slunečnicového oleje

u výrobků z Německa a Rakouska. Rozdíl byl zjištěn i v obsahu nasycených mastných kyselin, který byl u českého vzorku 6,0 g a u referenčních produktů pouze 1,6 g.

Kontaktní adresa: Ing. Martin Klanica, Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Květná 15, 603 00 Brno, Česká republika, email: martin.klanica@szpi.gov.cz

SPOLUPRÁCE S EVROPSKÝM ÚŘADEM PRO BEZPEČNOST POTRAVIN V ROCE 2023

COOPERATION WITH THE EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY

Petr Beneš¹

¹Ministerstvo zemědělství ČR, Těšnov 65/17, Praha 1, Česká republika

ABSTRAKT

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. Jedním ze tří strategických cílů strategie EFSA do roku 2027 je zajištění připravenosti na budoucí potřeby analýzy rizik. Pro dosažení tohoto cíle EFSA úzce spolupracuje s národními vědeckými organizacemi a jednotlivými experty.

Klíčová slova: EFSA, vědecká spolupráce, networking, 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. One of the three strategic objectives of EFSA's strategy to 2027 is to ensure preparedness for future risk analysis needs. To achieve this, EFSA works closely with national scientific organisations and individual experts.

Keywords: EFSA, scientific cooperation, networking, Focal Point

ÚVOD

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority – EFSA nebo také Úřad) 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.

OHLÉDNUTÍ ZA UPLYNULÝMI DVĚMA DEKÁDAMI

Během dvaceti let své existence prošel EFSA významnou proměnou. Do značné míry jde o přiložený proces, který souvisí s fixováním pozice Úřadu v evropském systému bezpečnosti potravin a přejímáním kompetencí v jednotlivých řešených oblastech. Současně však jde o výsledek působení řady externích vlivů, které na Úřad působí. Přímě na EFSA působí zejména vyvíjející se požadavky právních předpisů a stakeholderů – zejména EK, členských států a subjektů uvádějících na trh regulované produkty, pro které je vyžadováno posouzení EFSA. Přímě na Úřad působí také politiky EU: Zelená dohoda pro EU a její Strategie „Od zemědělece ke spotřebiteli“, které jsou velkou výzvou pro celý agro-potravinářský řetězec. Dalším faktorem je narůstající komplexnost: na dílčí problematiku je stále více nahlíženo z pohledu vzájemného

spolupůsobení a provázanosti. Příkladem může být problematika „jednoho zdraví“, na kterou je nahlíženo optikou přímé souvislosti mezi zdravím zvířat a lidí, nově se však součástí stává také zdraví environmentální. Další vlivy přináší globalizace a změna klimatu. Zásadním hybatelem se v posledních letech stávají společenské požadavky. Pro EFSA to znamená nutnost být schopen se flexibilně přizpůsobit vyvíjejícím se požadavkům.

Pod vlivem těchto faktorů se EFSA během své existence vyvinul v moderní, široce respektovanou instituci, která je připravena čelit výzvám dnešní doby. Do jisté míry došlo ke změně v činnosti Úřadu. Jádrem aktivit, tzn. poskytování vědeckého poradenství pokrývajících celý potravinový řetězec zůstalo zachováno, bylo však rozšířeno o rozsáhlý systém poradenství pro žadatele o posuzování regulovaných produktů. Velká pozornost je věnována vývoji metodik pro hodnocení rizik s ambicí jejich uplatnění v globálním měřítku.

Druhou oblastí činnosti EFSA je komunikace o riziku. Tu EFSA v posledních letech posunul takovým způsobem, že můžeme hovořit o novém standardu. Výrazně k tomu přispěly i požadavky na transparentnost kodifikované nařízením (EU) 2019/1381 o transparentnosti a udržitelnosti hodnocení rizik v potravinovém řetězci v EU („nařízení o transparentnosti“). To vyžaduje od EFSA maximální možnou míru otevřenosti, která je v praxi naplněna zpřístupňováním spravovaných dokumentů a dat. S výjimkou chráněných citlivých informací, které jsou předmětem žádostí o posouzení regulovaných produktů, je možné na portálech Úřadu nalézt veškeré informace, které s jeho činností souvisí.

SPOLUPRÁCE ČR S EFSA A ROLE KOORDINAČNÍHO MÍSTA PRO VĚDECKOU SPOLUPRÁCI

Již od vzniku úřadu v roce 2002 a zejména pak od vstupu do EU v roce 2004 se také vyvíjí a prohlubuje spolupráce České republiky s EFSA, přičemž zajištěním spolupráce v administrativní rovině bylo pověřeno Ministerstvo zemědělství. Nicméně vzhledem k tomu, že EFSA je nezávislou organizací, je tato oficiální vazba na členský stát

minimální. Spolupráci v odborné rovině zajišťuje napřímo především celá řada českých institucí (např. participací na řešení výzkumných projektů) a také vědeckých pracovníků (účasti v odborných pracovních skupinách, kolokviích a seminářích).

Ministerstvo zemědělství, konkrétně Odbor bezpečnosti potravin MZe, také zajišťuje činnost *Koordinačního místa pro vědeckou a technickou spolupráci s EFSA* (dále jen „Koordinační místo“). Jejich síť byla EFSA vytvořena v roce 2008 v reakci na dlouhodobý a strmý nárůst objemu komunikace mezi EFSA členskými státy. Úkolem „Focal Points“ je podporovat zástupce v Poradním sboru EFSA, zajišťovat výměnu vědeckých informací mezi EFSA a národní úrovní, podporovat zapojení zainteresovaných organizací do spolupráce s EFSA. Dalším úkolem je zviditelnování poslání a práce EFSA na národní úrovni a podpora zapojování expertů a organizací do aktivit EFSA i jiných mezinárodních aktivit v oblasti bezpečnosti potravin.

AKTUÁLNÍ MOŽNOSTI SPOLUPRÁCE S EFSA

• SPOLUPRÁCE PODLE ČL. 36

Jedna z nejdůležitějších aktivit EFSA vycházející z článku 36 Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 178/2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví se postupy týkající se bezpečnosti potravin, je propojení organizací působících v oblastech poslání EFSA. Cílem tohoto propojení je zejména vytvořit rámec pro vědeckou spolupráci prostřednictvím koordinace činností, výměny informací, přípravy a provádění společných projektů, výměny odborných poznatků a osvědčených postupů.

Pro organizace spolupracující s EFSA podle čl. 36 (dále jen „spolupracující organizace“) vyhláší EFSA výzvy k podání návrhů na řešení projektů v oblasti hodnocení rizik. Řešení těchto projektů se mohou zúčastnit pouze tyto organizace. K 1. 3. 2023 je na seznamu spolupracujících organizací zhruba 350 organizací, z toho 14 z ČR:

- Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.,
- Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i.,

- Výzkumný ústav veterinárního lékařství, v.v.i.,
- Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i.
- Česká zemědělská univerzita v Praze,
- Veterinární univerzita Brno,
- Mendelova univerzita v Brně,
- Vysoká škola chemicko-technologická v Praze,
- Státní zdravotní ústav,
- Ostravská univerzita v Ostravě,
- Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
- Biologické centrum Akademie věd,
- Státní veterinární ústav Jihlava,
- Ministerstvo zemědělství

Možnost spolupráce je otevřená i pro další instituce, aktualizace seznamu probíhá průběžně.

Jedním ze tří strategických cílů strategie EFSA do roku 2027 je zajištění připravenosti na budoucí potřeby analýzy rizik. To představuje velkou příležitost také pro spolupracující organizace. Očekávaným výsledkem tohoto cíle je totiž dosažení větší schopnosti analýzy rizik ve spolupráci s národními vědeckými organizacemi při přípravě návrhů vědeckých stanovisek, která budou následně přezkoumána a přijata vědeckými panely EFSA. EFSA má omezené personální kapacity proto, aby mohl zvládnout všechny svěřené úkoly pouze interními zdroji. Proto outsourcuje část technických a dalších podpůrných činností prostřednictvím národních vědeckých organizací. Velkou roli v tomto mohou hrát právě spolupracující organizace, kterým EFSA prostřednictvím vypisovaných grantů zadává úkoly k řešení (např. příprava vědeckých stanovisek úřadu, včetně přípravných prací práce související s posuzováním dokumentace pro povolení).

• ČLENSTVÍ VE VĚDECKÉM PANELU EFSA

Nezávislý odborník se může stát členem jednoho z vědeckých panelů, případně Vědeckého výboru EFSA. Vědecké panely se skládají z nezávislých expertů členských států jmenovaných Správní radou na dobu pěti let (podle nařízení (EU) 2019/1381). V současné době existuje 10 vědeckých panelů:

- Panel on Animal Health and Welfare (AHAW)
- Panel on Biological Hazards (BIOHAZ)
- Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM)
- Panel on Food Additives and Flavours (FAF)
- Panel on Food Contact Materials, Enzymes, and Processing Aids (CEP)
- Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP)
- Panel on Genetically Modified Organisms (GMO)
- Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens (NDA)
- Panel on Plant Health (PLH)
- Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR)

Začátkem února 2023 byla zveřejněna výzva nezávislým expertům, aby se stali členy vědeckých panelů se začátkem funkčního období od 1. 7. 2024. Výzvu najdete zde: <https://careers.efsa.europa.eu/jobs/call-for-expressions-of-interest-for-membership-of-the-scientific-panels-and-the-scientific-committee-of-efsa-2023-344>

• INDIVIDUÁLNÍ SPOLUPRÁCE – VÝZVA PRO ODBORNÍKY

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>

- **STÁŽE NABÍZENÉ EFSA**

V současné době úřad nabízí stáže pro pracovníky veřejných institucí – v režimu SNE (Seconded national expert – výzvy je otevřená dlouhodobě). Výzvu najdete zde: <https://careers.efsa.europa.eu/jobs/efsa-seconded-national-experts-call-251>

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 nevypláčí 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>

Stáže pro absolventy vysokých škol/ univerzit jsou určeny absolventům VŠ zemí EU, EFTA a kandidátských zemí. Cílem stáže je vysvětlit roli EFSA a práci v oblasti hodnocení rizik, usnadnit začátek kariéry absolventům, podpořit odborný růst kvalifikovaných jedinců v oblastech práce EFSA a vytvořit skupinu mladých lidí se zkušeností s prací v úřadu a s jeho pracovními metodami, kteří budou připraveni na budoucí spolupráci s EFSA. Délka stáže je 5 až 12 měsíců; financování je formou grantu EFSA. Výzva není momentálně otevřená.

- **EU FORA**

Již od roku 2017 je každoročně realizován program stáží pro pracovníky organizací spolupracujících s EFSA podle čl. 36 – European Food Risk Assessment Fellowship Programme (EU FORA). Cílem programu je přilákat a motivovat mladé a mírně pokročilé vědce k hodnocení rizika, prohloubit spolupráci mezi EFSA a organizacemi v členských státech EU, přispět k harmonizaci metod hodnocení rizik v Evropě a dále rozvíjet metodologii hodnocení rizik. Program je zaměřen na hodnocení chemických a mikrobiologických rizik. Obsah programu je vytvářen podle požadavků EFSA organizací vybranou ve výběrovém řízení. Průběh stáže zahrnuje „on-job“ školení, tedy praktickou činnost pod vedením zkušeného odborníka. Financování je zajištěno formou grantu EFSA, o který mohou společně žádat konsorcia dvou organizací z různých zemí EU (vždy jedna hostitelská organizace a jedna organizace vysílající stážistu). Délka stáže je 12 měsíců a stážista 3–5 měsíců stráví v hostitelské organizaci. Dále v rámci toho účastník stáže absolvuje třítydenní úvodní pobyt v EFSA (Parma, Itálie) a tři jednotýdenní školení v průběhu roku v různých jiných organizacích.

Výzva k zapojení do programu EU FORA pro ročník 2023/2024 zveřejněna a je otevřená do 15. 3. 2023. Více zde: <https://www.efsa.europa.eu/en/engage/fellowship>

- **GRANTY A VÝBĚROVÁ ŘÍZENÍ**

EFSA pravidelně uděluje granty nebo dotace na projekty a činnosti, které přispívají k plnění jeho poslání v oblasti shromažďování údajů, přípravných prací pro vědecká stanoviska a další vědecké a technické pomoci. Prostřednictvím veřejných zakázek EFSA nakupuje služby a dodávky v souladu s právními předpisy EU a základními zásadami transparentnosti, rovného zacházení a nediskriminace, co nejširší hospodářské soutěže, proporcionality a řádného finančního řízení.

Plán grantů a výběrových řízení pro rok 2023 zatím nebyl publikován.

Kontaktní adresa: Ing. Petr Beneš, Odbor bezpečnosti potravin, Ministerstvo zemědělství, Těšnov 65/17, Praha 1, Česká republika; e-mail: petr.benes@mze.cz

INOVACE A REFORMULACE V PEKAŘSKÝCH A CEREÁLNÍCH BEZLEPKOVÝCH VÝROBCÍCH

INNOVATION AND REFORMULATION IN BAKERY AND CEREAL GLUTEN-FREE PRODUCTS

Dana Gabrovská¹ – Magdaléna Hrubá²

¹Potravinářská komora České republiky

²Centrum zemědělsko-potravinářského výzkumu a inovací

ABSTRAKT

Cílem příspěvku je představit pozitivní změny u pekařských a cereálních bezlepkových výrobků v posledních dvaceti letech. Celiakální sprue (celiakie, glutenová enteropatie) je chronické celoživotní onemocnění, charakterizované trvalou nesnášenlivostí lepku (glutenu) a typickými zánětlivými změnami sliznice tenkého střeva. Jedinou léčbou celiakie je přísné celoživotní dodržování bezlepkové diety. Největším problémem byla náhrada konzumace běžného chleba, pečiva a cereálních výrobků založených na pšenici, žitu, ječmenu a ovsu. V minulosti byly pekařské výrobky, směsi na pekařské výrobky včetně chleba založeny především na deproteinovaném pšeničném škrobu. Tyto výrobky postrádaly vlákninu, měly nižší obsah bílkovin, byly deficitní ve vitamínech, minerálních látkách a stopových prvcích. Dnes, po 20 letech vývoje v bezlepkovém pekařství, můžeme říci, že bezlepkové pekařské výrobky i cereální výrobky se senzorickými vlastnostmi, obsahem důležitých výživových faktorů vyrovnají běžnému pečivu a cereálním výrobkům. Řada výrobků prochází inovacemi i reformulacemi a PK ČR je oceňuje ve své soutěži “Cena PK ČR o nejlepší inovativní potravinářský výrobek”.

Klíčová slova: potraviny, legislativa, výrobci potravin, aktuální otázky potravinářství, spolupráce, vzdělávání spotřebitelů

ABSTRACT

The aim of the paper is to introduce the positive changes in bakery and cereal gluten-free products in the period of last 20 years. Celiac sprue (celiac disease, gluten enteropathy) is a chronic lifelong disease, characterized by permanent intolerance

to gluten (gluten) and typical inflammatory changes in the mucosa of the small intestine. The only treatment for celiac disease is strict lifelong adherence to a gluten-free diet. The biggest problem was replacing the consumption of common bread, bakery products and cereal products based on wheat, rye, barley and oats. In the past, bakery products, mixtures for bakery products, including bread, were mainly based on deproteinized wheat starch. These products lacked fiber, had a lower protein content, and were deficient in vitamins, minerals and trace elements. Today, after 20 years of development in gluten-free bakery, we can say that gluten-free bakery products and cereal products with sensory properties and content of important nutritional parameters are equal to common bread, bakery products and cereal products. A number of products undergo innovations and reformulations, and Federation of the Food and Drink Industries of the Czech Republic (FFDI) awards them in its competition "The Prize of the FFDI for the best innovative food product".

Keywords: celiac disease, gluten-free diet, bakery products, cereal products, innovation, reformulation

ÚVOD

Kvalita běžného pšeničného pečiva se odvíjí od množství a kvality lepku. Lepek je prostorová gelovitá struktura, která se vytváří z pšeničných zásobních bílkovin po smíchání mouky s vodou při tvorbě a hnětení těsta. Tato viskoelastická struktura je schopna zadržovat plyny vytvořené kvasinkami, působením tlaku plynů se může rozpínat a zvětšovat svůj objem. Díky tomu je těsto schopno několikanásobně zvětšit svůj objem a zadržet fermentací vzniklý plyn. Strída pšeničného pečiva pak vykazuje homogenní, pravidelnou pórovitost strídy. Právě tato schopnost, tj. schopnost rozpínat se, aniž by došlo k prasknutí struktury, je jedinečnou vlastností pšeničných zásobních bílkovin (frakcí gliadinů a gluteninů). Dosud nebyly nalezeny žádné jiné bílkoviny, které by takovou schopnost měly. Pšeničný lepek, který se vyznačuje specifickými mechanickými (reologickými) vlastnostmi, které se u bezlepkového pečiva nahrazuje jinými látkami podobných vlastností. Absence lepkových bílkovin v bezlepkových surovinách způsobuje, že těsto i pečivo může být nedostatečně nakynuté, tj. má malý

objem. Střída bezlepkového pečiva může být drobivá a tužší. Dále je třeba zmínit méně příjemný pocit suchosti v ústech při konzumaci tohoto pečiva, odlišnou chuť případně i pachut', a také kratší trvanlivost bezlepkového pečiva. V dnešní době lze říci, že kvalita řady bezlepkových pekařských výrobků se senzorickými vlastnostmi výrobků z pšeničné mouky, žitné mouky vyrovná.

BEZLEPKOVÉ PEKAŘSKÉ A CEREÁLNÍ VÝROBKY

Suroviny

Jako nejběžnější bezlepkové obiloviny jsou využívány rýže, proso, čirok a kukuřice – mají nevýhodu v tom, že neobsahují plnohodnotné bílkoviny – limitní aminokyselinou je lysin, u kukuřice lysin a tryptofan.

Řešením pro bezlepkovou dietu jsou samozřejmě pseudoobiloviny, které obsahují vyšší množství proteinů než klasické cereálie. Navíc u nich lysin (ani jiná esenciální aminokyselina, např. arginin a histidin esenciální pro děti) není limitující a nachází se ve vyšším množství. Mají rovněž vysoký obsah vlákniny, minerálních látek a některých vitaminů. Například amaranth a quinoa obsahují dvojnásobek minerálních látek než klasické cereálie. V našich podmínkách se setkáme s pohankou setou, dále se využívá quinoa (merlík chilský), teff (milička habešská) nebo laskavec (amarant), kde jsou nejvíce využívány druhy *Amaranthus hypochondriacus L.*; *Amaranthus caudatus L.* a *Amaranthus cruentus L.*

Dále se dnes běžně používají luštěninové mouky (čočková, fazolová, ójová, hrachová, cizrnová). Nedílnou složkou bezlepkového pečiva jsou škroby, ať nativní nebo modifikované a dále celá řada hydrokoloidů z rostlinných a mikrobiálních zdrojů jako jsou guarová mouka (E 412), xanthanová guma (E 415), karob, karagenan (E 407, E 407a), alginát sodný (E 401), arabská guma (E 414) nebo pektin a deriváty celulózy (karboxymethylcelulóza E 466 nebo hydroxypropylcelulóza E 463) Látky hydrokoloidní povahy se používají vesměs pro své schopnosti vázat vodu a bobtnat, zlepšují strukturu těsta, texturu střídy, zlepšují pórovitost, vláčnost a elasticitu a také prodlužují údržnost výrobků (zpomalení stárnutí).

Trendem posledních let je nepoužívat příliš deproteínovaný pšeničný škrob z důvodu jeho negativního vnímání samotnými celiaky a to přestože je tato složka přísně kontrolována a musí splňovat limit pro potraviny bez lepku. Pšeničný deproteínovaný škrob má proti jiným škrobům řadu pozitivních vlastností, které se využívají v pečení bezlepkového pečiva a to právě díky tomu, že pochází z pšenice, pečivo se více podobá pšeničnému pečivu, jak chutí, vláčností, tak trvanlivostí.

Bezlepkový oves

Mnoho let byl oves považován za obilovinu pro celiaky zakázanou, nicméně na základě řady studií a klinických testů se odborníci, jak lékaři, tak chemici rozhodli oves ze zakázaných obilovin vyřadit. Bylo zjištěno, že většina osob, trpících nesnášenlivostí lepku, může do své stravy zařadit oves, aniž by pocítily nepříznivé účinky na své zdraví. Zhruba 10 % celiaků může však na konzumaci ovsa imunologicky reagovat. Velký problém představuje především kontaminace ovsa pšenicí, žitem nebo ječmenem, ke které může dojít během sklizně, přepravy, skladování a zpracování. Pro celiaky je samozřejmě doporučená konzultace s ošetřujícím lékařem, který by měl o zařazení bezlepkového ovsa u konkrétního pacienta vědět a rozhodnout o zařazení ovsa do jeho stravy.

Na základě rozhodnutí odborníků byla tato skutečnost zařazena do standardu Codexu Alimentarius (CODEX STAN 118-1979) a následně do evropské legislativy. Oves musí splňovat limit pro obsah lepku jako bezlepkové potraviny, a to obsah lepku nesmí být vyšší než 20 mg/kg.

Inovace a reformulace

Vývoj v pekařské technologii se za poslední roky skutečně dostal na vysokou úroveň, dnešní pekaři využívají bezlepkové kvasy, různě hydrotermicky upravené luštěniny, bezlepkové obiloviny a pseudoobiloviny (tzv. závařky nebo zápary), olejnatá semínka a to vše se odráží ve výživové kvalitě (složení i obsah výživově důležitých látek), tak v sensorické kvalitě. Potravinářská komora měla a má možnost tento vývoj sledovat a to jak díky práci pracovní skupiny „Obiloviny v lidské výživě“, tak díky

soutěži na podporu inovací a reformulací s názvem „Cena Potravinářské komory České republiky“. Za 9 ročníků měla hodnotící komise možnost ocenit celou řadu jak pekařských, tak cereálních bezlepkových výrobků.

PŘÍKLADY INOVOVANÝCH A REFORMULOVANÝCH BEZLEPKOVÝCH PEKAŘSKÝCH A CEREÁLNÍCH VÝROBKŮ

Pro dokreslení stále se zlepšující situace na trhu s bezlepkovými potravinami je možné uvést několik příkladů potravin, které byly oceněny právě v rámci soutěže Potravinářské komory České republiky „Cena o nejlepší inovativní potravinářský výrobek“, ve které je kategorie zaměřená na potraviny pro osoby se specifickými požadavky na výživu.

1. PEKAŘSKÉ VÝROBKY

Bábovka bez lepku (Kateřina Jiroušková): použití jednodruhových přirozeně bezlepkových mouk, bez přídavných látek. Ve složení najdeme: čirokovou mouku, jáhlovou mouku, rýžová moukou, cukr, bramborový škrob, kakao se sníženým obsahem tuku, slunečnicová semínka mletá, slunečnicový lecitin, vejce.

Bezlepkový Bandur Rustikal (Bezlepková pekárna Liška s.r.o.): svačinková bulka s kvasem překypující slunečnicovými, lněnými a dýňovými semínky a obsahující vlákninu psyllium.

Bezlepkový Bandur ovesný (Bezlepková pekárna Liška s.r.o.): použití kvasu, vysoký obsah vlákniny (6 g/100 g), použití ovesných vloček bez lepku v množství 9 %. Ve složení jsou dále lněné a slunečnicové semínko, rozpustná vláknina psyllium a inulin a kukuřičný škrob, pražená mletá čočka.

Bezlepkové chleby a krekry (ADVENI MEDICAL, spol. s r.o.):

Bezlepkový chléb BODYGUARD: s proteiny a vlákninou (s vysokým obsahem vlákniny, s vysokým obsahem omega-3 mastných kyselin, zdroj bílkovin, s nízkým obsahem cukrů). Základní charakteristika směsi – směs obsahuje hrachovou, rýžovou,

konopnou a bramborovou bílkovinu, kukuřičnou vlákninou a semínka slunečnicová, lněná, dýňová, a chia.

Bezlepkový chléb GENTLEMAN kváskový: v chlebu je použit kvas ze čtyř přirozeně bezlepkových mouk - čiroková pohanková, kukuřičná mouka, a hrachová mouka a dále směs obsahující mouku z bílé rýže a hnědé rýže, tapiokový škrob, rozpustnou vlákninu inulin, kurakkanovou a jáhlovou mouka, a hrachový protein.

Krekry s chia semínky a brokolicovými klíčky a krekry s mákem a řasou Nori: (použití ovesných vloček bez lepku, s vysokým obsahem vlákniny, zdroj omega-3 mastných kyselin, zdroj bílkovin).

Pohankový bezlepkový bezmoučný chléb (Koláčkova pekárna): obsahuje pouze mechanicky loupanou pohanku a tři druhy semínek (slunečnice, len a dýně).

Pivní rohlík se záparou (Bezlepková pekárna Doktor Pekař): pitná voda, bezlepkový (deproteinovaný) pšeničný škrob, rýžová mouka, pohanková mouka, bramborové vločky, slunečnicový olej, zápara (slunečnicová a lněná semínka, dýňové semínko, pohankové kroupy, jáhly), bezlepkové pivo (pitná voda, ječné slady, chmelové produkty), koření, sůl, stabilizátory (xanthan, guma tara, hydroxypropylmethylcelulóza), cukr.

Bezlepkový dalamánek děčko plus (IREKS ENZYMA s.r.o.): pečivo v bezlepkové kvalitě obohacené vápníkem a vitamínem D, obsah vlákniny 4,8 g/100 g.

Bezlepkový frgál a bezlepkový rohlík (Bezlepková Anežka): senzoricky velmi žádané bezlepkové výrobky (obsahuje deproeinovaný pšeničný škrob); rohlík je vzhledem k nízkému obsahu bílkovin vhodný i pro fenylketonurickou dietu.

Bezlepkový konzumák (IREKS ENZYMA s.r.o.): základní složkou je bezlepková směs, která obsahuje bezlepkový pšeničný škrob, sušený stabilní kvas, zahušřovadla, inulin, mouku ze žlutého lnu, pražená mletou čočku, koření, psyllium a další složky; chléb se svými senzorickými vlastnostmi velmi blíží běžnému konzumnímu chlebu.

Bezlepkový chlebík CELIO (PENAM a.s.): bezlepková cereální směs obsahuje kukuřičný škrob, lněná semena, slunečnicová semeno, koncentrát sójových bílkovin, psyllium, sušený kvas (rýžová mouka, startovací kultura), inulin, mletou praženou čočku a další složky (obsah vlákniny 7,2 g/100 g).

2. CEREÁLNÍ VÝROBKÝ

Klíčené pohankové lupínky, Klíčené quinoa lupínky, Klíčené čočka červená lupínky (SEMIX PLUSO, spol. s r.o.): a další lupínky z klíčených luštěnin, pseudoobilovin.

Kaše z klíčeného ovsa a quinoj s kakaovými boby a datlemi bez lepku (SEMIX PLUSO, spol. s r.o.): obsahuje klíčené ovesné vločky, červenou quinoou, slazené pouze ovoce a může použít výživové tvrzení „zdroj bílkovin“ a „vysoký obsah vlákniny“.

Müsli tyčinky naslano sýrové, bez lepku (SEMIX PLUSO, spol. s r.o.): jedná se o první müsli tyčinku naslano v ČR. Má vysoký obsah vlákniny, obsahuje naklíčené luštěniny.

Vícezrnná kaše (SEMIX PLUSO, spol. s r.o.): směs vloček- jáhlové, rýžové, kukuřičné a pohankové.

Klíčené müsli s čokoládou, sypané müsli s čokoládou, bez lepku (SEMIX PLUSO, spol. s r.o.): naklíčené lupínky sušené v různém poměru 34 % (lupínky z naklíčené pohanky sušené, lupínky z naklíčené červené čočky sušené, lupínky z naklíčené červené quinoj sušené), ovesné vločky bez lepku a další složky; obsah vlákniny 10 g/100 g; obsah bílkovin 15 g/100 g.

ZÁVĚR

Velmi dobrou zprávou je, že řada těchto výrobků dosáhne na výživová tvrzení, o kterých se spotřebitelům - celiakům u bezlepkových výrobků před deseti lety mohlo jenom znát. Došlo k tomu, co je uvedeno i ve standardu Codexu Alimentarius pro bezlepkové potraviny – svými výživovými vlastnostmi (obsah vlákniny, bílkovin,

vitaminů, minerálních látek) jsou srovnatelné s běžnými lepkovými potravinami (především pekařské a cereální výrobky).

PODĚKOVÁNÍ

Práce byla podpořena v rámci všech priorit České technologické platformy pro potraviny a za finanční podpory Ministerstva zemědělství (Dotační titul 10.E/2023).

LITERATURA

Současné trendy výzkumu a vývoje potravin pro skupiny obyvatel se zvláštními požadavky na výživu, Studie pro Ministerstvo zemědělství ČR, Část 1: potraviny pro bezlepkovou dietu, Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i., 2016.

OBILOVINY v lidské výživě – odborná publikace „Inovace a nové trendy v cereální technologii“, Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, 2021, ISBN 978-80-88019-47-3.

STANDARD FOR FOODS FOR SPECIAL DIETARY USE FOR PERSONS INTOLERANT TO GLUTEN, CODEX STAN 118–1979.

Kontaktní adresa: Ing. Magdaléna Hrubá, Centrum zemědělsko-potravinářského výzkumu a inovací, s.r.o., Areál Markland Klimacentrum, a.s. /první patro, č. d. 127/, Počernická 96/272, 108 03, Praha 10 – Malešice, Česká republika, e-mail: hruba@czpvi.cz

ZPRACOVÁNÍ VÝLISKŮ OLEJNATÝCH SEMEN NA BÍLKOVINNÉ MOUKY A KONCENTRÁTY A JEJICH UPLATNĚNÍ V POTRAVINÁŘSKÝCH VÝROBCÍCH

PROCESSING OF OILSEED CAKES ON PROTEIN FLOURS AND CONCENTRATES AND THEIR APPLICATION IN FOOD PRODUCTS

**Jan Bárta¹ – Veronika Bártová¹ – Markéta Jarošová¹ – Jan Bedrníček²
František Lorenc² – Adéla Stupková¹ – Pavel Smetana² – Jaromír Kadlec²**

**¹Katedra rostlinné výroby, Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská
univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice**

**²Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů
Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých
Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice**

ABSTRAKT

Vedlejší produkty ze zpracování semen olejodárných plodin na oleje – výlisky (pokrutiny) a extrahované šroty – obsahují značné množství kvalitních bílkovin (zejména globulinů a albuminů), vlákniny, zbytkového tuku a významná množství biologicky aktivních látek (např. s antioxidačním účinkem). Zvyšování koncentrace bílkovin v produktech odvozených z olejnatých semen lze docílit pomocí dvou základních cest – suché (zahrnující zejména mechanické operace) a mokré (zahrnující extrakci bílkovin či balastních látek, srážení bílkovin či membránové procesy). Podle obsahu bílkovin mohou být získány tři základní úrovně – bílkovinné mouky, koncentráty bílkovin a izoláty bílkovin. Všechny tři skupiny produktů mohou být využity pro obohacení řady potravinářských produktů o bílkoviny, vlákninu, antioxidanty a jiné důležité látky. Důležitou rolí jsou však také funkční vlastnosti připravených produktů, které umožní zlepšit vlastnosti finálních potravinářských výrobků. Jde zejména o výrobky pekařské a pečivářenské, masné a mléčné, speciální výrobky, nápoje a další výrobky.

Klíčová slova: výlisky semen olejnin, bílkoviny, koncentrace, fortifikace, potravinářské výrobky

ABSTRACT

The by-products of the processing of oilseeds into oils - oilseed cakes and extracted meals - contain significant amounts of high quality protein (especially globulins and albumins), dietary fibre, residual fat and significant amounts of biologically active substances (e.g. with antioxidant properties). Increasing the protein concentration in oilseed derived products can be achieved by two basic ways - dry (involving mainly mechanical operations) and wet (involving protein or ballast extraction, protein precipitation or membrane processes). Depending on the protein content, three basic product levels can be obtained - protein flours, protein concentrates and protein isolates. All three product groups can be used to enrich a range of food products with protein, fibre, antioxidants and other important substances. However, the functional properties of the protein products also play an important role and can improve the properties of the final food products. These include bakery products and biscuits, meat and dairy products, specialty products, beverages and others.

Keywords: oilseed pomace, protein, concentration, fortification, food products

ÚVOD

Semenné olejniny v podobě sóji, řepky a slunečnice patří k celosvětově významným polním plodinám. Jejich semena i semena dalších olejnatých druhů (např. lnu, konopí, ostropestřce mariánského a tykve olejné) jsou zdrojem kvalitních rostlinných olejů s vysokým zastoupením esenciálních mastných kyselin. Kromě 18–50 % oleje obsahují semena olejin také kvalitní bílkoviny (16–40 %) s převahou globulinů a albuminů, významné množství vlákniny a také celou řadu pozitivně působících biologicky aktivních látek (Bárta et al., 2021; Nehmeh et al., 2022).

Oleje jsou získávány lisováním, extrakcí pomocí organických rozpouštědel nebo kombinací obou přístupů. Každopádně po vytěžení oleje ze semene zůstávají vedlejší produkty – výlisky (pokrutiny) nebo extrahované šroty, které nalézají nejčastěji uplatnění jako krmivo pro hospodářská zvířata. Uplatnění však mohou nalézat i při výrobě potravin. Zcela běžné je dnes využití sójových mouk či sójových bílkovinných

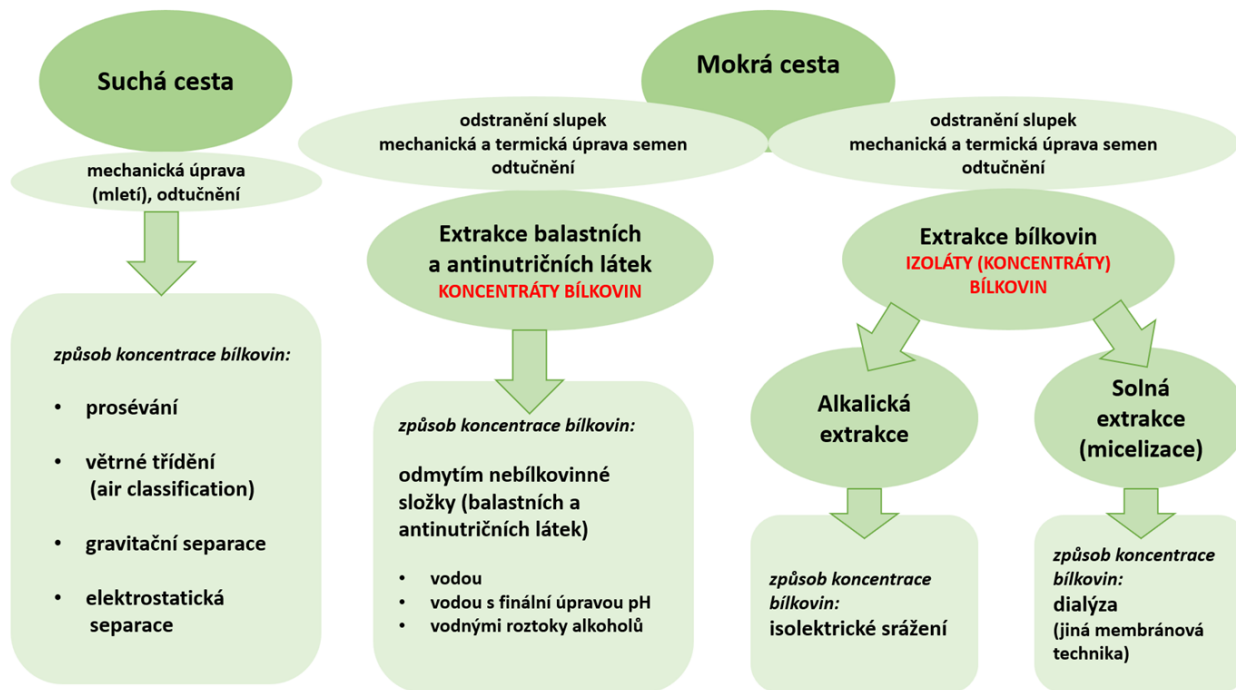
koncentrátů. I u výlisků/extrahovaných šrotů ostatních olejnin je snaha o obdobné zhodnocení. Například v Kanadě jsou z řepkových výlisků již produkovány bílkovinné koncentráty (dokonce s převahou globulinů nebo naopak albuminů) a podobná snaha je i u ostatních druhů v řadě dalších zemí světa (Bárta et al., 2021; Burcon, 2023).

Snaze efektivně využívat zbytky olejnatých semen nahrává současná společensko-ekonomická situace ve světě. Patří k ní nárůst lidské populace a s ní spojená potřeba produkce většího množství bílkovin, produkce rostlinných bílkovin je méně náročná a méně zatěžující pro životní prostředí než produkce bílkovin živočišného původu (stupeň konverze rostlinných bílkovin na živočišné), všeobecná snaha efektivněji a hospodárněji využívat přírodní zdroje a tedy i vedlejší produkty zpracovatelských procesů. K důvodům pro potravinářské využití výlisků olejnin a látek v nich obsažených, patří i výživové trendy, které doporučují zařazení více potravy rostlinného původu do jídelníčku obyvatelstva vyspělých zemí a s ním spojené hledisko zdravotní zaměřené na omezování rizik vzniku civilizačních chorob pestrout a úměrnou dietou (Ancuța, Sonia, 2020; Bárta et al., 2021).

Cílem příspěvku je upozornit na možnost využití výlisků (šrotů) semenných olejnin na přípravu mouk, koncentrátů a izolátů semenných bílkovin a následné využití těchto produktů v přípravě zdraví prospěšných potravinářských výrobků.

MOŽNOSTI TVORBY BÍLKOVINNÝCH PRODUKTŮ Z VÝLISKŮ ČI EXTRAHOVANÝCH ŠROTŮ OLEJNATÝCH SEMEN

Po lisování či extrakci olejů z olejnatých semen mohou být vzniklé výlisky či extrahované šroty využity pro přípravu bílkovinných produktů tří úrovní podle obsahu bílkovin (N x 6,25) – bílkovinné mouky [do 65(50) % NL], koncentráty bílkovin [65(50)–90(80) %] a izoláty bílkovin [obvykle 90(80) % NL]. Existuje několik způsobů přípravy těchto produktů, obecně se dělí podle povahy celého procesu na suchou a mokrou cestu (Bárta et al., 2022), viz obr. 1.



Obrázek 1: Možnosti produkce bílkovinných koncentrátů ze semen olejnin pomocí suché a mokré cesty (převzato z práce Bárta et al., 2022)

Suchá cesta zahrnuje technologicky jednodušší a ekonomicky méně náročné operace vedoucí k produkci zejména bílkovinných mouk a koncentrátů. Jde o využití mechanických pracovních operací či jiných fyzikálních principů k separaci částic dezintegrovaného vstupního materiálu na frakce s vyšším a nižším zastoupením bílkovin. Kromě případného loupání a mletí semen bývá v suché cestě uplatněno hlavně prosévání, někdy i větrné třídění a dále může být využívána gravitační či elektrostatická separace (Murru, Calvo, 2020; Bárta et al., 2021; Bárta et al., 2022).

Mokrá cesta navazuje na suchou cestu a vede obvykle k získání produktů s vyšším obsahem bílkovin (koncentráty a izoláty bílkovin), což je však technologicky a ekonomicky náročnější. Jak napovídá název, jde o operace spojené s „namočením“ vstupního materiálu, takže musí být finální produkt sušen, což zvyšuje ekonomickou náročnost celého procesu. Klíčovou operací jsou extrakce (viz obr. 1) a to buď „jen“ doprovodných látek – v případě, že je samotný obsah bílkovin dostatečně vysoký a postačuje odstranit jen část doprovodných látek – anebo přímo bílkovin. Při extrakci bílkovin je nejčastěji využívána alkalická extrakce (většina bílkovin olejnatých semen jsou bílkoviny dobře rozpustné v alkalickém prostředí), po které obvykle následuje isoelektrické srážení vyextrahovaných bílkovin. Alternativně mohou být bílkoviny extrahovány také pomocí solných roztoků (např. roztokem NaCl s koncentrací obvykle $\leq 0,5$ mol/L) s následnou izolací bílkovin pomocí membránových technik např. využitím dialýzy, kdy je zároveň možné separovat frakci bohatou na globuliny od frakce bohaté na albuminy (Hadnađev et al., 2017; Bárta et al., 2021; Bárta et al., 2022).

UPLATNĚNÍ BÍLKOVINNÝCH PRODUKTŮ Z OLEJNATÝCH SEMEN V POTRAVINÁŘSKÝCH APLIKACÍCH

Z výlisků a extrahovaných šrotů lze získat bílkovinné mouky, koncentráty i izoláty, jejichž následným zpracováním lze vytvořit řadu dalších produktů. Využití bílkovinných produktů je však u jednotlivých druhů olejnin na rozdílné úrovni v závislosti na rozsahu výše jejich produkce. U majoritních hojně pěstovaných druhů jako jsou sója, řepka či slunečnice jsou komerčně k dispozici nejen bílkovinné mouky, ale také koncentráty či izoláty bílkovin. U minoritních druhů jsou pro praktické

potravinářské využití k dispozici hlavně mouky, koncentráty a izoláty jsou u těchto druhů produkovány spíše jen experimentálně pro studium jejich funkčních vlastností, jako jsou rozpustnost, schopnost vázat vodu a tuk, schopnost vytvářet stabilní gely a pěny, emulgační aktivita a stabilita získaných emulzí, vizkoelastické vlastnosti a další charakteristiky (Moure et al., 2006; Bárta et al., 2021). Bochkarev et al. (2016) ve své práci dělí mouky z výlisků olejnin podle jejich charakteristik na tři skupiny využitelnosti: a) produkty s převahou bílkovin a tuku (zbytkového), které mohou být využitelné pro produkci majonéz, mléčných a zeleninových výrobků, b) produkty s převahou bílkovin a sacharidů, které jsou doporučovány pro mléčné, zeleninové, masové, cereální (pekařské) a cukrářské výrobky a pro produkci koncentrátů a c) produkty s převahou bílkovin a vlákniny, které jsou vhodné pro pekařské a moučné cukrářské výrobky.

Tabulka 1: Příklady možností využití bílkovinných produktů jako surovin do potravinářských výrobků (převzato z práce Bárta et al., 2021)

Skupina výrobků	KS	LS	OM	ŘO	SL	SR	TO
Pekařské výrobky	MKP	M	M	KI	MKI	MK	M
Masné výrobky	M			KI	MKIT	K	M
Mléčné výrobky	P		M	I	MKI		M
Kojenecká výživa a diety	MKIP				MKI	K	
Náhrada vajec				KI			H
Extrudované výrobky a tyčinky	M	M				K	
Dresinky, omáčky, polévky		M		IPH	KI		
Nápoje	MI			I	K		

SL – sója luštěnatá, ŘO – řepka olejka, SR – slunečnice roční, LS – len setý, KS – konopí seté, TO – tykev olejná, OM – ostropestřec mariánský; M – mouky, K – bílkovinné koncentráty, I – bílkovinné izoláty, P – bílkoviny příslušného druhu obecně, H – hydrolyzát bílkovin příslušného druhu, T – texturované bílkoviny

KS: Wang and Xiong (2019)

OM: Bochkarev et al. (2016); Jandlova et al. (2018)

TO: Bochkarev et al. (2016); Popovic et al. (2013)

ŘO: Wanasundara et al. (2016); Day (2013)

LS: Kaur et al. (2018)

SL: Singh et al. (2008); Day (2013)

SR: Murru, Calvo (2020)

Příklady uplatnění bílkovinných produktů odvozených z výlisků či extrahovaných šrotů semen olejnin pro skupiny potravinářských výrobků jsou shrnuty v tabulce 1.

Z přehledu je patrné, že nejvyšší potenciál uplatnění je u pekařských (chleby, běžné pečivo, jemné pečivo aj.), masných (zejména výrobky z mletého masa) a mléčných (jogurty, sýry, různé krémy a pomazánky) výrobků (Bárta et al., 2021).

ZÁVĚR

Bílkovinné produkty získané z výlisků či extrahovaných šrotů mohou být využity nejen jako krmiva, ale i jako významný zdroj rostlinných bílkovin pro výživu lidí prostřednictvím připravených potravin. Potravinářským výrobkům mohou bílkovinné produkty olejnin přinést nejen obohacení o kvalitní rostlinné bílkoviny, vlákninu či esenciální mastné kyseliny zbytkového tuku, ale také přírodní antioxidanty a jiné významné látky. Významný může být též přínos v podobě zlepšení funkčních vlastností finálních výrobků jako jsou vazba vody a tuku, schopnost tvorby gelů a rovněž emulgační aktivita. Na druhé straně je potřeba věnovat pozornost sledování přítomných antinutričních faktorů a případné mikrobiální kontaminaci, která s sebou může nést riziko výskytu toxických sekundárních metabolitů.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou výzkumného projektu NAZV č. QK1910302.

LITERATURA

Ancuța, P., Sonia, A. (2020): Oil Press-Cakes and Meals Valorization through Circular Economy Approaches: A Review. *Applied Sciences*, 10: 7432.

Bárta, J., Bártová, V., Jarošová, M., Švajner, J. (2021): Bílkoviny výlisků olejnin, jejich izolace a možnosti uplatnění. *Chemické Listy*, 115: 472–480.

Bárta, J. et al. (2022): Optimalizované postupy a metody zpracování semen vybraných minoritních olejnin na olej a zušlechťené výrobky z výlisků. Certifikovaná metodika. *Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice*, 93 p. ISBN 978-80-7394-955-6.

Bochkarev, M. S., Egorova, E., Reznichenko, I., Yu., V. M., Poznyakovskiy, V. M. (2016): Reasons for the ways of using oilcakes in food industry. *Foods and Raw Materials* 4: 4–12.

Burcon (2023): Canola Proteins. Dostupné on line: <https://burcon.ca/products/canola-proteins/> (2023-02-16).

Day, L. (2013): Proteins from land plants – potential resources for human nutrition and food security. *Trends in Food Science and Technology* 32: 25–42.

Hadnađev, M. S., Dapčević Hadnađev, T. R., Pojić, M. M., Šarić, B. M., Mišan, A. Č., Jovanov, P. T., Sakač, M. B. (2017): Progress in vegetable proteins isolation techniques: a review. *Food and Feed Research* 44: 11–21.

Jandlova, M., Kumbar, V., Jarosova, A., Pytel, R., Nedomova, S., Ondrusikova, S. (2018): Sensory evaluation of yoghurt with addition of baobab powder, milk thistle flour, cricket flour, chia flour. *PROCEEDINGS OF 25TH INTERNATIONAL PHD STUDENTS CONFERENCE (MENDELNET 2018)*. 285–289.

Kaur, P, Waghmare, R, Kumar, V, Rasan,e P, Kaur, S, Gat, Y. 2018. Recent advances in utilization of flaxseed as potential source for value addition. *OCL* 25(3): A304.

Moure, A., Sineiro, J., Domínguez, H., Parajo, J. C. (2006): Functionality of oilseed protein products: A review. *Food Research International* 39: 945–963.

Murru, M., Calvo, C. L. (2020): Sunflower protein enrichment. Methods and potential applications. *Oilseeds and fats, Crops and Lipids*, 27: 17.

Nehmeh, M., Rodriguez-Donis, I., Cavaco-Soares, A., Evon, P., Gerbaud, V., Thiebaud-Roux, S. (2022): Bio-Refinery of Oilseeds: Oil Extraction, Secondary Metabolites Separation towards Protein Meal Valorisation—A Review. *Processes*, 10: 841.

Popović, L., Peričin, D., Vaštag, Ž., Popović, S., Krimer, V., Torbica, A. (2013): Antioxidative and Functional Properties of Pumpkin Oil Cake Globulin Hydrolysates. J Am Oil Chem Soc: 90:1157–1165.

Singh, P., Kumar, R., Sabapathy, S. N., Bawa, A. S. (2008): Functional and edible uses of soy protein products. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 7: 14–28.

Wanasundara, J. P. D., McIntosh, T. C., Perera, S. P., Withana-Gamage, T. S. (2016): Canola/rapeseed protein functionality and nutrition. Oilseed and fats Crops and Lipids 23(4): D407.

Wang, Q., Xiong, Y. L. (2019): Processing, Nutrition, and Functionality of Hempseed Protein: A Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 18: 936–952.

Kontaktní adresa: doc. Ing. Jan Bárta, Ph.D., Katedra rostlinné výroby, Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Na Sádkách 1780, 370 05 České Budějovice, Česká republika, e-mail: barta@fzt.jcu.cz

VÝZKUM A VÝVOJ V OBLASTI VÝROBY ČOKOLÁDOVÝCH CUKROVINEK

RESEARCH AND DEVELOPMENT IN THE FIELD OF CHOCOLATE CONFECTIONERY PRODUCTION

Luděk Hřivna¹ – Veronika Kouřilová¹ – Renata Dufková¹

¹Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, MENDELU,
Zemědělská 1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

V současnosti patří čokoláda a čokoládové cukrovinky k významným obchodním artiklům. Z pohledu základního rozlišení rozeznáváme dle složení tabulkovou čokoládu hořkou, mléčnou a bílou. K dalším výrobkům patří čokoládové figurky a také bonbony. Za významně odlišnou můžeme považovat ruby čokoládu, která vzniká specifickou fermentací a úpravou kakaových bobů. Na ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně se věnuje hodnocení kvality čokolády a možnostem jejího ovlivnění velká pozornost. U čokoládových výrobků se primárně hodnotí jejich senzorycké vlastnosti, instrumentálně pak barva, textura i vlastnosti čokoládových hmot po jejich postupném nahřívání, kde je sledována řada fyzikálních charakteristik. Významnou oblastí je mimo jiné i testování tzv. retemperace již vyrobených čokoládových výrobků s cílem zajištění lepší skladovatelnosti, což se realizuje v různých teplotních režimech a světelných podmínkách. Cílem těchto testování je zajistit dostatečnou stabilitu čokoládových výrobků a omezit vznik vad jako je obávaný tukový a cukerný výkvět. Další oblastí je tvorba nových výrobků, hédonicky přijatelných pro konzumenty. Velký prostor je u čokoládových bonbonů, a to nejenom z pohledu tvorby nových receptur, ale i hodnocení vlastností náplně a její interakce s čokoládovým obalem, tj. dutinkou.

Klíčová slova: kvalita čokolády, vady čokolády, hodnocení, senzorycká a instrumentální analýza

ABSTRACT

Presently, chocolate and chocolate confectionery are among the most important commercial items. In terms of basic differentiation, we recognize dark, milk and white

chocolate according to their composition. Other products include chocolate figurines and also pralines. Ruby chocolate, which is created by other fermenting and treating cocoa beans, is significantly different. At the Department of Food Technology at Mendel University in Brno, much attention is paid to the evaluation of chocolate quality and the possibilities of influencing it. Chocolate products are primarily evaluated for their sensory properties, and instrumentally for colour, texture and properties of chocolate masses after their gradual heating, where a number of physical characteristics are monitored. An important area is, among other things, the testing of the retemperation of already manufactured chocolate products to ensure better shelf life, which is carried out in different temperature regimes and lighting conditions. The aim of these tests is to ensure that chocolate products are stable enough to reduce defects such as the feared fat and sugar bloom. Another area is the creation of new products that are hedonically acceptable for consumers. There is a lot of scope for chocolate pralines, not only in terms of creating new recipes, but also evaluating the properties of the filling and its interaction with the chocolate shell.

Keywords: chocolate quality, chocolate defects, evaluation, sensory and instrumental analysis

ÚVOD

Čokoláda je kompozitní matrice složená z tuku (hlavně kakaového), jako kontinuální fáze, s kakaovou hmotou, cukrem a kakaovým práškem případně dalšími složkami jako částicemi plniva. Tuková fáze je tvořena z nasycených a nenasyčených mastných kyselin, jako je kyselina stearová, kyselina palmitová a kyselina olejová, případně linolová, které tvoří s glycerolem kakaové máslo (Čopíková, 2015).

V portfoliu výrobků tvoří významnou skupinu tabulkové čokolády. Z pohledu složení rozlišuje česká legislativa dle Vyhlášky č. 76/2003 Sb. tři základní druhy, a to čokoládu bílou, mléčnou a hořkou. K dalším pak patří family mléčná čokoláda, Chocolate a la taza a Chocolate familiar a la taza. U všech těchto výrobků je přesně definován podíl kakaového másla, stanoven obsah tukuprosté a celkové kakaové sušiny, mléčného

a celkového tuku a mléčné sušiny, případně pro poslední dva druhy obsah mouky nebo škrobu. To ale neznamená, že je tím naplněna stávající nabídka tabulkových čokolád. Můžeme se setkat např. s extra hořkou čokoládou, speciální ruby čokoládou, čokoládami s přidavkem různých druhů ořechů, semen olejnin, sušeného ovoce apod. Výrobci se snaží přinášet na trh stále nové výrobky, které mají své specifické vlastnosti ovlivněné zastoupením jednotlivých složek, ze kterých jsou vytvořeny, což může přinášet komplikace spojené s jejich hygienickou jakostí ale především jejich udržitelností a trvanlivostí.

Z pohledu jejich trvanlivosti a celkové stability je podstatné jejich složení, především obsah základních složek a jejich poměr, klíčová je technologie výroby, dodržování základních postupů a nastavených parametrů. U tabulkových čokolád je pro jejich stabilitu a trvanlivost nezbytná správně provedená temperace čokoládové hmoty, která rozhoduje nejenom o jejich senzorických vlastnostech, které se projeví především v dosažení dobré kontrakce po vychlazení, což umožní její lepší vyklepnutí z formy, ale také má vliv na texturní vlastnosti a lesk čokolády. Temperace zajistí krystalizaci polymorfního kakaového másla ve stabilní β - V modifikaci krystalů, což se významně projeví v odolnosti čokolády vůči teplotním změnám a zvýší její stabilitu (Afoakwa, 2014). Temperace je klíčová i z pohledu zvýšení odolnosti čokolády vůči tukovému výkvětu, který je společně s cukerným výkvětem, způsobený defekty při jejím skladování, nejvýznamnějším problémem spojeným s výrobou a skladováním čokolády.

Tukový výkvět je nejčastějším defektem čokolády. Je způsobený migrací tuku na povrch výrobku. Migrace tuku také urychluje další nežádoucí změny v čokoládě, jako je měknutí čokolády. Měknutí je způsobené rozpouštěním triacylglycerolů v matici kakaového másla. Je způsoben nežádoucím táním stabilní krystalové β - V modifikace (přechod od polymorfu β - V k polymorfu β - VI formy krystalů), které pak snižují prodejnost čokoládových výrobků. Migraci olejů v čokoládě ovlivňuje několik faktorů, z nichž nejvýznamnější jsou teplotní výkyvy při manipulaci a skladování a vystavení vysokým teplotám. Mezi další faktory patří fyzikální vlastnosti matrice, jako je

mikrostruktura, přítomnost puklin nebo pórů, velikost částic netukových složek (kakao, mléko, mléčné výrobky), množství tuku v matrici a jeho kvalita, snášenlivost kakaového másla s jinými tuky a oleji (Afoakwa et al., 2009; Ali et al., 2001; Ghosh et al., 2002; Maleky et al., 2012; Marty, Marangoni, 2009; Miquel et al., 2001; Sonwai, Rousseau, 2010). Působením různých druhů tuků v čokoládové hmotě a jejich následné migraci se věnoval Ramel a Marangoni (2017), kteří prokázali, že s růstem viskozity tuku klesá i jeho migrace. To má samozřejmě významný vliv i na trvanlivost čokolády. V České republice je z pohledu složení stabilita čokolád zajištěna také omezením fortifikace kakaového másla tukovými náhražkami. Jejich podíl je limitován úrovní max. 5 %. Přitom z tukových náhražek jsou používány ekvivalenty kakaového másla, které se izolují frakcionací z tuků, jako jsou shea, illipe, palmový olej, sal, olej z jader manga a kokum gurgi. Tyto ekvivalenty kakaového másla jsou povoleny legislativou Evropské unie a České republiky, mají stejné složení a stejné fyzikální vlastnosti jako kakaové máslo a při jejich získávání se nepovolují žádné chemické úpravy tuků, jako jsou hydrogenace a přesterifikace (Čopíková, 2015).

Větším problémem jsou z pohledu migrace tuků a vzniku tukového výkvětu náplně, jimiž mohou být čokolády plněny. Z pohledu poměru mezi náplní a čokoládovým obalem, tj. tzv. dutinkou, jsou ještě náchylnější čokoládové bonbony, u kterých náplň tvoří zpravidla významnější podíl. Platí zde, že celkový obsah čokolády musí být nejméně 25 % celkové hmotnosti výrobku, zbytek může být tvořen náplní. Zpravidla je to tak, že náplň tvoří cca 50 % hmotnosti výrobku.

V čokoládových cukrovinkách plněných tukovou složkou jako je arašídové máslo, laurové (tvrdé máslo) a nelaurové, mají lipidy s nízkým bodem tání tendenci migrovat do čokolády. Tato migrace může způsobit, že se čokoláda stane lepkavou, naopak náplň tuhne a stává se tvrdou. Na povrchu výrobku pak můžeme pozorovat typické tukové výkvěty, které snižují senzorickou přijatelnost výrobků (Ali et al., 2001). Migrace tuků může při pokojové teplotě probíhat značnou rychlostí (17 ± 23 °C) a s rostoucí teplotou se zrychluje (Wootton et al., 1970; Wacquez, 1975). Migraci tuků v čokoládě prokázal Talbot (1996) aj.

Při výrobě čokolády a čokoládových bonbonů je tedy nezbytné věnovat zvýšenou pozornost samotné přípravě čokoládové hmoty, provést její zušlechtnění spočívající v dosažení vysoké homogenity jednotlivých složek a jejich zjemnění časově odpovídajícím procesem konšování. Následně pak provést temperaci, kde temperační křivka odpovídá recepturnímu složení čokoládové hmoty. Správné chlazení s odpovídajícím teplotním režimem při balení pak provést tak, aby nedocházelo k orosení výrobků a cukernému výkvětu. U výrobků v procesu temperace a následně i po ní probíhá krystalizace kakaového másla ve stabilní β - V modifikaci. Toho lze využít při tzv. retemperaci, kdy jsou výrobky skladovány po dobu 24 hod při teplotě cca 23–24 °C. Vliv tohoto zásahu může příznivě ovlivnit texturní vlastnosti čokolád i jejich skladovatelnost a odolnost vůči tukovému výkvětu (Hřivna et al., 2021).

Z pohledu dalšího uchování jsou rozhodující podmínky skladování, především teplota. Z výsledků pokusů prováděných na Mendelově univerzitě v Brně je zřejmé, že odolnost a stabilita čokolád i čokoládových bonbonů úzce koreluje se složením čokoládové hmoty, kvalitou její temperace a případnou retemperací již hotového výrobku. Dále se pak projevuje vliv náplně, kde je limitující nejenom zastoupení jednotlivých tuků a olejů, ale také obsah dalších složek. Nejméně stabilní jsou náplně s podílem smetany s vysokým obsahem tuku, naopak jako poměrně stabilní můžeme vyhodnotit náplně s vysokým podílem čokoládové hmoty v náplni. Je testována i stabilita u alkoholových náplní, uplatnění silic z přidaného koření či bylinných extraktů.

Platí, že kvalita čokolád a čokoládových bonbonů je spojena nejenom s jejich stabilitou a uchovatelností, rozhodující je především senzorická přijatelnost výrobků. Tvorba nových receptur s vysokou hédonickou kvalitou je cílem mnoha již hotových nebo momentálně vznikajících bakalářských a diplomových prací. Významná pozornost je směřována k tvorbě čokoládových výrobků s vyšší přidanou hodnotou a výrobě funkčních čokoládových cukrovinek. Prozatím bylo zpracováno 11 závěrečných prací a v současnosti jsou 4 rozpracovány.

LITERATURA

Afoakwa, E. O. (2014): Cocoa production and processing technology. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-1-4665-9823-2.

Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., Vieira, J. (2009): Fat bloom development and structure-appearance relationships during storage of under-tempered darkchocolates. *Journal of Food Engineering*, 91: 571–581.

Ali, A., Selamat, J., Che Man, Y. B., Suria A. M. (2001): Effect of storage temperature on texture, polymorphic structure, bloom formation and sensory attributes of filled dark chocolate. *Food Chemistry*, 72: 491–497.

Čopíková, J. (2015): Jak poznáme kvalitu? ČOKOLÁDA, KAKAO A VÝROBKY Z NICH. [online]. [cit. 2023-09-02]. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z. ú. a Potravinářská komora ČR v rámci priorit České technologické platformy pro potraviny. Dostupné z: <https://www.konzument.cz/users/publications/4-publikace/164-cokolada-kakao-a-vyrobky-z-nich.pdf>

Ghosh, V., Ziegler, G. R., Anantheswaran, R. C. (2002): Fat, moisture, and ethanol migration through chocolates and confectionary coatings. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42: 583–626.

Hřivna, L., Machálková, L., Burešová, I., Nedomová, Š., Gregor, T. (2021): Texture, color, and sensory changes occurring in chocolate bars with filling during storage. *Food Science & Nutrition*, 9: 1–11.

Maleky, F., McCarthy, K. L., McCarthy, M. J., Marangoni, A. G. (2012): Effect of cocoa butter structure on oil migration. *Journal of Food Science*, 77: 74–79.

Marty, S., Marangoni, A. G. (2009): Effects of cocoa butter origin, tempering procedure, and structure on oil migration kinetics. *Crystal Growth & Design*, 9: 4415–4423.

Miquel, M. E., Carli, S., Couzens, P. J., Wille, H. J., Hall, L. D. (2001): Kinetics of themigration of lipids in composite chocolate measured by magnetic resonance imaging. *Food Research International*, 34: 773–781.

Ramel, P. R., Marangoni, A. G. (2017): Effect of oil vscosity on oil migration in a two-phase model system (cream-filled chocolate). *LWT – Food Science and Technology*, 84: 740–745.

Sonwai, S., Rousseau, D. (2010): Controlling fat bloom formation in chocolate -impact of milk fat on microstructure and fat phase crystallisation. *Food Chemistry*, 119: 286–297.

Talbot, G. (1996): The „washer test“ - A method for monitoring fat migration. *Manufacturing Confectionery*, 9: 87–90.

Vyhláška č. 76/2003 Sb. ze dne 6. března o stanovení požadavků pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. [online]. [cit. 2023-09-02]. Sbírka zákonů České republiky. 27. 3. 2003, částka 32. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-76>

Wacquez, J. (1975): Fat Migration into enrobing chocolate. *Manufacturing Confectionery*, 55: 19–23.

Wootton, M., Weeden, D., Munk, N. (1970): Mechanism of fat migration in chocolate enrobed goods. *Chemical Industry*, 32: 1052–1053.

Kontaktní adresa: prof. Dr. Ing. Luděk Hřivna, Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: ludek.hrivna@mendelu.cz

NUTRI-SCORE A JEHO VPLYV NA SPOTREBITEĽOV

NUTRI-SCORE AND ITS IMPACT ON CONSUMERS

Jozef Golian¹ – Tomáš Vlčko¹ – Silvia Jakabová¹ – Lucia Benešová¹

¹Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 94976 Nitra

ABSTRAKT

Základná myšlienka Nutri-Score je jednoduchá: previesť nezrozumiteľné a často nečitateľné údaje z tabuľky výživového zloženia, ktorá sa nachádza na zadnej strane obalov (výživové údaje, ktoré sa stali povinnými na základe európskeho nariadenia odhlasovaného v roku 2011), na jednoduché a zrozumiteľné označenie na prednej strane obalov. Jeho cieľom je ponúknuť spotrebiteľom transparentnosť celkovej výživovej kvality balených potravín, ktorá im umožní počas niekoľkých sekúnd nákupu rozpoznať a porovnať výživovú kvalitu potravín a nasmerovať ich výber k lepším alternatívam. Nutri-Score je postupné označovanie piatimi kategóriami, ktoré umožňuje relatívne informovať o tom, že v závislosti od farby/písmena je celkové nutričné zloženie viac alebo menej nutrične priaznivé, čo uľahčuje porovnávanie výživovej hodnoty rôznych potravín. Toto porovnávanie potravín má však význam len vtedy, ak ide o potraviny, ktoré spotrebiteľ potrebuje porovnať v reálnych situáciách pri nákupe alebo konzumácii.

Kľúčové slová: výživové údaje, označovanie potravín

ABSTRACT

The basic idea of the Nutri-Score is simple: to translate the unintelligible and often unreadable data of the nutrition composition table located on the back of packs (the nutrition declaration made mandatory by a European regulation voted in 2011) to a synthetic label easily visible and interpretable on the front of packs, for all to understand. Its purpose is to offer consumers transparency on the overall nutritional quality of prepack-aged foods, allowing them, within the few seconds of the purchase act, to recognize and compare the nutritional quality of foods and guide their choices towards better alternatives. The Nutri-Score is a gradual label with five categories which

makes it possible to provide information in relative terms on the fact that, depending on the colour/letter, the overall nutritional composition is more or less nutritionally favourable, thus facilitating comparisons of nutritional value across different foods. However, this comparison between foods is only of interest if it concerns foods that the consumer needs to compare in real-life situations during purchase or consumption.

Keywords: nutrition facts, food labelling

ÚVOD

Legislatíva označovania potravín sa stanovuje na národnej a európskej úrovni. Národná legislatíva je špecifická v každom štáte a zaoberá sa konkrétnymi požiadavkami. Naopak európska legislatíva sa týka označovania potravín vo všetkých štátoch Európskej únie (EÚ). Niektoré európske predpisy sa čiastočne premietajú aj do národnej legislatívy. Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1169/2011 o poskytovaní informácií o potravinách spotrebiteľom sa týka požiadaviek a povinností v oblasti informácií uvedených na potravinách, ktoré musia spĺňať definovanú veľkosť písma. Toto nariadenie ukladá výrobcovi povinnosť uvádzať na všetky obaly potravín EÚ výživové údaje. Povinne musia byť uvedené informácie o energetickej hodnote, množstve tukov, nasýtených tukov, sacharidov, cukrov, bielkovín a soli na 100 g alebo 100 ml výrobku. Najčastejšie sú zobrazené v tabuľke alebo v riadku vedľa seba.

Podľa Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1169/2011 môžu byť najdôležitejšie informácie zo zadnej strany obalu potravín dobrovoľne uvedené aj na prednej strane obalu, aby boli pre spotrebiteľov lepšie viditeľné (Nariadenie EP a R 1169/2011). Na tento účel sa používajú rôzne systémy označovania potravín na prednej strane obalu, ktoré môžu byť zobrazené v grafickej podobe alebo ako symbol (Storcksdieck, et al., 2020). Označovanie potravín na prednej strane obalu je teda nepovinné. Je možné ho dobrovoľne používať, ale informácie uvedené na obale potravín nesmú byť zavádzajúce alebo chybné (Dereň, et al., 2021). Kvôli jeho dobrovoľnosti možno nájsť v rôznych krajinách odlišné typy log na prednej strane obalu pri potravinách (Gabor, et al., 2020). Tiež sa objavujú obavy, že sa v prípade

dobrovoľného nutričného označovania niektoré štáty EÚ nezúčastnia, preto je potrebné zaviesť povinný celoeurópsky prístup (Nutri-Score could become EU's front-of-pack nutrition labelling scheme if underlying algorithm is revised, 2022).

Podľa European heart network (EHN) by mala EÚ povinne prijať systém označovania potravín s cieľom podpory kardiovaskulárneho zdravia. V prípade dobrovoľného označovania býva totiž často problém s mierou pokrytia potravín nutričným označovaním. Pre maximalizáciu ich vplyvu je dôležité, aby systémy označovania front-of-package (FOP) dosahovali vysokú mieru pokrytia potravín a nápojov na trhu (Nutri-Score could become EU's front-of-pack nutrition labelling scheme if underlying algorithm is revised, 2022). Príkladom môže byť Austrália, kde bol systém hodnotenia pomocou hviezdíček 3 roky po zavedení prítomný iba na 28 % výrobkov, na Novom Zélande bol po štyroch rokoch prítomný u 21 % výrobkov (Building momentum: lessons on implementing a robust front-of-pack food label, 2021). Z dôvodu nízkeho využitia týchto systémov vyvstávajú otázky, či by nebolo vhodné ich v Austrálii a na Novom Zélande zaviesť povinne. V Belgicku sa Nutri-Score pol roka po jeho zavedení nachádzalo asi na 10 % výrobkov a viac ako polovica z nich patrila do zelených kategórií označených Nutri-Score A, B a iba 26 % malo označovanie D, E (Vandevijvere, et al., 2020). Dobrovoľné označovanie potravín teda obmedzuje účinnosť týchto označovaní.

OZNAČOVANIE POTRAVÍN NA PREDNEJ STRANE OBALU

Nutričné označovanie potravín na prednej strane obalu je informácia uvedená v „hlavnom zornom poli“ spotrebiteľov. Táto etiketa opakuje číselné údaje zo zadnej strany obalu, alebo celkovo zhrňa nutričnú hodnotu danej potraviny, eventuálne sa používa len pri výrobkoch spĺňajúcich určité kritériá. Jej cieľom je informovať zákazníkov o nutričnej hodnote a výživovom prínose daného výrobku jednoduchšou a zrozumiteľnejšou formou.

Prvé logá sa na prednej strane obalu pri potravinách začali objavovať už v 80. rokoch minulého storočia. Najskôr sa objavil spôsob označovania Keyhole vo Švédsku

a Dánsku. Toto logo má podobu kľúčovej dierky a potraviny ním označené obsahujú viac priaznivých alebo menej nepriaznivých zložiek v porovnaní s potravinami rovnakého typu, ktoré toto logo nemajú. Nasledovalo Holandsko s logom Choices a Spojené kráľovstvo so semaformi. Výrobok musí byť v súlade s kritériami danej skupiny výrobkov, do ktorej spadá. Toto logo sa ale nachádza iba na niektorých potravinách, a preto ho nemožno porovnávať s logami, ktoré sa nachádzajú na všetkých potravinách.

Neskôr organizácia Food Drink Europe vyvinula odporúčané denné množstvo (GDA) (Label: History: Nutrition label, 2022) Neskôr sa začal používať systém hodnotenia pomocou hviezdíčiek v Austrálii a na Novom Zélande a v roku 2016 zaviedlo Čile varovné označovanie „bohaté na“, ktoré sa zobrazuje pre každú živinu, ktorej obsah je v potravine vysoký. V roku 2017 sa začal vo Francúzsku využívať systém Nutri-Score (Storcksdieck, et al., 2020, Chantal, et al., 2017). Jednotlivé systémy nutričného označovania na obaloch potravín začali postupne používať aj ďalšie štáty.

Kľúčovým aspektom na zníženie hmotnosti a na propagáciu zdravších stravovacích zvyklostí u spotrebiteľov je správny výber potravín (Santos, et al., 2020). Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie je označovanie potravín na prednej strane obalu vhodným prostriedkom na zníženie ochorení súvisiacich s výživou (Building momentum: lessons on implementing a robust front-of-pack food label, 2021). Zjednodušené označovanie potravín spotrebiteľa rýchlo informuje, čo potraviny obsahujú a môže im pomôcť pri rozhodovaní, ktorú z potravín kúpiť. Podľa výskumu sú nutričné označovanie na prednej strane obalu uprednostňované pred informáciami o výživovej hodnote na zadnej strane obalu a to kvôli tomu, že je u nich väčšia pravdepodobnosť, že si ich spotrebiteľia všimnú (Nutri-Score could become EU's front-of-pack nutrition labelling scheme if under-lying algorithm is revised, 2022). Tiež štúdie sledujúce pohyb očí spotrebiteľov v obchode ukazuje, že boli logá na prednej strane oveľa viac vnímané ako logá na zadnej strane (Folkvord, et al., 2021).

Štúdiá vykonaná v desiatich európskych štátoch uvádza, že existuje priama závislosť medzi konzumáciou potravín so zlou nutričnou kvalitou a zvýšenou úmrtnosťou na iné ako vonkajšie príčiny (tzn. bez nehôd, vrážd, úrazov atď.) (Deschasaux, et al., 2020). EHN poukazuje na súvislosť medzi nutričným označovaním a „zdravším“ stravovaním. Štúdiá vykonaná v 60 supermarketoch vo Francúzsku ukazuje, že nutričné označovanie na potravinách malo pozitívny vplyv na nutričné zloženie nakupovaných potravín (Nutri-Score could become EU's front-of-pack nutrition labelling scheme if under-lying algorithm is revised, 2022).

Označovanie potravín na prednej strane obalu je okrem iného tiež dôležité u detí a dospelajúcich, ktorí sú častejšie ovplyvňované reklamou ako dospelá populácia (Dereň, et al., 2021). Častejší výskyt obezity u detí má vplyv na ich dĺžku a kvalitu života. Je u nich viac pravdepodobný výskyt *diabetes mellitus* 2. typu, kardio-vaskulárnych a nádorových ochorení v dospelom veku. Preto je nevyhnutné zamerať sa na zvýšenie informovanosti a zlepšenie stravovacích návykov najmä u dospelých jedincov (Dereň, et al., 2021). Dostatočne edukovaní rodičia môžu vďaka správnym stravovacím návykom predísť výskytu nadváhy a obezity u svojich detí (Gabor, et al., 2020).

TYPY NUTRIČNÉHO OZNAČOVANIA

Existuje mnoho typov nutričného označovania na prednej strane obalu u potravín (Nutri-Score could become EU's front-of-pack nutrition labelling scheme if under-lying algorithm is revised, 2022). Odlišujú sa tým, či sú zavedené na dobrovoľnej alebo povinnej báze, rozsahom zahrnutých živín a tiež uvedeným množstvom živín na porciu, 100 g alebo 100 ml. Z tohto dôvodu sú jednotlivé systémy nutričného označovania vzájomne ťažko porovnateľné. Mnoho organizácií odporúča zaviesť niektorý zo systémov nutričného označovania, aj keď nie je odporúčaný žiadny konkrétny z nich (Building momentum: lessons on implementing a robust front-of-pack food label, 2021). V súčasnej dobe akékoľvek nutričné označovanie potravín dobrovoľne používa 40 % štátov v EÚ a stále viac krajín zvažuje ich prijatie (Egnell, et al., 2018; Dereň, et al., 2021).

Nutričné označovanie delíme podľa toho, aké informácie a akým štýlom ich spotrebiteľom poskytujú. Všeobecne ich delíme na 2 skupiny - na nutričné a súhrnné ukazovatele (Building momentum: lessons on implementing a robust front-of-pack food label, 2021; WHO, 2022)

NUTRIČNÉ UKAZOVATELE

Túto skupinu ďalej delíme na interpretačné a neinterpretačné logá (Building momentum: lessons on implementing a robust front-of-pack food label, 2021).

a) Interpretačné logá

Tieto logá poskytujú nutričné informácie zo zadnej strany obalu pre jednu alebo viac živín. Súčasťou týchto log sú aj odporúčania pre spotrebiteľov. Príkladom sú semaforey a varovné označovania „bohaté na“ (Building momentum: lessons on implementing a robust front-of-pack food label, 2021)

B) Neinterpretačné logá

Neinterpretačné logá poskytujú spotrebiteľom rovnaké informácie, ako tie, čo sa nachádzajú na zadnej strane obalu potraviny. Nehodnotí, akú má daná potravina nutričnú kvalitu, ale len spotrebiteľa informuje o jej nutričnom zložení. Príkladom je GDA, ktorý bol upravený na referenčný príjem živín (Building momentum: lessons on implementing a robust front-of-pack food label, 2021).

SÚHRNNÉ UKAZOVATELE

Súhrnné ukazovatele poskytujú spotrebiteľom informácie na prednej strane obalu v zjednodušenej podobe. Tieto logá zhŕňajú zloženie zo zadnej strany obalu a predkladajú ho spotrebiteľom v podobe jedného formátu. Do tejto skupiny patria logá Choices a Keyhole, ktoré sa nachádzajú pri výrobkoch s vyššou nutričnou kvalitou v porovnaní s výrobkami v rovnakej kategórii, ktoré ho nemajú. Ďalej sem radíme systém Nutri-Score a hodnotenie pomocou hviezdíčiek, ktoré sa nachádzajú pri všetkých výrobkoch (Building momentum: lessons on implementing a robust front-of-pack food label, 2021; WHO, 2022)

Bolo vykonaných mnoho štúdií, ktoré porovnávali vplyv jednotlivých nutričných označení na nákupné správanie spotrebiteľov. Vzhľadom na to, že sú tieto označovania získavané z odlišných živín zo zadnej strany obalu, je ťažké ich medzi sebou hodnotiť.

Štúdia vykonávané v roku 2019 v 12 krajinách sa zaoberala porovnaním rôznych systémov nutričného označovania potravín. Hodnotili sa systémy ako je Nutri-Score, varovné označovanie, semafore, referenčný príjem živín a hodnotenie pomocou hviezdíčiek. Porovnávali sa vždy 3 typy výrobkov z rovnakých potravinových skupín podľa ich nutričnej kvality. Bolo zistené, že k lepšiemu porozumeniu pomáhajú farby a vhodná grafika nutričného označovania. Najlepšie hodnotené bolo Nutri-Score a semafore (Egnell, et al., 2018; Building momentum: lessons on implementing a robust front-of-pack food label, 2021).

V Belgicku bolo porovnávaných 5 rôznych systémov označovania na prednej strane obalu (semafor, Nutri-Score, hodnotenie pomocou hviezdíčiek, GDA, varovné označovanie). U spotrebiteľov sa porovnával výber potravín v súvislosti s ich reakciou na označené potraviny. Medzi odlišnými systémami neboli zistené veľké rozdiely, ale v rámci hodnotenia potravín podľa nutričnej kvality dopadlo najlepšie Nutri-Score, ktoré bolo tiež najrýchlejšie rozlíšené.

Podľa uskutočnených štúdií sú najúčinnnejšie farebné logá, pretože zvyšujú zrozumiteľnosť a pozornosť u spotrebiteľov v porovnaní s logami, ktoré obsahujú iba čísla (Dereň, et al., 2021). Aj na spotrebiteľov s nižším socioekonomickým statusom a nižšími znalosťami o výžive majú logá vplyv (Folkvord, et al., 2021) Podľa týchto zistení sa zdajú byť ľahko rozpoznateľné etikety efektívnejšie ako viac obsiahle etikety bez podrobných údajov (Crosetto, et al., 2022)

Výnimkou bola štúdia vykonaná v Holandsku, kde sa porovnávali systémy Nutri-Score a semafor. Napriek tomu, že u spotrebiteľov viedlo Nutri-Score k zdravšiemu výberu potravín, tak sa ukázalo, že spotrebiteľia preferovali systém semaforov, a to najmä kvôli

väčšiemu množstvu informácií o nutričnej kvalite potravín (The impact of the nutri-score on food choice, 2021)

NUTRI-SCORE

Nutri-Score je nové logo, ktoré sa nachádza na prednej strane obalu pri potravinách, a ktoré klasifikuje potraviny do piatich kategórií na základe farebnej škály (od tmavo zelenej po červenú) a piatich písmen (A–E) (Sarda, et al., 2020). Toto logo je podobné hodnoteniu energetickej triedy spotrebičov a môže byť tak pre spotrebiteľa ľahšie zrozumiteľné.

Výrobky označené písmenami A, B sú výrobky s vysokou výživovou hodnotou, ktoré sa oplatí konzumovať častejšie alebo vo väčšom množstve. Naopak písmená D, E označujú výrobky, ktoré by sa mali jesť menej často alebo v menšom množstve, kvôli väčšiemu obsahu zložiek, ktoré by mali byť v strave obmedzené. Prostredníctvom tohto loga možno ľahko porovnávať potraviny v rámci jednej potravinovej skupiny (Ruprich, Lukašiková, 2020).

Nutri-Score poskytuje spotrebiteľom nutričné informácie v zjednodušenej podobe, pomáha pri výbere potravín, zvyšuje informovanosť zákazníkov a vďaka tomu môže viesť k zlepšeniu zdravotného stavu populácie (Sarda, et al., 2020).

Je ale dôležité spomenúť, že cieľom Nutri-Score nie je rozdeliť potraviny na dobré a zlé, ale sprostredkovať nakupujúcim nutričné informácie zo zadnej časti obalu vo forme spotrebiteľsky prívetivejšieho označovania. Zároveň Nutri-Score nenahrádza výživové odporúčania pre zdravú výživu, tie nás naďalej majú informovať a slúžiť ako pomôcka pre to, čo by sme mali jesť, ako často a v akom pomere (Five Nutri-Score myths busted, 2019). Logo Nutri-Score a výživové odporúčania sa vzájomne dopĺňajú (Hercberg, 2021).

Toto označovanie potravín nemá výhody len pre spotrebiteľov, ale tiež motivuje výrobcov potravín k zmene zloženia produktov a ich presunu do vyššej triedy Nutri-Score. V súčasnej dobe je Nutri-Score podporované väčšinou štátov EU. Používa sa vo Francúzsku, Nemecku, Holandsku, Belgicku, Luxembursku, Španielsku, Švajčiarsku

a Portugalsku, vzhľadom k súčasným nariadeniam EÚ je vo všetkých týchto štátoch prijaté dobrovoľne (Sarda, et al., 2020).

VZNIK NUTRI-SCORE

Nutri-Score bolo navrhnuté v roku 2014 akademickými výskumníkmi vo Francúzsku (Fialon, et al., 2021). Vychádza z Raynerovho skóre schváleného Britskou agentúrou pre potravinové normy (UK FSA) a je validované odbornými štúdiami. Toto skóre je prispôsobené francúzskym podmienkam vďaka Francúzskej rade pre verejné zdravie (Dréano-Trécant, et al., 2020).

Vďaka mnohým štúdiám a odporúčaniam odborníkov bolo Nutri-Score vo Francúzsku prijaté na dobrovoľnej báze v roku 2017 (Fialon, et al., 2021). V mnohých krajinách Európy získalo Nutri-Score hojnú podporu. V Belgicku bolo prijaté v roku 2019 a neskôr ho prijali aj ďalšie štáty ako je Nemecko, Holandsko, Luxembursko, Španielsko, Švajčiarsko a Portugalsko (Nutri-Score could become EU's front-of-pack nutrition labelling scheme if underlying algorithm is revised, 2022)

Od doby svojho vzniku čelí Nutri-Score útokom zo strany poľnohospodársko-potravinárskeho komplexu, ktorí popierajú výsledky štúdií a nesúhlasia s klasifikáciou Nutri-Score (Fialon, et al., 2021).

Podľa EHN treba ešte upraviť algoritmus Nutri-Score. V prípade, že by sa vykonala úprava a prijatie nového algoritmu Nutri-Score, mala by EÚ podľa EHN zvážiť schválenie tohto nutričného označovania. Nový algoritmus Nutri-Score musí vziať do úvahy národné odporúčania založené na skupinách potravín (FBDG), aby sa dosiahlo zmien stravovacích zvyklostí obyvateľov a prispelo tým k zlepšeniu kardiovaskulárneho zdravia (Nutri-Score could become EU's front-of-pack nutrition labelling scheme if underlying algorithm is revised, 2022)

VÝPOČET NUTRI-SCORE

Hodnotu Nutri-Score je možné vypočítať pomocou rovnice tzv. Raynerovho skóre. Informácie uvedené v tomto farebnom formáte sú vypočítané na 100 g alebo 100 ml výrobku či nápoja (Five Nutri-Score myths busted, 2019)

Na základe obsahu výrobku sa stanovia negatívne a pozitívne body. Pozitívne body sa pridelujú za energetickú hodnotu, množstvo nasýtených tukov, cukrov a sodíka a negatívne body za prítomnosť ovocia, zeleniny, strukovín, orechov, ďalej za množstvo bielkovín a vlákniny (Herberg, et al., 2021).

POZITÍVNE BODY

Podľa obsahu „nepriaznivých“ zložiek „N“ (energetickej hodnoty, množstva cukrov, nasýtených tukov a sodíka) sa danému výrobku či nápoju pridelia pozitívne body od 0–10 bodov. Súčet pozitívnych bodov môže byť maximálne +40 (Ruprich, Lukašiková, 2020).

NEGATÍVNE BODY

Podľa množstva „priaznivých“ zložiek „P“ (bielkovín, vlákniny, podielu ovocia, zeleniny, strukovín a orechov) sa danému výrobku či nápoju pridelia negatívne body od 0–5 bodov. Maximálny súčet negatívnych bodov môže byť -15 (Sørensen, et al., 2012; Ruprich, Lukašiková, 2020). Výpočet Raynerovho skóre a klasifikácia Nutri-Score Posledným krokom k výpočtu Nutri-Score je výpočet Raynerovho skóre. Od získaných pozitívnych bodov (nepriaznivých zložiek) sa odpočítajú negatívne body (priaznivé zložky). Výsledná hodnota Nutri-Score sa teda pohybuje medzi -15 až +40 bodmi. Ak je výsledný počet bodov zložky N nižší ako 11, výživové skóre sa rovná celkovému počtu bodov zložky N, od ktorého sa odpočíta celkový počet bodov zložky P. Ak je ale súčet bodov zložky N vyšší alebo rovný 11 a: - ak je celkový počet bodov za „ovocie a zeleninu“ vyšší alebo rovný 5, je výživové skóre rovné celkovému počtu bodov zložky N, od ktorého sa odpočíta celkový počet bodov za zložku P. - ak je celkový počet bodov za „ovocie a zeleninu“ nižší ako 5, je výživové skóre rovné celkovému počtu bodov zložky N, od ktorého sa odpočíta celkový počet bodov za „vlákninu“ a za „ovocie a zeleninu“. V tomto prípade sa teda pri výpočte výživového skóre neprihliada na obsah bielkovín (Nutri-Score frequently asked questions, 2022)

Podľa výslednej hodnoty sa potom danému výrobku či nápoju priradí hodnota Nutri-Score A–E, pričom dané písmeno je vždy zväčšené (Ruprich, Lukašiková, 2020; Szabo

de Edelenyi, et al., 2019). Písmená boli na logo pridané z dôvodu zlepšenia čitateľnosti Nutri-Score a tiež pre farboslepých. Na ukončenie konzumácie potraviny (Egnell, et al., 2018; Genschow, et al., 2012). Tieto farby spotrebiteľia dobre poznajú, stretávajú sa s nimi bežne u semaforov a dopravných značiek. Červená farba je v týchto prípadoch používaná na signalizáciu nebezpečenstva a vyššiu opatrnosť. Podľa štúdie vykonanej pri nápojoch, viedla červená farba Nutri-Score k zníženiu konzumácie nealkoholických nápojov. Výsledky štúdie naznačujú, že používanie zeleno-červenej škály farieb je medzinárodne zrozumiteľné a spotrebiteľovi ľahko rozlíšiteľné.

KLASIFIKÁCIA NUTRI-SCORE U URČITÝCH POTRAVÍN

Pre určité potraviny bol algoritmus Nutri-Score mierne upravený, aby bol v súlade s výživovými odporúčaniami pre dané skupiny potravín. Týka sa to syrov, pridaných tukov a nápojov (Szabo de Edelenyi, et al., 2019). Podľa pôvodného algoritmu boli všetky syry zaradené do kategórie Nutri-Score E, čo by pre spotrebiteľov čiastočne strácalo význam pri porovnaní potravín. Po úprave algoritmu môžeme nájsť syry v kategórii C, D, E, čo môže spotrebiteľom pomôcť, pri rozhodovaní, ktorý zo syrov kúpiť (Herberg, et al., 2021). Pri výpočte výživového skóre u syrov sa množstvo bielkovín zohľadňuje vždy bez ohľadu na celkový počet bodov zložky N (Nutri-Score frequently asked questions, 2022). Pri pridaných tukoch bola pôvodná klasifikácia podobná ako u syrov, kedy všetky výrobky v tejto kategórii potravín mali označovanie Nutri-Score E. Preto došlo k zmene ak vhodnejšiemu započítaniu obsahu nasýtených mastných kyselín. Na výpočet sa používa tento pomer: množstvo nasýtených mastných kyselín/množstva lipidov v potravine. Podľa výsledného pomeru sa potom danému výrobku priradí výsledný počet bodov. Olivový olej sa vďaka týmto zmenám presunul z kategórie D do kategórie C. V kategórii C sa teraz nachádza repkový, olivový a vlašský olej, ostatné druhy olejov a živočíšne tuky ako je maslo a masť nájdeme v kategórii D a E (Herberg, et al., 2021; Nutri-Score frequently asked questions, 2022; Ruprich, 2020)

NUTRI-SCORE U POTRAVIN A NÁPOJOV

V prípade zavedenia povinného označovania Nutri-Score by sa toto logo nenachádzalo na všetkých potravinách a nápojoch. Nutri-Score sa vzťahuje na potraviny, u ktorých musia byť povinne označené výživové údaje na zadnej strane obalu. U niektorých označených potravín, ale existujú výnimky. Príkladom je dojčenská výživa určená pre deti 0-3 roky, vzhľadom na odlišné odporúčania pre deti a dospelých a tiež kvôli obsahu tuku, ktorý by mohol ovplyvniť výsledok Nutri-Score. Ďalej potraviny určené pre športovú výživu, vzhľadom na odlišné potreby športovcov a tiež potraviny určené na zvláštne lekárske účely a výrobky nahrádzajúce stravu. Nutri-Score sa tiež nevzťahuje na výrobky, ktoré sa skladajú z jednej zložky (napr. ovocie, zelenina, mäso); na potraviny ručne vyrábané a dodávané výrobcom v malom množstve; na výrobky, ktorých jediným spracovaním je zrenie; ďalej tiež na korenie; žuvačky; arómy; pomocné a prídavné látky (Nutri-Score frequently asked questions, 2022). Čo sa týka nápojov, všetky minerálne vody, sladené nápoje, džúsy, šťavy a ďalšie majú byť označené kategóriou Nutri-Score. Mlieko a mliečne výrobky obsahujúce viac ako 80 % mlieka nie sú klasifikované ako nápoje, ale ako pevné výrobky. Na alkoholické nápoje obsahujúce viac ako 1,2 % alkoholu sa Nutri-Score nevzťahuje. Nealkoholické nápoje, ako je napr. nealkoholické pivo, ale Nutri-Score mať musí (Nutri-Score frequently asked questions, 2022)

SPRÁVNE POUŽÍVANIE NUTRI-SCORE

Aby mohlo byť Nutri-Score u populácie účinné, musí byť spotrebiteľovi vždy hodnotené v rámci jednej potravinovej skupiny. Spotrebiteľ nemá dôvod porovnávať hodnotu Nutri-Score u rôznych potravinových skupín. Pokiaľ má záujem o cereálie, bude sa pozeráť na hodnotu Nutri-Score u cereálií a nemá zmysel sledovať hodnotu Nutri-Score u sladených nápojov. Cieľom je, aby mu Nutri-Score jednoducho a rýchlo pomohlo rozpoznať potravinu, ktorá bude mať najviac priaznivé zloženie v porovnaní s ostatnými (Nutri-Score blog, 2022).

Podľa výsledkov štúdie vykonanej v Nemecku bolo Nutri-Score schopné rozlišovať variabilitu potravín v rámci rovnakých potravinových skupín. V každej skupine

potravín sa nachádzali aspoň 3 farby zo škály Nutri-Score. Z toho možno vydedukovať, že majú spotrebiteľia pri výbere možnosť vybrať si z ponúkaných potravín tú s lepším skóre.

Nie je isté, či spotrebiteľia, ktorí by si vybrali iba lepšie hodnotené výrobky označené hodnotou Nutri-Score A, B môžu dosiahnuť vyváženú stravu. Ich strava by sa tak mohla stať aj deficitnou (Brát, 2021).

V rámci bežnej a vyvázenej stravy sa nemajú konzumovať iba výrobky s Nutri-Score A, B, ale je v poriadku konzumovať aj výrobky zaradené do kategórií C, D a E. Je ale dôležité vedieť, že by sme ich mali konzumovať v menšom množstve alebo menej často (Hercberg et al., 2021).

Bolo zistené, že účinnosť Nutri-Score je nižšia, ak sa nachádza iba na niektorých potravinách. Vo Francúzsku bolo Nutri-Score prítomné dva roky po oficiálnom prijatí iba na 25 % potravín. Zároveň môže byť problémom, že výrobky s nízkou výživovou hodnotou pravdepodobne nebudú označené nutričným označovaním. „Dôkazy teda jasne naznačujú, že je potrebné prijať povinný prístup, aby sa zabezpečilo označovanie FOP u všetkých potravín vrátane tých, ktoré majú vysoký obsah tukov, cukrov alebo soli“ (Nutri-Score could become EU's front-of-pack nutrition labelling scheme if underlying algorithm is revised 2022).

Ďalej je dôležité si uvedomiť, že Nutri-Score hodnotí nutričnú hodnotu predávaných potravín, nie pripravených. Je teda logické, že kupované mrazené hranolky (bez iných úprav) majú Nutri-Score A, pretože to sú iba nakrájané zemiaky. To, ako si ich spotrebiteľ ďalej pripraví, aký na to použije olej už je individuálne a nemá to nič spoločné s týmto logom (Five Nutri-Score myths busted, 2019).

Ako už bolo spomenuté, Nutri-Score nechce potraviny rozdeľovať na zdravé a nezdravé, pretože vždy závisí od množstva, frekvencie konzumácie danej potraviny a tiež od celkového zloženia stravy spotrebiteľa. Jeho cieľom je skôr informovať spotrebiteľa o vhodnejšom výrobku v rámci jednej kategórie potravín (Hercberg et al., 2021).

Pokiaľ by bol systém Nutri-Score povinne zavedený, je nutné, aby boli spotrebitelia dostatočne edukovaní o tom, ako Nutri-Score rozumieť a ako ho používať.

ZÁVER

Nutri-Score neslúži ako návod na zostavenie vyváženej stravy, nezohľadňuje obsah všetkých potrebných živín a individuálne potreby zákazníka. Napríklad tuky a oleje môžu získať skóre od B po E. Ľanový olej má hodnotenie B vďaka obsahu nenasýtených tukov, ktoré sú nevyhnutné pre naše zdravie. Naopak, margaríny a bravčová masť sú podľa algoritmu hodnotené ako D a E, pretože obsahujú vyšší podiel nasýtených tukov, ktoré by sme mali v strave obmedziť na minimum. Logicky by sme teda mali do svojho jedálnička zaradiť viac rastlinných olejov, ale Nutri-Score nehovorí nič o tom, ako rastlinné oleje v našom jedálničku kombinovať, či konzumovať viac ľanového, repkového alebo olivového oleja.

LITERATÚRA

Brát, J. (2021): Hlubší pohled do systému Nutri-Score - Databáze reformulovaných potravin a nápojů. Published 11 2021. Accessed February 16, 2022.

<http://reformulace.cz/index.php/informace-pro-spotrebitele/aktualne/145-hlubsi-pohled-dosystemu-nutri-score>

Building momentum: lessons on implementing a robust front-of-pack food label. :48.

<https://www.wcrf.org/wp-content/uploads/2021/03/PPA-Building-Momentum-2-WEB.pdf>

Chantal, J., Hercberg, S. (2017): Europe WHORO for. Development of a new front-of-pack nutrition label in France: the five-colour Nutri-Score. *Public Health Panor.* 03(04):712–725. Accessed March 9, 2022.

<https://apps.who.int/iris/handle/10665/325207>

Crosetto, P., Lacroix, A., Muller, L., Ruffieux, B. (2022): Nutritional and economic impact of 5 alternative front-of-pack nutritional labels: experimental evidence. Published online 2018. Accessed March 19,

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal01805431>

Dereń, K., Dembiński, Ł., Wyszynska, J., et al. (2021): Front-Of-Pack Nutrition Labelling: A Position Statement of the European Academy of Paediatrics and the European Childhood Obesity Group. *Ann Nutr Metab.* 77 (1):23–28. doi:10.1159/00051433

Deschasaux, M., Huybrechts, I., Julia, C., et al. (2020): Association between nutritional profiles of foods underlying Nutri-Score front-of-pack labels and mortality: EPIC cohort study in 10 European countries. *BMJ*. Published online September 16, m3173. doi:10.1136/bmj.m3173

Dréano-Trécant, L., Egnell, M., Hercberg, S., et al. (2020): Performance of the Front-of-Pack Nutrition Label Nutri-Score to Discriminate the Nutritional Quality of Foods Products: A Comparative Study across 8 European Countries. *Nutrients*. 2020;12(5):1303. doi:10.3390/nu12051303

Egnell, M., Ducrot, P., Touvier, M., et al. (2018): Objective understanding of Nutri-Score Front-Of-Package nutrition label according to individual characteristics of subjects: Comparisons with other format labels. *Lightfoot DA, ed. PLOS ONE*. 13 (8):e0202095. doi:10.1371/journal.pone.0202095

Egnell, M., Talati, Z., Hercberg, S., Pettigrew, S., Julia, C. (2018): Objective Understanding of Front-of-Package Nutrition Labels: An International Comparative Experimental Study across 12 Countries. *Nutrients*. 10:1542. doi:10.3390/nu10101542

Egnell, M., Talati, Z., Hercberg, S., Pettigrew, S., Julia, C. (2018): Objective Understanding of Front-of-Package Nutrition Labels: An International Comparative Experimental Study across 12 Countries. *Nutrients*. 10:1542. doi:10.3390/nu10101542

Fialon, M., Salas-Salvadó, J., Babio, N., Touvier, M., Hercberg, S., Galan, P. (2021): Is FOP Nutrition Label Nutri-Score Well Understood by Consumers When Comparing the Nutritional Quality of Added Fats, and Does It Negatively Impact the Image of Olive Oil? *Foods*. 10(9):2209. doi:10.3390/foods10092209

Five Nutri-Score myths busted. Published December 20, Accessed February 11, 2022.
<https://www.beuc.eu/publications/five-nutri-score-myths-busted>

Folkvord, F. (2021): The effect of the nutri-score label on consumer's attitudes, taste perception and purchase intention: An experimental pilot study Elsevier Enhanced Reader. doi:10.1016/j.foodqual.2021.104303

Gabor, A. M., Stojnić, B, Ban Ostić, D. (2020): Effects of different nutrition labels on visual attention and accuracy of nutritional quality perception – Results of an experimental eye-tracking study. *Food Qual Prefer.* 2020;84:103948. doi:10.1016/j.foodqual.2020.103948

Genschow, O., Reutner, L., Wänke, M. (2012): The colour red reduces snack food and soft drink intake. *Appetite.* 58 (2):699-702. doi:10.1016/j.appet.2011.12.023

Hercberg, S., Touvier, M., Salas-Salvado, J. (2021): On behalf of the G of E scientists supporting the implementation of NS in E. The Nutri-Score nutrition label. *Int J Vitam Nutr Res.* Published online July 27, doi:10.1024/0300-9831/a000722

Hercberg, S., Touvier, M., Salas-Salvado, J. (2021): On behalf of the G of E scientists supporting the implementation of NS in E. The Nutri-Score nutrition label. *Int J Vitam Nutr Res.* Published online July 27, 2021. doi:10.1024/0300-9831/a000722

Label Nutri-Score across the French Population: Evolution of Awareness, Support, and Purchasing Behaviors between 2018 and 2019. *Nutrients.* 12(9):E2887. doi:10.3390/nu12092887

Label: History: Nutrition label. Food labelling, a tool to help improve the food literacy of costumers. Accessed, March 26, 2022.
<http://www.foodlabel.org.uk/label/history.aspx>

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1169/2011 z 25. októbra 2011 o poskytovaní informácií o potravinách spotrebiteľom, o zmene nariadenia Európskeho spoločenstva parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení smernice Komisie 87/250/EHS, smernice Rady 90/496/EHS, smernice Komisie 1999/10/ES, smernica Európskeho parlamentu a Rady 2000/13/ES, smerníc Komisie 2002/67/ES a 2008/5/ES a nariadenia Komisie (ES) č. 608/2004

Nutri-Score blog. Why Nutri-Score is computed on the basis of 100g of food and not per serving (as requested by manufacturers) ? NUTRI-SCORE. Published December 2, 2021. Accessed February 16, 2022. <https://nutris-core.blog/2021/12/02/why-nutri-score-is-computed-on-the-basis-of-100g-of-food-and-not-per-serving-as-requested-by-manufacturers/>

Nutri-Score frequently asked questions. Published online April 1, 2022. Accessed April 15, 2022. <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activite-physique/articles/nutri-score>

Nutri-Score could become EU's front-of-pack nutrition labelling scheme if underlying algorithm is revised. Accessed February 3, 2022.

<https://ehnheart.org/publications-and-papers/position-papers-and-statements/1283:nutri-score-could-become-eu%E2%80%99s-front-of-pack-nutrition-labelling-if-its-underlying-algorithm-is-revised.htm>

Nutri-Score frequently asked questions. Published online April 1, 2022. Accessed April 15, 2022. <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/nutrition-et-activitephysique/articles/nutri-scor>.

Nutrition Label Nutri-Score to Discriminate the Nutritional Quality of Foods Products: A Comparative Study across 8 European Countries. *Nutrients*. 12(5):1303. doi:10.3390/nu12051303

Ruprich, J. (2020): Nutri-Score: hodnocení tuků- jaké logo by tuky a oleje měly na přední straně obalu? Published online November 30.

http://www.szu.cz/uploads/CZVP/Hodnoceni_tuku.pdf

Ruprich, J., Lukašíková, I. (2019): Co je to Nutri-score a jak se používá. Published online 2020:24.

Santos, O., Alarcão, V., Feteira-Santos, R., et al. (2020): Impact of different front-of-pack nutrition labels on online food choices. *Appetite*. 154:104795. doi:10.1016/j.appet.2020. 104795

Sarda, B., Julia, C., Serry, A. J, Ducrot, P. (2020): Appropriation of the Front-of-Pack Nutrition Label Nutri-Score across the French Population: Evolution of Awareness, Support, and Purchasing Behaviors between 2018 and 2019. *Nutrients*. 2020;12(9):E2887. doi:10.3390/nu12092887

Sørensen, K., Van den Broucke, S., Fullam, J., et al. (2012): Health literacy and public health: A systematic review and integration of definitions and models. *BMC Public Health*. 2012;12(1):80. doi:10.1186/1471-2458-12-80

Storecksdieck Genannt Bonsmann, S., Marandola, G., Ciriolo, E., Van Bavel, R., Wollgast, J. Front-of-pack nutrition labelling schemes: a comprehensive review. JRC Publications Repository. doi:10.2760/436998 systematic review and integration of definitions and models. *BMC Public Health*. 12(1):80. doi:10.1186/1471-2458-12-80

Szabo de Edelenyi, F, Egnell, M., Galan, P., Druesne-Pecollo, N., Hercberg, S., Julia, C. (2019): Ability of the Nutri-Score front-of-pack nutrition label to discriminate the nutritional quality of foods in the German food market and consistency with nutritional recommendations. *Arch Public Health*. 77. doi:10.1186/s13690-019-0357-x

The impact of the nutri-score on food choice: A choice experiment in a Dutch supermarket | Elsevier Enhanced Reader. doi:10.1016/j.appet.2021.105

Vandevijvere, S. (2020): Uptake of Nutri-Score during the first year of implementation in Belgium. *Arch Public Health*. 78. doi:10.1186/s13690-020-00492-1

World Health Organization. Regional Office for Europe. Manual to develop and implement front-of-pack nutrition labelling: guidance for countries on the selection and testing of evidence-informed front-of-pack nutrition labelling systems in the WHO European Region. Published online 2020. Accessed April 25, 2022. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/336988>

Kontaktná adresa: prof. Ing. Jozef Golian, Dr. Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 01 Nitra. e-mail: jozef.golian@uniag.sk

AKTUÁLNÍ STAV VYUŽITÍ MIKROORGANISMŮ V POTRAVINÁŘSTVÍ

CURRENT STATUS OF THE USE OF MICROORGANISMS IN THE FOOD INDUSTRY

Josef Baláš¹

¹Chr. Hansen Czech republic, s.r.o.

ABSTRAKT

Výrobci startovacích kultur nabízejí masnému průmyslu širokou škálu tvůrčích řešení, která zlepšují chuť, vzhled, strukturu, bezpečnost a stabilitu hotových výrobků. Ale nejen u fermentovaných výrobků. Se silným důrazem na inovace, bezpečnost výrobků a kvalitu jsou schopni nabídnout zpracovatelům v masném průmyslu celou řadu zajímavých nástrojů pro zlepšení efektivity a kreativní nová řešení nejen v masném průmyslu.

Klíčová slova: startovací kultury, bioochrana, listeria mon., trvanlivost, E-free

ABSTRACT

Starter cultures producers offer the meat industry a large variety of creative ingredient solutions that improve the flavor, appearance, texture, safety and stability of the finished products. But not only for fermented products. With their strong focus on innovation and quality, they are able to offer the processed meat industry a variety of interesting tools to improve efficiency and creative development not only in meat industry.

Keywords: starter cultures, bio-protection, listeria mon., shelf life, E-free

ÚVOD

Mikroorganismy jsou dlouhodobě jednou z velmi sledovaných oblastí kvality masných výrobků. Samozřejmě pro svůj obrovský potenciál kontaminace výrobků, ale i z druhé – pozitivní – strany. Využívá se příznivý účinek kulturních mikroorganismů na zušlechťování výrobků v mlékárenském, masném a konzervářském průmyslu, zemědělských technologiích apod.

Výhody používání tzv. startovacích kultur při výrobě fermentovaných (tepelně neopracovaných) salámů nezpochybnitelné a pro zákazníky i pro výrobce přinášejí mnoho pozitiv v oblasti rychlosti fermentace trvanlivosti, stability výrobku, kvality zrnění a také barvy výrobků.

RŮZNÉ VYUŽITÍ–ANEBO EXISTUJE MIKROORGANISMUS PRO KAŽDÉHO?

Podle zkušeností z celého světa si i to můžeme myslet - ale určitě nejsou všemocné..

V rámci různých segmentů zpracování masa, drůbeže a ryb mohou kultury hrát roli při zvyšování kvality, trvanlivosti a bezpečnosti potravin vašich výrobků. Dále uvádím několik oblastí ve kterých je využití kultur možná méně známé, ale používá se.

FERMENTOVANÉ SALÁMY

V současné době již není nutnou potřebou modlit se k vyšší moci nebo doufat v magickou milost a nemilost endogenních "kazících" bakterií. Jsou využívány různé druhy (*Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Staphylococcus*, příp.kvasinky) vytvářející tradiční a pomalé okyselení až po hladké a jemné chuti s rychlou acidifikací pro bezpečnost potravin. Existují verze s dodatečným přídavkem ošetřujícím proti *Listeria monocytogenes*, případně schopnostmi potlačit růst patogenních mikroorganismů a bakterií způsobujících kažení.

Vrací se také výrobky s vyšší přidanou hodnotou, využití tzv. „studené“ fermentace, kdy různé kmeny *Staphylococcus* mají větší možnost využít svůj potenciál při zrání a ovlivnění chuti a vůně výrobku a také při vytváření a stabilizaci barvy.

SUŠENÁ MASA

Pomocí mikroorganismů se upravuje vytváření barevného profilu, stabilita barvy a v neposlední řadě je vytvářena chuť.

Mikroorganismy (*Pediococcus*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*) nabízejí zlepšení barvy, skusu a vývoje chuti, snížení rizika pórů z nežádoucích bakterií a snižují

riziko *Listeria monocytogenes* v syrovém baconu. Dále podporují trvanlivost a čerstvost nebo snižují zbytkový kyslík v modifikované atmosféře balíčků nebo vakuovém balení.

MĚLNĚNÉ VÝROBKY, ŠUNKY A DRŮBEŽÍ VÝROBKY

Pokud hledáte ve vašem provozu prostředek pro zvýšení bezpečnosti potravin, potřebujete minimalizaci rizik při manipulaci a porcování. A chcete-li se vyhnout „chemikáliím – É-čkám“, tak mikroorganismy pro vás řešení nabízejí. Manipulace, krájení a balení představuje riziko křížové kontaminace, zkažené a potenciálně nebezpečné výrobky. Prvotní kontaminace surovin může způsobit ztráty v podobě vyřazených výrobků a odřezků plných pórů, kaveren či barevných změn.

V nabídkách jsou kultury pro snížení rizika pórů z plynotvorných bakterií, kultury pro ochranu čerstvosti a barevnosti Vašich plátkových produktů, např. šunek (a to i v případě vystavení světlu v supermarketech), bariéra proti „nafouknutí“ balíčků, náhradu dusitanu sodného, a samozřejmě je k dispozici ve světě stále populárnější ochrana proti růstu *Listeria monocytogenes* a ostatním patogenům.

ČERSTVÉ VÝROBKY A MASNÉ POLOTOVARY

Většina výrobců hledá další bariéry pro vyšší bezpečnost a delší trvanlivost, ať už jde o omezení oxidace tuků, okyselení mletých masných polotovarů, barevné změny způsobené aerobními mikroorganismy či jiná menší znehodnocení. Stejně tak lze podpořit ochranu marinovaných plátků mas a pomocí mikroorganismů tak zajistit etiketu „E-free“.

Speciálně vybrané kmeny *Lactobacillus* a *Pediococcus* výrazně zlepšují barevnou stabilitu čerstvých výrobků vystavených světlu, kultury prodlužující čerstvost ve výrobcích z hovězího masa, například tatarák, polotovar z mletého hovězího masa nebo čevapčiči ale také předsolených „štesů“ ve výrobě. A také zde je možnost zvýšení bezpečnosti čerstvých uzenin a čerstvých masných výrobků proti *Listeria monocytogenes*.

A JINDE?

Plátky za studena uzeného lososa jsou připravené k přímé konzumaci, ale chlazení nebrání bakterii *Listeria monocytogenes* v růstu během doby použitelnosti, což je důvod, proč průmysl, maloobchod ale i úřady hledají nová řešení. Nově je k dispozici zdokumentované řešení pomocí laktokoků a leuconostoků přijatelné po celé Evropě.

Další zajímavostí je i využití potenciálu mikroorganismů pro vytvoření bezpečného prostředí aplikací do kanálových vpustí nebo ošetření prostor a výrobních zařízení pomocí kultur produkujících bakteriociny.

Na základě znalostí mikroorganismů v potravinářství se portfolio možností dále rozšiřuje např. pro omezení kažení a tím prodloužení trvanlivosti a zvýšení bezpečnosti spotřebitele u trhaných salátů a směsí listové zeleniny, pomazánky z humusu bez tepelného ošetření a nebo omezení stabilizátorů v potravinách určených k přímé spotřebě.

A přestože jsem záměrně vynechal využití v mlékárenství, protože to by bylo na další presentace, jsem přesvědčen, že využití mikroorganismů skrývá dále obrovský potenciál.

Kontaktní adresa: Ing. Josef Baláš, Ph.D. , Chr.Hansen Czech Republic, s.r.o., č.p. 215 - 693 01 Starovice, email: czjoba@chr-hansen.com

MIKROBIOTA OLIVOVÉHO OLEJE OBOHACENÉHO OCHUCUJÍCÍ SLOŽKOU

MICROBIOTA OF OLIVE OIL ENRICHED WITH A FLAVOURING COMPONENT

Olga Cwíková¹ – Tereza Kácalová¹ – Alžbeta Jarošová¹ – Gabriela Franke¹
Tereza Soumarová²

¹Ústav technologie potravin. Agronomická fakulta, MENDELU,
Zemědělská 1, 613 00 Brno

²KHS JmK se sídlem v Brně. Masná 3c, 602 00 Brno

ABSTRAKT

Olivový olej je považován za potravinu, která neposkytuje vhodné prostředí pro růst mikroorganismů. Mikroorganismy mohou přežívat a množit se ve vodné fázi, která je v oleji přítomna v podobě malých kapek. V olivových olejích byla pozorována přítomnost kvasinek, plísní, sporulujících aerobních a anaerobních bakterií. Zdrojem těchto mikroorganismů mohou být olivy, pracovní prostředí i ochucující složky, které se do olejů přidávají. Ochucující složka (česnek, rozmarýn) byla do oleje přidána ve formě čerstvé, sušené a jako silice. Oleje byly skladovány 12 měsíců, analýzy byly provedeny každé 3 měsíce. Celkové počty mikroorganismů v neochuceném oleji byly 0,82 KTJ/ml, v oleji ochuceném čerstvým rozmarýnem byly CPM vyšší ($p < 0,05$). V analyzované ochucující složce byly detekovány vyšší ($p < 0,05$) počty mikroorganismů, než v ochucených olejích. V případě ochucení oleje čerstvým česnekem byly CPM v porovnání s neochuceným olejem nižší ($p < 0,05$). V olivových olejích (ochucených i neochucených) nebyla po celou dobu skladování detekována přítomnost bakterií mléčného kvašení, bakterií rodu *Salmonella* spp. ani *Clostridium botulinum*.

Klíčová slova: olivový olej, mikrobiologická analýza, rozmarýn, česnek, skladování

ABSTRACT

Olive oil is considered a food that does not provide a suitable environment for the growth of microorganisms. Microorganisms can survive and multiply in the

aqueous phase, which is present in the oil in the form of small droplets. The presence of yeasts, moulds, sporulate aerobic and anaerobic bacteria has been observed in olive oils. The source of these microorganisms can be the olives, the working environment and the flavouring agents added to the oils. Flavouring ingredients (garlic, rosemary) have been added to the oil in fresh, dried and essential oil form. The oils were stored for 12 months and analyses were carried out every 3 months. The total counts of microorganisms in the unflavoured oil were 0.82 log CFU/ml, while the TCM were higher in the oil flavoured with fresh rosemary ($p < 0.05$). Higher ($p < 0.05$) numbers of microorganisms were detected in the flavoured component than in the flavoured oils. In the case of the oil flavoured with fresh garlic, CPM counts were lower ($p < 0.05$) compared to the unflavoured oil. Neither lactic acid bacteria, *Salmonella* spp. nor *Clostridium botulinum* were detected in the olive oils (flavoured and unflavoured) throughout the storage period.

Keywords: olive oil, microbiological analysis, rosemary, garlic, storage

ÚVOD

Oxidace lipidů a mikrobiální změny jsou hlavními důvody zhoršení kvality, bezpečnosti a trvanlivosti potravin. (Görner a Valík, 2004). Olivový olej byl považován za potravinu, která neposkytuje vhodné prostředí pro růst mikroorganismů. Nedávné výzkumy však ukázaly, že olivový olej může být kontaminován mikroorganismy (zejména kvasinkami), které jsou schopny ovlivňovat vlastnosti oleje (Ciafardini et al., 2017). Olivové oleje (panenské a extra panenské) obsahují malé množství vody ve formě kapiček, což omezuje počty mikroorganismů, neboť mikroorganismy mohou být přítomny právě v této vodní fázi (Palumbo a Harris, 2011). Ciafardini (2002) uvádějí, že počty mikroorganismů v olivových olejích bývají 1–2 log KTJ/ml. Podle Ciafardini et al. (2013) patří mezi nejčastěji se vyskytující se mikroorganismy v olivových olejích kvasinky (*Saccharomyces cerevisiae* a *Candida wickerhamii*), pozorována byla také přítomnost plísní (rod *Aspergillus*). V extra panenských olivových olejích byly prokázány antimikrobiální látky (fenoly, flavonoidy, karotenoidy) účinné proti široké škále mikroorganismů. Zullo et al. (2018) uvádějí, že v panenském olivovém oleji

s nízkým obsahem fenolických sloučenin mohou přežít a množit se koliformní bakterie. Ke kontaminaci může dojít při nesprávném nakládání s organickými hnojivy, při použití kalů z čistíren odpadních vod nebo kontaminované závlahové vody. Pokud jsou do oleje přidávány nezpracované byliny, může být olej rizikový z hlediska množení bakterie *Clostridium botulinum* (Nummer et al., 2001). Z tohoto důvodu musí být byliny přidávané do oleje upraveny, aby se zabránilo otravě botulotoxinem. Jedná se zejména o okyselení komerčních směsí s česnekem, kdy snížení pH zamezí množení těchto bakterií a produkci toxinu (Raab, 2015).

Cílem práce bylo zjistit počty mikroorganismů ochuceného i neochuceného olivového oleje a posoudit, zda dochází přidavkem ochucující složky k ovlivnění mikrobiologické kvality olivového oleje.

MATERIÁL A METODIKA

Vzorky panenského olivového oleje pocházely z Libanonu, konkrétně z oblasti Severního regionu Libanonu, z oliv *Olea europaea* L., odrůdy Aayrouni. Jako ochucující složka byl použit česnek (*Allium sativum* L.) a rozmarýn (*Rosmarinus Officinalis* L.). Česnek i rozmarýn byly do oleje přidány v čerstvém, resp. sušeném stavu či jako silice. Rozmarýn, česnek i esenciální oleje pocházely z ČR.

Ochucující složka byla upravena dle Abo et al. (2014) následujícím způsobem: česnek byl oloupán, nakrájen na plátky a namočen po dobu 24 hodin do 3% kyseliny citronové v poměru 1:3. Rozmarýn byl omyt, nakrájen a ponořen po dobu 24 hodin do 3% kyseliny citronové v poměru 1:10. Acidifikace surovin byla provedena z důvodu snížení pH pod hranici růstu *Clostridium botulinum* ($\text{pH} < 4,5$). Část surovin byla usušena při 40°C po dobu 8 hodin.

Vzorky oleje (150 ml) byly naplněny do šroubovacích skleněných lahvíček. Navážka čerstvého česneku do láhve byla 7 g, sušeného 2 g a na ochucení silicí bylo použito 75 μl . Navážka čerstvého rozmarýnu byla 3 g, sušeného 1 g a pro ochucení silicí bylo použito 75 μl . Láhve s olejem byly po celou dobu (12 měsíců) skladovány v temnu při teplotě 21 ± 1 °C.

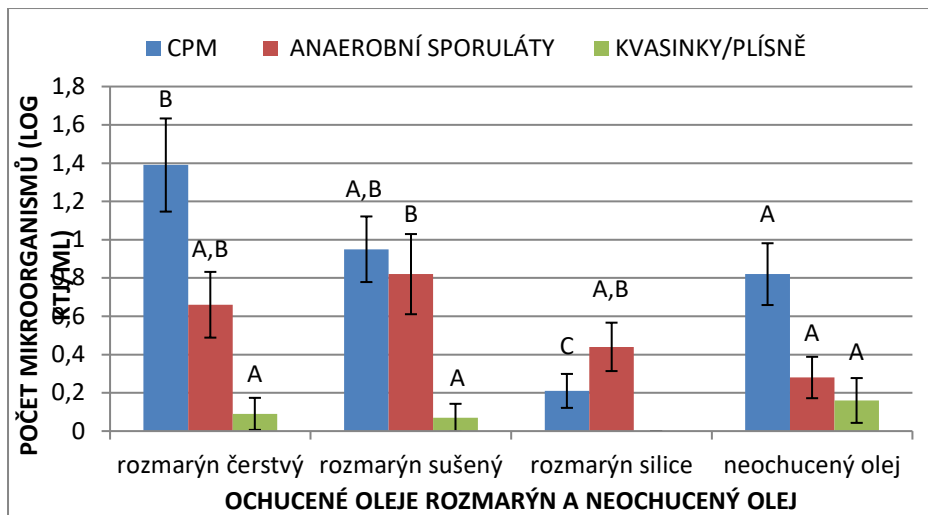
Analýzy probíhaly každé 3 měsíce, od února 2020 do února 2021, v mikrobiologické laboratoři Ústavu technologie potravin MENDELU. Sledovány byly tyto mikrobiologické parametry: bakterie mléčného kvašení (BMK), celkové počty mikroorganismů (CPM), počty anaerobních sporulátů, kvasinek a plísní, průkaz bakterií rodu *Salmonella* spp. a *Clostridium botulinum*. Od každého vzorku bylo při každém odběru analyzováno 6 sklenic.

Stanovení počtu plísní a kvasinek bylo provedeno dle ČSN ISO 21527-2:2009, stanovení celkového počtu mikroorganismů dle ČSN EN ISO 4833-1: 2014, stanovení počtu anaerobních sporulujících mikroorganismů dle ČSN EN ISO 4833-1: 2014 (vegetativní formy mikroorganismů byly inaktivovány při 85°C/10 min; inkubace proběhla za anaerobních podmínek v anaerostatu), stanovení počtu bakterií mléčného kvašení dle ČSN ISO 15214: 2020, průkaz bakterií r. *Salmonella* dle ČSN EN ISO 6579-1: 2020, průkaz *Clostridium botulinum* dle ČSN 56 0090: 1987.

Získané výsledky byly statisticky vyhodnoceny. Byly vypočítány základní statistické charakteristiky: průměr, směrodatná chyba průměru. Pro porovnání počtů jednotlivých mikrobiologických ukazatelů byla použita metoda jednoduchého třídění analýzy rozptylu (ANOVA), včetně Duncan's post-hoc testu. Normalita byla testována Shapiro-Wilk testem.

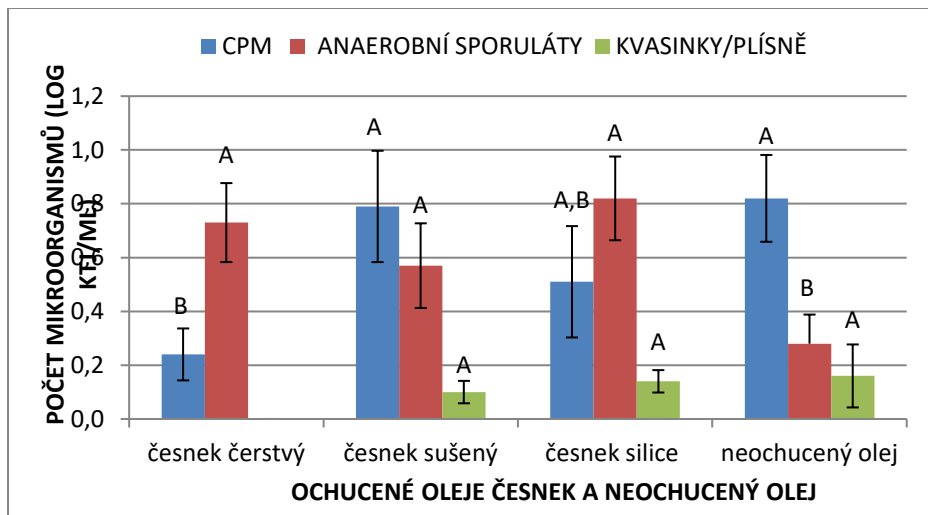
VÝSLEDKY A DISKUZE

Cílem práce bylo zjistit počty vybraných skupin mikroorganismů, které se nacházejí v olivovém oleji. Z důvodu zjištění primární kontaminace byl proveden i rozbor ochucující složky a neochuceného oleje. Získané výsledky byly následně porovnány s počty mikroorganismů v olejích ochucenými různě upraveným rozmarýnem či česnekem (čerstvý, sušený, silice) a skladovaných po dobu 12 měsíců.



Obrázek 1: Porovnání celkového počtu mikroorganismů, počtu sporulujících anaerobních mikroorganismů, počtu kvasinek a plísní (log KTJ/ml) v olejích ochucených různými formami úpravy rozmarýnu a v neochucených olejích. Porovnáváné soubory jsou brány jako celek, bez ohledu na dobu skladování. Průměry označené různými písmeny se v rámci sledovaného souboru (úprava ochucující složky) liší ($p < 0,05$); $n = 24$.

Porovnání počtů mikroorganismů v olejích ochucených různě upravenými formami rozmarýnu je znázorněno na Obr. 1. V oleji ochuceném rozmarýnovou silicí byly celkové počty mikroorganismů v porovnání s neochuceným olejem nižší ($p < 0,05$). U oleje ochuceného rozmarýnem silice byly zjištěny počty 0,21 log KTJ/ml, u neochuceného oleje byl stanoven CPM 0,82 log KTJ/ml. Vyšší ($p < 0,05$) celkový počet mikroorganismů byl zjištěn u oleje ochuceného čerstvým rozmarýnem (1,39 log KTJ/ml), v porovnání s olejem silice a neochuceným olejem. Celkový počet mikroorganismů v oleji s ochucující složkou rozmarýnu sušeného byl 0,95 log KTJ/ml. Počty anaerobních sporulujících mikroorganismů byly nižší ($p < 0,05$) u neochuceného oleje (0,28 log KTJ/ml) než u oleje ochuceného rozmarýnem sušeným (0,82 log KTJ/ml). Olivový olej s rozmarýnem silicí obsahoval počty anaerobních sporulátů 0,44 log KTJ/ml, s rozmarýnem čerstvým 0,66 log KTJ/ml. Kvasinky a plísně nebyly detekovány v oleji s rozmarýnem silicí, zatímco u ostatních olejů se počty pohybovaly v rozmezí 0,07–0,16 log KTJ/ml.

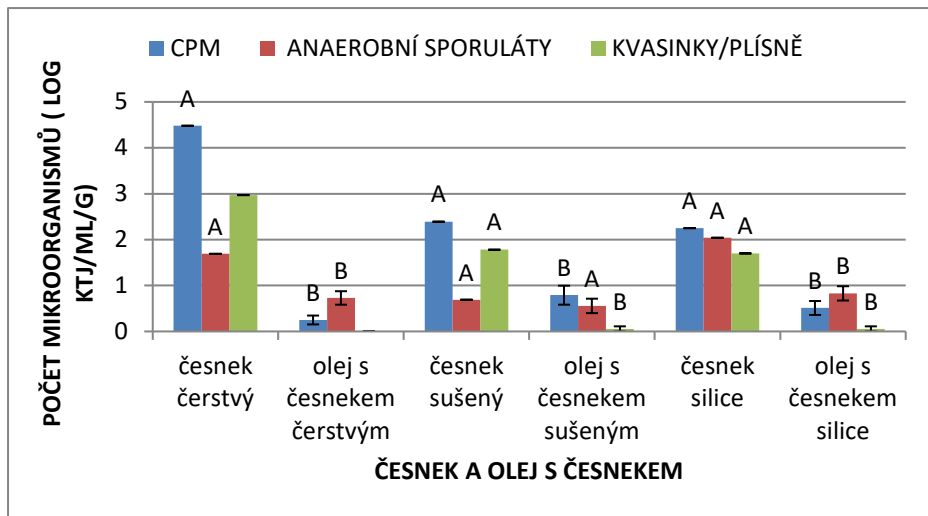


Obrázek 2: Porovnání celkového počtu mikroorganismů, počtu sporulujících anaerobních mikroorganismů, počtu kvasinek a plísní (log KTJ/ml) v olejích ochucených různými formami úpravy česneku a v neochucených olejích. Porovnávané soubory jsou brány jako celek, bez ohledu na dobu skladování. Průměry označené různými písmeny se v rámci sledovaného souboru (úprava ochucující složky) liší ($p < 0,05$); $n = 24$.

Porovnání počtů mikroorganismů v olejích ochucených různě upraveným česnekem je znázorněno na Obr. 2. Celkový počet mikroorganismů u neochuceného oleje byl 0,82 log KTJ/ml. U olejů ochucených silicí a sušeným česnekem byly detekovány CPM 0,51 log KTJ/ml, resp. 0,79 log KTJ/ml. Nejnížší ($p < 0,05$) celkové počty mikroorganismů obsahoval olej ochucený česnekem čerstvým (oproti oleji neochucenému a ochucenému sušeným česnekem). Počty anaerobních mikroorganismů se v olejích s česnekem čerstvým, sušeným a se silicí pohybovaly v rozmezí 0,57–0,82 log KTJ/ml. Neochucený olej obsahoval nejméně ($p < 0,05$) anaerobních sporulátů, a to 0,28 log KTJ/ml. V oleji ochuceným česnekem čerstvým nebyly kvasinky a plísně detekovány, zatímco v ostatních olejích s různě upravenou ochucující složkou byly počty srovnatelné 0,15 a 0,1 log KTJ/ml. Neochucený olej obsahoval počty kvasinek a plísní průměrně 0,16 log KTJ/ml.

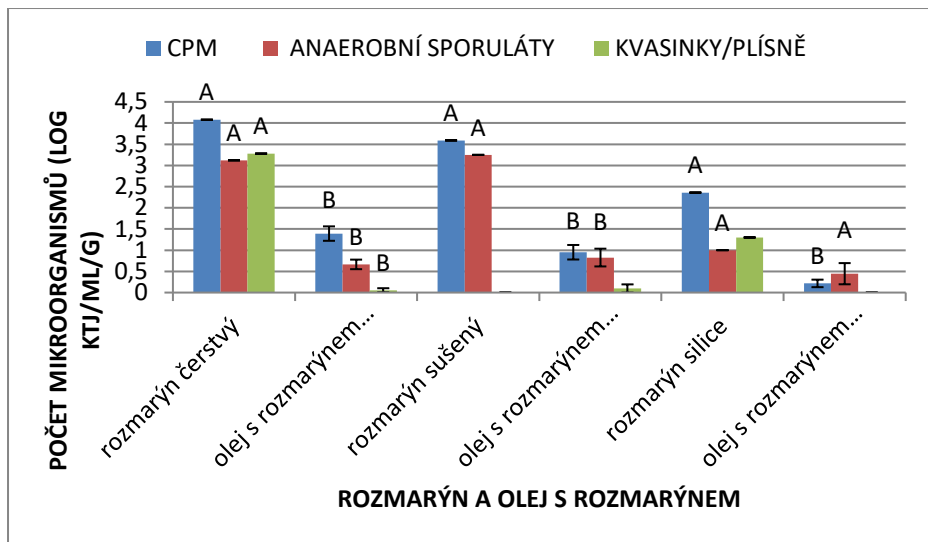
Pro posouzení primární kontaminace byly provedeny mikrobiologické analýzy i neochuceného oleje a ochucující složky (čerstvé, sušené, silice). Zjištěné počty

mikroorganismů byly porovnány a jsou znázorněny na Obr. 3 (česnek a olej s česnekem) a 4 (rozmarýn a olej s rozmarýnem).



Obrázek 3: Porovnání celkového počtu mikroorganismů, počtu anaerobních sporulujících mikroorganismů, počtu kvasinek a plísní (log KTJ/ml, resp. KTJ/g) v ochucených olejích česnekem a v česneku. Porovnávané soubory jsou brány jako celek, bez ohledu na dobu skladování. Průměry označené různými písmeny se v rámci sledovaného souboru liší ($p < 0,05$); n (česnek) = 3; n (oleje s česnekem) = 24.

Ve všech vzorcích s různě upraveným česnekem byly zjištěny počty mikroorganismů vyšší ($p < 0,05$) v porovnání s oleji se stejnou formou úpravy česneku (mimo sušené formy úpravy v případě anaerobních sporulátů). V olejích s přidáním česnekem byly detekovány celkové počty mikroorganismů v rozmezí 0,25–0,79 log KTJ/ml, zatímco v různě upravených formách česneku byly detekovány počty v rozmezí 2,25–4,48 log KTJ/ml, resp. KTJ/g. Anaerobní sporuláty se vyskytovaly v olejích s různými formami úpravy česneku od 0,56 log KTJ/ml do 0,83 log KTJ/ml, zatímco u česneku čerstvého, sušeného a česnekové silice byly jejich počty od 0,69 log KTJ/g do 2,04 log KTJ/ml. Kvasinky a plísňe byly zaznamenány u všech forem úpravy česneku v rozmezí 1,7–2,97 log KTJ/ml/ nebo log (KTJ/g). V olejích s česnekem se kvasinky a plísňe vyskytovaly pouze u oleje s česnekem sušeným (0,1 log KTJ/ml) a v olejích s česnekovou silicí (0,14 log KTJ/ml).



Obrázek 4: Porovnání celkového počtu mikroorganismů, počtu sporulujících anaerobních mikroorganismů, počtu kvasinek a plísň (log KTJ/ml, resp. KTJ/g) v ochucených olejích rozmarýnem a rozmarýnu. Porovnáváné soubory jsou brány jako celek, bez ohledu na dobu skladování. Průměry označené různými písmeny se v rámci sledovaného souboru liší ($p < 0,05$); n (rozmarýn) = 3; n (oleje s rozmarýnem) = 24.

Při porovnání mikrobiální kontaminace rozmarýnu a olivového oleje s přidáním rozmarýnem byly zjištěny průměrné počty mikroorganismů v olejích vždy nižší ($p < 0,05$) než v samotném ochucující složce (opět kromě sušené formy). Zatímco různé formy přidávaného rozmarýnu obsahovaly celkové počty mikroorganismů od 2,36 log KTJ/ml do 4,08 log KTJ/g, olej s rozmarýnem obsahoval CPM v rozmezí 0,22–1,39 log KTJ/ml. Počty anaerobních sporulátů v různých formách rozmarýnu byly od 1 log KTJ/ml do 3,25 log KTJ/g a v oleji s přidavkem různých forem rozmarýnu od 0,45 log KTJ/ml do 0,83 log KTJ/ml. Kvasinky a plísně u rozmarýnu čerstvého, resp. rozmarýnové silice dosahovaly hodnoty 3,28 log KTJ/g, resp. 1,3 log KTJ/ml, u rozmarýnu sušeného nebyly detekovány. V olejích s rozmarýnem čerstvým a sušeným byly kvasinky a plísně detekovány v průměrných počtech do 0,1 log KTJ/ml.

V olivových olejích (ochucených i neochucených) nebyla po celou dobu skladování detekována přítomnost bakterií mléčného kvašení, bakterií rodu *Salmonella* spp. ani *Clostridium botulinum*.

Výskyt a přežívání kvasinek a plísní v olivových olejích potvrzují Ciafardini et al. (2017). Zullo & Ciafardini (2020) uvádějí, že se v olivových olejích mohou vyskytovat i bakterie, např. rodu *Bacillus* spp., *Staphylococcus* spp., *Kocuria* spp., *Lysinibacillus* spp., a *Lactobacillus* spp. Výskyt a přežívání bakterií v olivových olejích byl potvrzen i v našem výzkumu. Během skladování neochuceného oleje se celkový počet mikroorganismů snížil ($p < 0,05$) z 2,10 log KTJ/ml na 1,44 log KTJ/ml. Počty anaerobních sporulátů se po 12 měsících skladování naopak zvýšily na 1,44 log KTJ/ml. Počty kvasinek a plísní byly po celou dobu skladování vyrovnané ($p > 0,05$). Také Koidis et al. (2008) pozorovali v olivovém oleji během skladování snižování celkových počtů mikroorganismů. U ochucených olivových olejů se CPM v průběhu skladování snížily ($p < 0,05$), pouze u oleje ochuceného sušeným česnekem se počty zvýšily, v případě použití sušeného rozmarýnu, byly počty v průběhu skladování vyrovnané. Počty anaerobních sporulátů se v průběhu skladování snížily ($p < 0,05$), vyjma oleje s přídavkem rozmarýnové silice, kde došlo po 9 měsících ke zvýšení ($p < 0,05$) jejich počtů. V případě ochucení oleje čerstvým česnekem nebo rozmarýnem se počty anaerobních sporulátů neměnily. Plísně a kvasinky nebyly na konci skladování v ochucených olejích detekovány, pouze u olejů ochucených rozmarýnem (čerstvý, sušený, silice) byly po 9 měsících zaznamenány počty do 0,29 log KTJ/ml.

ZÁVĚR

Výsledky mikrobiologických analýz ochucených olivových olejích ukázaly, že mikroorganismy jsou schopny v olivových olejích přežívat. Způsob ochucení a doba skladování ovlivňují perzistenci mikroorganismů v závislosti na primární kontaminaci. Tuto vlastnost lze pozorovat zejména při použití aromatických látek s vysokou antimikrobiální aktivitou. Tím byla potvrzena přirozená antimikrobiální vlastnost česneku a jeho pozitivní vliv na mikrobiologickou kvalitu ochucených olivových olejů. Po celou dobu skladování nebyly v olejích detekovány patogenní mikroorganismy

Salmonella spp. a *Clostridium botulinum*. Legislativa neumožňuje označit olivový olej jako „ochucený“. V naší studii bylo toto označení použito zejména pro zjednodušení a lepší orientaci v obrázcích. V tržní síti jsou tyto produkty prodávány jako dresinky či zálivky z olivového oleje.

LITERATURA

Abo, B., Greenway, S., Healy, B., Bevan, J., McCurdy, S. M., Peutz, J., Wittman, G. (2014): Acidification of garlic and herbs for consumer preparation of infused oils. *Food protection trends*, 34(4), 247–257.

Biagi, A. Z., Maiuro, L., Ciafardini, G. (2018): Survival of Coliform Bacteria in Virgin Olive Oil. *Biomed research international*, 2018.

Ciafardini, G., Zullo, B. A. (2002): Survival of micro-organisms in extra virgin olive oil during storage. *FOOD MICROBIOLOGY*, 19(1): 105–110.

Ciafardini, G., Cioccia, G., Zullo, B. A. (2013): Survival of *Candida parapsilosis* yeast in olive oil. *Annals of microbiology*, 63(4):1645–1648.

Ciafardini, G., Cioccia, G., Zullo, B. A. (2017): Taggiasca extra virgin olive oil colonization by yeasts during the extraction proces. *Food microbiology*, 62: 58–61.

ČSN EN ISO 4833-1 (560083) Mikrobiologie potravinového řetězce - Horizontální metoda pro stanovení počtu mikroorganismů: Část 1: Technika přelivem a počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C, (2014). Český normalizační institut.

ČSN 56 0090 (560090). Potravinářské výrobky. Průkaz botulinických toxinů a *Clostridium botulinum*, (1987). Český normalizační institut Praha.

ČSN ISO 15214 (560117). Mikrobiologie potravin a krmiv - Horizontální metoda stanovení počtu mezofilních bakterií mléčného kvašení - Technika počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C. 2000, Český normalizační institut Praha.

ČSN ISO 21527-2 (560650) Mikrobiologie potravin a krmiv - Horizontální metoda stanovení počtu kvasinek a plísní - Část 2: Technika počítání kolonií u výrobků s aktivitou vody nižší než nebo rovnou 0,95. 2009, Český normalizační institut Praha.

ČSN EN ISO 6579-1 (560088) Mikrobiologie potravinového řetězce - Horizontální metoda průkazu, stanovení počtu a sérotypizace bakterií rodu *Salmonella* - Část 1: Průkaz bakterií rodu *Salmonella*. 2020, Český normalizační institut Praha.

Görner, F., Valík, L. (2004): Aplikovaná mikrobiológia požívatín: princípy mikrobiológie požívatín, potravinársky významné mikroorganizmy a ich skupiny, mikrobiológia potravinárskych výrob, ochorenia mikrobiálneho pôvodu, ktorých zárodky sú prenášané požívatínami (1.). Bratislava: Malé centrum, 528 s. ISBN 80-967064-9-7.

Koidis, A., Triantafyllou, E., Boskou, D. (2008): Endogenous microflora in turbid virgin olive oils and the physicochemical characteristics of these oils. *European journal of lipid science and technology*, 110(2): 164–171.

Palumbo, M., Harris, L. J. (2011): Microbiological food safety of olive oil: A review of the literature. *US Davis olive center report*.

Nummer, B. A., Schaffner, D. W., Fraser, A. M., Andress, E. L. (2011): Current Food Safety Issues of Home-prepared Vegetables and Herbs Stored in Oil. *Food protection trends*, 31(6): 336–342.

Raab, C. (2015): Food Safety & Preservation: Herbs and Vegetables in Oil. Oregon State University Extension Service cooperating. SP 50-701. *Oregon* (oregonstate.edu)

Zullo, B. A., Ciafardini, G. (2020): Virgin Olive Oil Quality Is Affected by the Microbiota that Comprise the Biotic Fraction of the Oil. *Microorganisms*, 8: 663–676.

*Kontaktní adresa: doc. MVDr. Olga Cwíková, Ph.D., Ústav technologie potravin,
Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká
republika, e-mail: cwikova@mendelu.cz*

SROVNÁNÍ MIKROBIOTY ROSTLINNÝCH ANALOGŮ MASA S MASNÝMI PRODUKTY

COMPARISON OF THE MICROBIOTA OF PLANT BASED MEAT ANALOGUES WITH PROCESSED MEATS

Kateřina Dorotíková¹ – Marta Duřková¹ – Josef Kameník¹

¹Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie,
Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VETUNI, Palackého tř. 1946/1;
612 42 Brno

ABSTRAKT

Rostlinné alternativy masa nabývají v posledních letech u spotřebitelů na oblibě, která je podpořena jak ekologickými, etickými a/nebo zdravotními důvody. Aspekty bezpečnosti potravin včetně mikrobiálního zastoupení u těchto nově vznikajících potravinářských produktů však nejsou dostatečně prozkoumány. V rámci studie byla provedena kvalitativní i kvantitativní mikrobiologická analýza celkem 43 vzorků PBMA (*plant based meat analogues*) z kategorie „ready-to-cook“ a pro srovnání také 9 vzorků mletého masa/masných polotovarů (MP). Průměrný celkový počet mikroorganismů (CPM) ve vzorcích PBMA činil 5,62 log KTJ/g, ve vzorcích mletých mas/masných polotovarů 7,66 log KTJ/g. Bakterie mléčného kvašení (BMK) byly ve vzorcích přítomny v podobném zastoupení (\bar{x} 5,2 log KTJ/g, PBMA; \bar{x} 5,0 log KTJ/g, MP), stejně jako *C. perfringens* (20,9 %, PBMA; 22,2 %, MP). Bakterie čeledi *Enterobacteriaceae* a *E. coli* se ve vyšší míře vyskytovaly v masných produktech s 88,9 % a 100 % pozitivních vzorků, v daném pořadí. PBMA byly naopak významným zdrojem bakterií r. *Bacillus*. Zatímco ve vzorcích masa byl r. *Bacillus* zjištěn jen v 1 vzorku (11,1 %; <1,7 log KTJ/g), ve vzorcích PBMA to bylo v 86 % vzorků s průměrným počtem 2,6 log KTJ/g. V 36 vzorcích PBMA byl potvrzen výskyt druhu *B. cereus*, který s sebou může nést riziko alimentárního onemocnění.

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

ABSTRACT

Recently, plant based meat analogues are gaining momentum due to environmental, ethical, or/and health reasons of consumers. However, aspects of food safety including microbial composition of these emerging food products are not sufficiently investigated. A quantitative and qualitative microbiological analysis of 43 samples of PBMA (*plant based meat analogues*) from the "ready-to-cook" category and, for comparison, also 9 samples of processed meats (PM) were performed. The average total microbial count (TVC) in PBMA samples was 5.62 log CFU/g and 7.66 log CFU/g in processed meat samples. In both product categories, lactic acid bacteria (LAB) were present in a similar proportion (\approx 5.2 log CFU/g, PBMA; \approx 5.0 CFU/g, PM), as well as *C. perfringens* (20.9%, PBMA; 22.2%, PM). *Enterobacteriaceae* and *E. coli* were more prevalent in processed meats with 88.9% and 100% of positive samples, respectively. On the other hand, PBMA were a significant source of *Bacillus* bacteria. While in processed meats *Bacillus* was detected in 1 sample (11.1%; <1.7 log CFU/g), in PBMA *Bacillus* species were found in 86% of samples with an average of 2.6 log CFU/g. In 36 PBMA samples, the occurrence of *B. cereus*, which can possess the risk of foodborne disease, was confirmed.

Keywords: total microbial count; lactic acid bacteria; *Bacillus cereus*; *Clostridium perfringens*

ÚVOD

Lidstvo konzumuje tradiční potraviny živočišného původu (maso, vejce, mléko ad.) tisíce let a dlouhá desetiletí probíhá také výzkum jejich chemického složení, nutričních vlastností nebo přítomné mikrobioty. V 21. století se objevila na trhu zcela nová kategorie potravin, které se snaží napodobit tradiční potraviny živočišného původu, jsou však připravené na bázi rostlinných bílkovin. Poměrně výraznou skupinu v této kategorii představují imitace masa, které se v anglosaské literatuře označují výrazem *plant based meat analogues* (PBMA). V roce 2021 dosáhl jejich obrát ve světě 5,6 mld. USD (Euromonitor, 2022). Překotný vývoj PBMA a snaha o co nejlepší uplatnění na trhu však zaostává za výzkumem těchto potravin, zejména z hlediska stravitelnosti

a biologické dostupnosti přítomných živin. Zcela ojedinělé jsou rovněž informace o přítomné mikrobiotě, a to jak z hlediska zastoupení saprofytických bakterií schopných zkracovat údržnost PBMA, ale zejména z hlediska přítomnosti původců alimentárních onemocnění (Duthoo et al. 2022).

Cílem studie bylo porovnat mikrobiální stav PBMA z tržní sítě v ČR a vybraných masných produktů.

MATERIÁL A METODIKA

Byla provedena kvalitativní i kvantitativní mikrobiologická analýza celkem 43 vzorků PBMA (výrobky kategorie „ready-to-cook“) a pro srovnání 9 vzorků mletého masa/masných polotovarů. U PBMA byla provedena 2 nezávislá stanovení u 20 různých druhů PBMA; pro 3 vzorky bylo provedeno jen jedno stanovení. Mikrobiologické vyšetření bylo zaměřeno na stanovení vybraných indikátorových mikroorganismů (celkový počet mikroorganismů, čeleď *Enterobacteriaceae*, *E. coli*, kvasinky a plísňe, včetně bakterií mléčného kvašení), presumptivních *Staphylococcus aureus* a sporogenních aerobních (*Bacillus* spp.) i anaerobních bakterií (*Clostridium* spp.) s určením druhu získaných izolátů. Pro kvantitativní hodnocení bylo sterilně odebráno 25 g vzorku a homogenizováno s 225 ml sterilní pufované peptonové vody (PPV; OXOID, UK). Následně byly připraveny ředící řady s výsevem na pevná kultivační média dle příslušných standardů. Kvalitativní vyšetření bylo provedeno u aerobních mikroorganismů z pomnožení již vytvořeného homogenátu (25 g vzorku + 225 ml PPV) a u anaerobů s 10 g vzorku s následnou homogenizací v 90 ml PPV, v případě BMK v 90 ml MRS bujonu. Druhová identifikace izolátů byla provedena metodou MALDI-TOF MS.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Celkem bylo vyšetřeno 43 vzorků PBMA. Průměrný CPM činil 5,62 log KTJ/g. Vzorky vykázaly velkou variabilitu od 1,0 po 7,23 log KTJ/g. Vzorky mletých mas/masných polotovarů vykázaly vyšší mikrobiální kontaminaci, průměrný CPM dosáhl 7,66 log KTJ/g (min. 3,58; max. 8,45). Výsledky odpovídají studii Duthoo et al. (2022),

kteřá uvádí průměrné hodnoty CPM 4,7 log KTJ/g u alternativ masa kategorie ready-to-eat.

BMK byly nalezeny jen ve 20 vzorcích PBMA (46,5 %), v mletém mase/masných polotovarech se vyskytovaly ve všech analyzovaných vzorcích (100 %). Průměrný počet BMK v PBMA dosáhl 5,2 log KTJ/g, ve vzorcích zpracovaného masa to bylo 5,0 KTJ/g. Bakterie čeledi *Enterobacteriaceae* byly zjištěny jen v 6 vzorcích PBMA (14,0 %), ale v 8 vzorcích z masa (88,9 %). V druhovém rozlišení z PBMA to byly druhy *Cronobacter sakazakii*, *Hafnia alvei*, *Kluyvera cryocrescens*, ve vzorcích z masa byly zjištěny druhy *E. coli*, *Serratia liquefaciens*, *Buttiauxella gaviniae*, *Citrobacter gillenii*. Průměrný počet *Enterobacteriaceae* ve vzorcích z masa činil 3,4 KTJ/g. *E. coli* byla zjištěna v 1 vzorku PBMA (2,3 %), ale ve 100 % vzorků z masa. Žádný z izolátů nepatřil do patotypu STEC. Presumptivní *S. aureus* byl prokázán ve 4 vzorcích PBMA (9,3 %), ale v 7 vzorcích z masa (77,7 %) v průměrném počtu 1,4 log KTJ/g.

PBMA byly však významným zdrojem bakterií r. *Bacillus*. Zatímco ve vzorcích masa byl r. *Bacillus* zjištěn jen v 1 vzorku (11,1 %; <1,7 log KTJ/g), ve vzorcích PBMA to bylo v 86 % vzorků s průměrným počtem 2,6 log KTJ/g. V 36 vzorcích byl potvrzen výskyt druhu *B. cereus*. Přítomnost *C. perfringens* byla prokázána v 20,9 % vzorků PBMA a 22,2 % vzorků zpracovaných mas.

V PBMA byla zjištěna průměrná hladina kvasinek a plísní 3,0 KTJ/g, ve vzorcích zpracovaného masa to bylo 2,8 KTJ/g.

Komerční výroba PBMA využívá v současnosti texturované rostlinné proteiny, které podléhají značné tepelné a mechanické zátěži v procesu označovaném jako *extrusion cooking* (Baune et al., 2022). Teplota směsi přitom dosahuje až 180 °C, což jsou z hlediska mikrobiologie zcela devastující podmínky. Na druhou stranu se ale PBMA skládají z velkého počtu jednotlivých různorodých složek (Xie et al., 2022; Zhou et al., 2021). Při jejich kompletaci může dojít ke kontaminaci, což by vysvětlovalo poměrně různorodou kvalitu i kvantitu přítomné mikrobioty.

ZÁVĚR

Kvalitativní a kvantitativní mikrobiologická analýza PBMA odhalila kontaminaci, jejíž hladina byla nižší ve srovnání se vzorky mletého masa nebo masných polotovarů. BMK byly zjištěné v 46,5 % vzorků PBMA, ale ve všech vzorcích masných produktů. Závažná je přítomnost potenciálně patogenních izolátů *B. cereus*, jejichž přítomnost se prokázala v 36 vzorcích PBMA (83,7 %). Jestli ale bakterie *B. cereus* představují ve vzorcích riziko pro konzumenty, bude předmětem dalšího výzkumu.

PODĚKOVÁNÍ

Studie byla financována projektem 2022ITA24 z programu ITA Veterinární univerzity Brno.

LITERATURA

Baune, M. C., Terjung, N., Tülbek, M. Ç., Boukid, F. (2022): Textured vegetable proteins (TVP): Future foods standing on their merits as meat alternatives. *Future Foods*, 6: 100181.

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*, 22:34.

Euromonitor. Passport Market Sizes for 'Staple Foods - Meat and Seafood Substitutes'. *Euromonitor International*, 2022.

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*, 387: 132917.

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*, 364:130439.

Kontaktní adresa: Mgr. Kateřina Dorotíková, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, FVHE, Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: dorotikova@vfu.cz

VYŽÁDANÉ PŘÍSPĚVKY
MEZINÁRODNÍ SEKCE KONFERENCE
INGROVY DNY 2023
28. 2. 2023

INVITED SPEAKERS
OF INTERNATIONAL CONFERENCE SESSION
INGR'S DAYS 2023
FEBRUARY 28, 2023

**A DESCRIPTIVE STUDY ON THE CARCASS, MUSCLE, AND OFFAL
YIELDS OF THE PLAINS ZEBRA (*EQUUS QUAGGA*)
HARVESTED IN TWO SEASONS**

Myburgh A.¹ – Lambrechts H.¹ – Van Zyl J. H. C.¹ – Hoffman L. C.^{1,2}

**¹Department of Animal Sciences, University of Stellenbosch, Private Bag X1,
Matieland, Stellenbosch 7602, South Africa**

**²Center for Nutrition and Food Sciences, Queensland Alliance for Agriculture
and Food Innovation (QAAFI), The University of Queensland, Digital
Agricultural Building, 8115, Office 110, Gatton, QLD 4343, Australia**

ABSTRACT

This study presents descriptive data on the meat and offal production of Plains zebras harvested in the winter ($n = 8$) and summer ($n = 12$) seasons, at different respective locations in the Western Cape Province of South Africa. The cold dressing percentages were numerically higher for the winter ($58.0 \pm 0.60\%$) than for the summer-harvested animals ($56.60 \pm 0.70\%$). Heavier internal offal yields were reported for the winter-harvested group (70.76 ± 21.8 kg) compared to the summer-harvested animals (66.13 ± 3.78 kg). As harvest season had no influence, pooled data of the percentage contribution of each muscle to cold carcass weight indicated that the *Longissimus et lumborum* ($3.5 \pm 0.18\%$), *semimembranosus* ($1.6 \pm 0.04\%$), *biceps femoris* ($2.7 \pm 0.05\%$) and *semitendinosus* ($0.9 \pm 0.02\%$) muscles differed significantly in their respective contributions to cold carcass weight. No significant differences were recorded between the contribution of the *infraspinatus* ($0.6 \pm 0.02\%$), *supraspinatus* ($0.4 \pm 0.03\%$) and *psoas major* ($0.6 \pm 0.02\%$) muscles. Carcass and muscle yields, as well as low-cost protein offal yields from this study indicate that the Plains zebra has the potential to be used and distributed as an alternative protein source.

Keywords: game meat; carcass yields; offal yields; muscle yields; zebra

Contact address: Dr. Brink Van Zyl, Department of Animal Science, Stellenbosch University, Matieland, 7602, Stellenbosch, South Africa, e-mail: brinkvz@sun.ac.za

EFFECT OF LACTIC FERMENTATION ON DIGESTIBILITY AND NUTRITIONAL VALUE OF PEA FLOUR

Sylvie Skaličková¹ – Andrea Ridošková² – Pavel Horký¹

¹Department of Animal Nutrition and Forage Production,
Faculty of AgriSciences, Mendel University in Brno, Brno, Czechia

²Department of Chemistry and Biochemistry, Faculty of AgriSciences, Mendel
University in Brno, Brno, Czechia

ABSTRACT

Legumes are beneficial in the human diet due to their high content of proteins and starch. However, their consumption is accompanied by unpleasant effects, for which antinutritional substances are responsible. Among them belongs fermentable oligosaccharides (raffinose) causing bloating, phytic acid which is responsible for reduction of minerals bioavailability. In addition, lectins, trypsin inhibitors, and polyphenols are decreasing protein digestibility. This study was conducted for a comparison between natural and fermented pea flour on its digestibility, and nutrition bioavailability. The controlled fermentation was performed using *L. plantarum*. *In vitro* digestion process according to Infogest protocol (published in Nature, 2019) showed that fermentation improved protein digestibility, and bioaccessibility of Mn and Fe. In fermented pea flour were observed significant decrease of glucose, maltose and raffinose contents. Phytic acid content was not significantly affected by fermentation, but content of total polyphenols was higher in the fermented sample. These findings suggest that lactic fermentation of pea flour is a promising culinary preparation which can improve the digestibility of pea flour.

Keywords: iron; polyphenol compounds; phytic acid; raffinose; L. plantarum

ACKNOWLEDGEMENT

Study was funded by the project Development of biofortified pea breeding lines with low phytic acid content. Project number: QK1810072

Contact address: Ing. Sylvie Skaličková, PhD., Department of Animal Nutrition and Forage Production, Faculty of AgriSciences, Mendel University in Brno, Brno, Czechia, e-mail: sylvie.skalikova@mendelu.cz

THE CARBON FOOTPRINT OF MEAT AND DAIRY PRODUCTS

Goran Kiš¹ – Ivica Kos¹ – Ivan Vnučec¹ – Darija Bendelja Ljoljić¹
Mateja Pečina¹ – Dalibor Bedeković¹ – Mihael Janječić¹

¹University of Zagreb Faculty of Agriculture, Svetošimunska 25,
10000 Zagreb, Croatia

ABSTRACT

It is a commonly accepted prejudice that animal production, the consumption of meat and dairy products, is the greatest cause of global warming, i.e., it has the greatest negative impact on planet Earth, as represented by the ecological unit of carbon footprint. While it is scientifically proven that the burning of fossil fuels to produce electricity and thermal energy accounts for the largest share of greenhouse gas emissions, totaling 31% of annual emissions, followed by transportation at 15%, industrial production at 12.4%, and animal agriculture at 11%. Of course, this share of livestock production is not the same for all countries in the world, and the methodology for assessing the impact of livestock production on the environment varies and is not consistent across the globe. In addition to the actual production of animals and their use as food, a significant portion of the impact is also due to other anthropogenic activities in the supply chain from farm to table. The aim of this paper is therefore to take a critical look at all the stakeholders that contribute to the carbon footprint of meat and milk, and conclude by reflecting on how we all need to contribute to reducing the carbon footprint of meat and milk production.

Keywords: carbon footprint, greenhouse gases, meat, dairy,

BACKGROUND

The definition is as follows: "A carbon footprint is the amount of carbon dioxide (CO₂) emissions associated with all activities of an individual or other entity (e.g., building, corporation, state, etc.). It includes direct emissions, e.g., from the combustion of fossil fuels in production, heating, and transport, as well as emissions required to generate electricity associated with the consumption of goods and services" (Selin, 2022). In addition to CO₂ emissions, the impact of other greenhouse gas (GHG)

emissions such as water vapour (H₂O), methane (CH₄), nitrogen suboxide (N₂O), or chlorofluorocarbons (CFCs) must also be monitored. All of these gases are characterised by the fact that to some extent they impede the escape of long-wave thermal radiation from the Earth's atmosphere, leading to a global temperature increase in the atmosphere, and some affect the concentration of ozone (O₃) in the stratosphere. According to data from the 16th edition of the World Meteorological Organization (WMO) Greenhouse Gas Bulletin, CO₂ accounted for about 66% of greenhouse gases in 2019, CH₄ for 16%, N₂O for 7%, CFCs for 7%, and other gases for 4% (Fuk, 2021).

CARBON FOOTPRINT AND ANIMAL PRODUCTION

When agriculture and food production are discussed in the context of the climate crisis, the impact of rising global temperatures and the intensification of extreme weather conditions (more intense and frequent heat waves, droughts, floods, salinization, etc.) on agricultural yields and food security are usually considered. As a result, most initiatives in this sector focus primarily on developing and funding adaptation measures and, to a much lesser extent, on reducing greenhouse gas emissions by improving production.

What is often forgotten is that global food production is one of the most important drivers of climate change and the cause of natural habitat and biodiversity loss, as well as reductions in drinking water supplies and pollution of aquatic and terrestrial ecosystems with nitrogen and phosphorus (Springmann et al., 2018). Greenhouse gas emissions from food production (including production, transportation, storage, and emissions from food waste) account for up to 30% of total anthropogenic greenhouse gas emissions. The production of meat and milk accounts for the largest share of this (14.5%). The recent report given by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2018)) states unequivocally that it is agriculture and the food supply system that play a key role in addressing global climate change. Assuming an expected population growth of 30% and an increase in consumption of meat and dairy products because of GDP growth, emissions from the food sector will nearly exhaust the total GHG emissions budget of all sectors by 2050, according

to the business-as-usual (BAU) scenario Bajželj et al. (2014). By then, GHG emissions, land and water use, and nitrogen and phosphorus consumption are projected to increase by a total of 50–92%, with the largest increase just in the GHG emissions category (92%). Altogether, this will lead to critical stress and a high probability of ecosystem collapse (Figure 1). Therefore, the continuation of food production and consumption under the current scenario is absolutely impossible, and the introduction of drastic changes to the existing system is urgently needed at the global level.

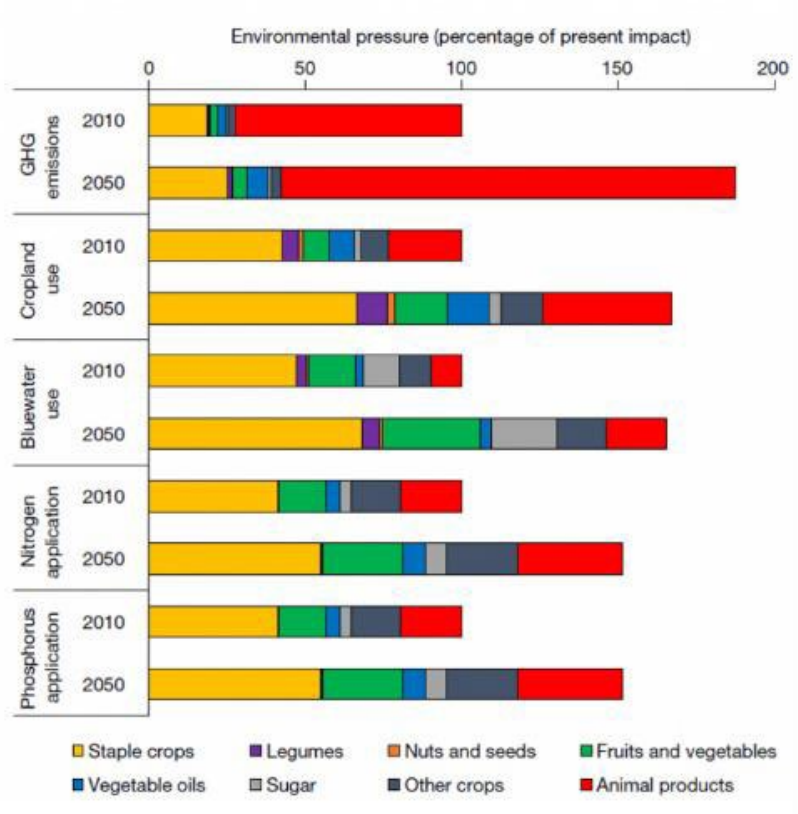


Figure 1: Environmental pressures on five environmental domains divided by food group, 2010 and projected 2050 (Springmann et al., 2018)

A significant reduction of the overall carbon footprint, and in particular reducing greenhouse gas emissions from the production and food supply sector, requires

a complete restructuring in three key areas, namely: a) changing the way food is produced and distributed; b) reducing food waste; c) changing dietary habits in developed industrialized countries.

Changing the way food is produced means increasing current soil yields through various policies and practises, balancing the application of nitrogen and phosphorus fertilisers, improving water supplies for agricultural production, reducing emissions of methane and nitrogen oxides, and taking a range of measures to reduce the environmental footprint of food distribution while ensuring a safe food supply for the population.

In addition, there is a need to significantly reduce food losses, as up to 30% of all food produced worldwide is thrown away, placing a huge burden on the environment. In addition to the greenhouse gas emissions released into the atmosphere during the production of this food, there are also significant amounts of methane produced when discarded food decomposes in landfills (it should be noted that the global warming potential of methane is 84 times higher than that of CO₂). In less developed countries, the primary need is to reduce food losses in the field and during storage, while in developed countries the focus should be on reducing food losses at the retail sale or household use stage. Therefore, in order to make significant progress in reducing food waste, specific guidelines, tools and mechanisms based on accurate and complete data and indicators need to be developed for each country. In Croatia, for example, 380.000 food items are thrown away annually, with 53% of the waste generated in households.

The production of different food categories has a different environmental footprint and differs significantly in the amount of greenhouse gases emitted. No less than 58% of emissions are from the production of meat and dairy products, with red meat production being the most intensive (Figure 2).

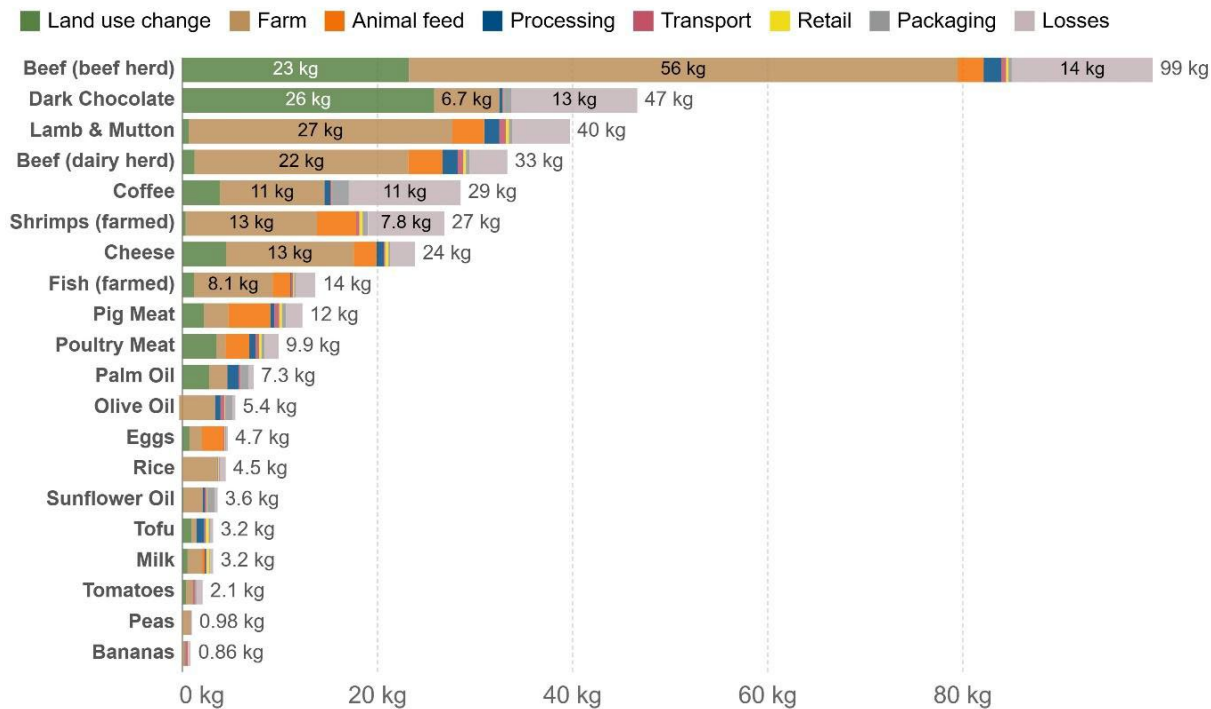


Figure 2: Carbon footprint of the food supply chain (Poore and Nemecek, 2018)

In general, dietary modification should aim to reduce consumption of just these food categories, while increasing consumption of plant foods to compensate and maintaining adequate intakes of essential nutrients. Specific actions and guidelines for dietary transition need to be developed taking into account the specificities of each population in relation to current dietary patterns, nutritional status and needs of the population, and ensuring food security. In countries with a problem of malnutrition, increasing the consumption of animal products could have a positive impact on the nutritional status and health of the population. In contrast, for the growing proportion of the world's population whose dietary pattern is characterized by a high proportion of meat products and other highly processed foods, a transition to a diet with a high proportion of whole foods of plant origin is necessary, not only in terms of environmental and climate impact, but also in terms of improving health, i.e., reducing the incidence of chronic non-communicable diseases (diabetes, cardiovascular disease, metabolic syndrome, some cancers), which are the leading causes of death in these countries. The proposed strategies should generally lead to a reduction in the average global consumption of food of animal origin, with a focus on populations that already consume above-average amounts of food of animal origin. Significant reductions in global consumption of meat and dairy products, particularly among the highest-consuming populations, could reduce projected emissions by 55–72%. Halving food waste could reduce emissions by a further 22% (Baželj et al., 2014; Stehfest et al., 2009; Tilman and Clark, 2014; Popp et al., 2010). Successful application of a combination of measures for more sustainable food production, reducing food losses, and changing dietary habits could achieve significant reductions in environmental impact in all five categories above (Figure 3). To significantly reduce pressure on arable land and water consumption, it is most important to technologically improve agricultural production; effective reduction of nitrogen and phosphorus consumption requires a combination of all approaches, including changing dietary habits, reducing food losses, and using fertilizers more efficiently and sustainably, while to significantly reduce greenhouse gas emissions, it is most important to change dietary habits on a global scale.

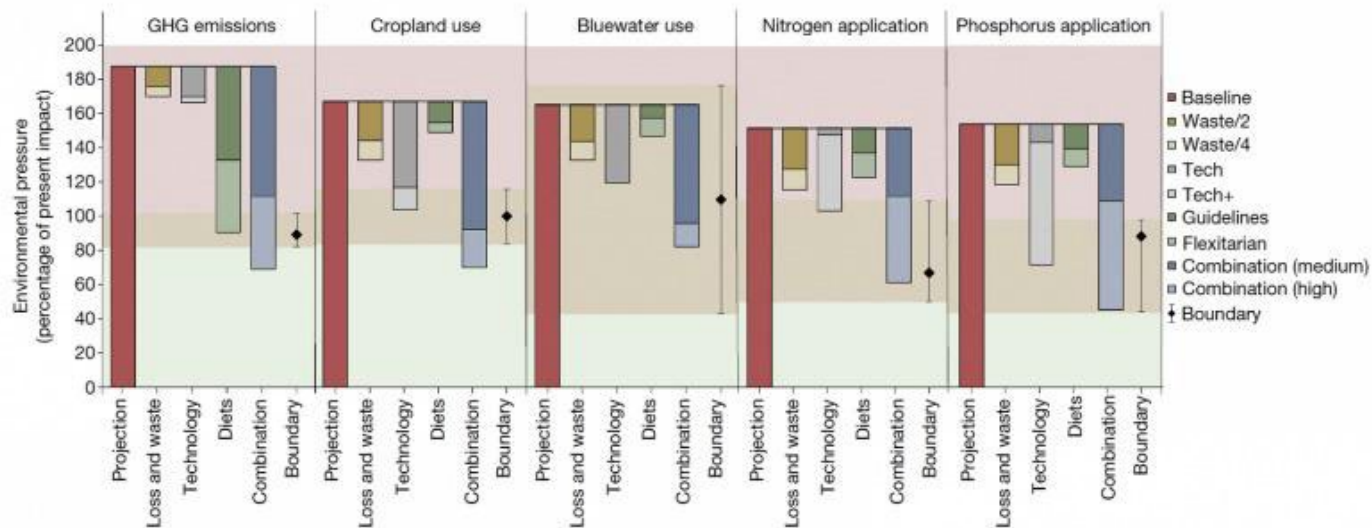


Figure 3: Impacts of reductions in food loss and waste, technological change, and dietary changes on global environmental pressures in 2050 (Springmann et al., 2018)

The implementation of these measures will depend on the regulatory framework and available support systems in each region. A number of concrete solutions are proposed in the context of improving technologies and management practices in agriculture, but adoption of these options will require investment in public infrastructure, effective incentive programs for farmers (including support mechanisms for adoption of best available practices), and better regulatory systems; e.g., for use and water quality (Beach, 2015; Mueller, 2012). Significant reductions in food losses and food waste generation will require the introduction of measures throughout the food supply chain. In developing countries, this primarily refers to investments in agricultural infrastructure and improvements in available technologies for food storage, transportation, and distribution. In developed countries, it is important to invest in education and campaigns to raise consumer awareness, label food, improve packaging to extend the shelf life of food, and encourage changes in legislation to promote closed-loop supply chains; e.g., where waste is recycled back into the system (Parfitt et al., 2010). Significantly changing dietary habits in developed countries will require an integrated, multi-component approach that includes a number of clear actions: a combination of media and education campaigns, changes in the food labeling system and better consumer information on the environmental and health impacts of food, the introduction of fiscal measures such as taxation of food taking into account its environmental/carbon footprint, subsidies for the sustainable production of food with a low environmental footprint, and measures to increase the availability of locally produced food with a low environmental footprint. An important first step in this process is certainly the harmonization of national guidelines for healthy diets with scientific evidence on the impact of dietary patterns on health, the environment, and the climate (Mozaffarian, 2016; Ritchie et al. 2018).

CONCLUSIONS

The impact of food production on the environment will increase significantly in the near future. Without deliberate action, continuation of the BAU scenario will lead to overshoot of planetary boundaries and destabilization of important processes

in the Earth's ecosystem. To avoid the worst scenario, it is crucial to stimulate synergistic actions to improve agricultural production, reduce food losses and change food habits, always taking into account the specific local context. This will be crucial for the development of a sustainable food system that can evolve within planetary boundaries.

REFERENCES

- Bajželj, B., Richards, K. S., Allwood, J. M., Smith, P., Dennis, J. S., Curmi, E., Gilligan, C. A. (2014): Importance of food-demand management for climate mitigating. *Nature Climate Change*, 4(10), 924–929.
- Beach, R. H. et al. (2005): Global mitigation potential and costs of reducing agricultural non-CO₂ greenhouse gas emissions through 2030. *J. Integr. Environment. Sci.* 12, 87–105.
- Fuk, B. (2021): Ugljični otisak. *Sigurnost* 63(4), 443–447.
- IPCC, Global Warming of 1.5°C, IPCC, Geneva 2018 (<https://www.ipcc.ch/sr15/>)
- Mozaffarian, D. (2016): Dietary and policy priorities for cardiovascular disease, diabetes, and obesity: a comprehensive review. *Circulation* 133, 187–225.
- Mueller, N. D. et al. (2013): Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature* 490, 254–257 (2012); corrigendum 494, 390.
- Parfitt, J., Barthel, M., Macnaughton, S. (2010): Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Phil. Trans. R. Soc. B* 365, 3065–3081.
- Popp, A., Lotze-Campen, H., Bodirsky, B. (2010): Food consumption, diet shifts and associated non-CO₂ greenhouse gases from agricultural production. *Global Environmental Change*, 20(3), 451–462.
- Poore, J., Nemecek, T. (2018): Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992.

Ritchie, H., Reay, D. S., Higgins, P. (2018): The impact of global diet guidelines on climate change. *Globe. Environment. Change* 49, 46–55.

Selin, N. Eckley (2022): Carbon footprint. *Encyclopedia Britannica*.

Springmann, M., Clark, M., Mason- D'Croz, D. et al. (2018): Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature* 562, 519–525.

Stehfest, E., Bouwman, L., van Vuuren, D. P., den Elzen, M. G. J. , Eickhout, B., Kabat, P. (2018): Climate Benefits of Changing Diet . *Climate Change* 95, 83–102.

Tilman, D., Clark, M. (2014): Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518–522.

Contact adress: Assoc. prof. Goran Kiš, Ph.D., Department of Animal Nutrition, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia, e-mail: kis@agr.hr

CANDIDATE GENES, FATTY ACIDS AND SENSORY ASPECT OF SHEEP MEAT

**Mateja Pećina¹ – Ivan Vnučec¹ – Darija Bendelja Ljoljić¹
Goran Kiš¹ – Ivica Kos¹**

**University of Zagreb Faculty of Agriculture, Svetošimunska 25,
10000 Zagreb, Croatia**

ABSTRACT

The sensory quality of meat, which is determined by a complex interplay of genetic, processing and environmental factors, is one of the key factors influencing demand and determining and reinforcing consumer food choices. However, sensory quality is not fully known to the consumer at the time of purchase, so predicting sensory quality before consumption is of great interest to meat producers. It is highlighted that progressive advances in molecular genetics have led to increasing identification and documentation of genes or markers that influence meat quality. This article presents the current state of knowledge on candidate genes, fatty acids and sensory aspects in sheep meat. Several selected genes related to fat content and fatty acid composition have been extensively researched in recent years and are discussed highlighting their importance for the eating quality of sheep meat.

Keywords: candidate genes, fatty acids, sensory attributes, sheep meat

BACKGROUND

Defining the eating quality of sheep meat, and in particular providing consumers with an acceptable eating quality, is of great interest to meat producers. As suggested by Pannier et al. (2018), meat eating quality is mainly influenced by tenderness, flavour and juiciness. These determinants are influenced by the complex interaction of production conditions, genotypic and environmental factors, resulting in variable meat quality. Meat tenderness is probably the most important sensory characteristic that consumers consider when deciding (Wall et al., 2019), and as such it depends on many factors such as muscle sarcomere length, connective tissue content, integrity, and tissue composition (Koochmaraie et al., 2002). Many studies have linked tenderness

to intramuscular fat (IMF) content (Pannier et al., 2018), where the metabolic processes of lipogenesis, lipolysis and fatty acid transport culminate in the deposition of IMF (Yang et al., 2017). Tenderness is a statement of meat texture that correlates positively with juiciness and flavour, while it is closely related to meat structure and cellular biochemical activity, especially postmortem.

Another important sensory characteristic is flavour, which is primarily the result of volatiles that strongly influence the sensory properties of red meat, which in turn depends on animal breed, diet, genotype, maturation, cooking methods and their interactions (Arshad et al., 2018). Meat flavour comes from cooking, as raw meat has little or no flavour. The flavours released during cooking are the result of Millard reactions between amino acids and carbohydrates and the breakdown of fat by heat. Of these compounds, medium length branched-chain fatty acids (BCFA) are the most important (Pewan et al., 2020). These branched fatty acids with 8-10 carbon atoms (such as 4-methyloctanoic acid, 4-ethyloctanoic acid and 4-methylnonanoic acid) have been found in a much higher concentration in sheep meat than in other ruminants (Duncan and Garton, 1978). They are formed when methyl malonate, an intermediate in the conversion of propionate to succinate, is used in fatty acid synthesis in the liver (Duckett et al., 2001).

Juiciness is expressed as a sensory response to the amount of moisture released from the meat and the degree of release during chewing and depends on water and fat content (McMillin et al., 2009). Cloete et al. (2012) reported that lower intramuscular fat content in meat is responsible for lower sensory evaluation of initial juiciness and sustained juiciness, which explains why juiciness has a positive correlation with water holding capacity as well as intramuscular fat content in meat, with human perception of juiciness increasing with increasing intramuscular content in meat. In view of the above, it can be concluded that many sensory perceptions depend on fat content and fatty acid composition.

CANDIDATE GENES IN SHEEP MEAT

In sheep breeding, genomic prediction offers reliable alternatives, as many traits influence fatty acid inheritance, as Casas et al. (2006) report that DNA polymorphism is associated with meat tenderness. SNPs in several genes can influence fatty acid profiles in ruminants. Genes involved in saturated fatty acid (SFA) desaturation, fatty acid elongation (FA) and FA transport processes, such as stearoyl-CoA desaturase (SCD), ELOVL family member 6 (ELOVL6, elongation of long-chain fatty acids) and acyl-ACP thioesterase (FAT), have been identified to correlate with FA profiles (Matsuzaka et al., 2002; Ntambi and Miyazaki, 2004). The expression of two fatty acid desaturases, fatty acid desaturase 1 (FADS1) and fatty acid desaturase 2 (FADS2), has also been linked to the FA composition of meat (Wood et al., 2008).

Few other enzymes are involved in the process of fatty acid synthesis in meat, such as fatty acid synthase FASN (Zhang et al., 2014), diacylglycerol acyltransferase - DGAT (Zhang et al., 2014) and SCD (Henriquez-Rodriguez et al., 2015). Casas et al. (2006) as well as other researchers found that FABP4 genes are also candidate genes. The FASN gene encodes the enzyme fatty acid synthase and is a valuable protein complex that controls the de novo biosynthesis of long-chain fatty acids. It is also associated with lipid composition and serves as a marker in breeding programs. The SCD gene catalyzes a step in the conversion of saturated fatty acids (SFA) to monounsaturated fatty acids (MUFA) in mammalian fat cells and is essential for the biosynthesis of polyunsaturated fatty acids (PUFA) such as oleic acid (C18:1n7) and palmitoleic acid (C16:1n7), which are formed after insertion of an unsaturation in the Δ^9 -position of their precursors, C18:0 and C16:0 fatty acids (Guillou et al., 2010). Garcia-Fernandes et al. (2009) found that the expression of this gene is related to palmitoleic acid (C16:1 n-7) and to SFA and MUFA fatty acids.

FABP4 is a gene encoding a group of fatty acid binding proteins and is abundantly expressed in adipose tissue, where these binding proteins are important for fatty acid metabolism, glucose homeostasis and transport and absorption. Reports by Pewan et al. (2020) show that FABP4 polymorphisms have a significant impact on live performance

and carcass characteristics, meat tenderness, degree of marbling and IMF content in sheep meat. Genes encoding leptin, such as thyroglobulin, are associated with marbling and backfat thickness, while genes encoding diacylglycerol O-acyltransferase (DGAT1) are associated with live weight, fat thickness and fat metabolism in lambs (Armstrong et al., 2018).

The liver is a primary metabolic organ in mammals that serves as a metabolic center where metabolism of BCFA occurs, and its regulatory genes have also been studied by researchers. Gunawan et al (2018) found 6 differentially expressed genes in the liver of Indonesian fat-tailed sheep by RNA deep scanning. Listyarini et al. (2018) suggested that the expression of genes related to the mutton flavor could influence the accumulation of BCFA in the liver. Genes related to the synthesis process of BCFA are CYP2B6, ACOT12, THEM4, which were significantly unregulated in the study by Zhao et al. (2022). The gene SEPW1 belongs to the selenoprotein W subfamily and functions as an antioxidant enzyme and is involved in the formation of BCFA. As suggested by Abuzahra et al. (2022), SEPW1 is a negative regulator of lamb odour and flavour and decreased SEPW1 mRNA expression results in lower odour and flavour. According to these findings, SEPW1 could also influence fatty acid metabolism (FA) and triglyceride content in meat.

CONCLUSION

Fatty acids in sheep meat will continue to be an interesting area of research in the future as they play an important role in animal growth, product quality and consumer preferences. Meat from older sheep or mutton has been shown to have a stronger mutton flavour, and in general meat from older animals was less acceptable to consumers than meat from younger lambs in terms of tenderness, juiciness, aroma and overall taste. The flavours defined as "pastoral" and "mutton" were associated with higher levels of branched chain fatty acids.

Advances in molecular genetics have led to the identification of genes and markers associated with genes affecting important traits in sheep. Most traits considered

in animal genetics improvement programs are quantitative traits controlled by many genes together with environmental factors. The development of molecular markers is attracting much interest as they play an important role in classical genetic improvement programs. Although the genes described in this article are not as well studied in ruminants as in other animals, they provide a good basis for future research.

REFERENCES

- Abuzahra, M., Sumantri, C., Uddin, M. J., Gunawan, A. (2022): Association and expression study of SEPW1 and JAML as preliminary candidate genes related to lamb odor and flavor. *Animal Biotechnology*, 0 (0), 1–9.
- Armstrong, E., Ciappesoni, G., Iriarte, W., Da Silva, C., Macedo, F., Navajas, E. A., Brito, G., San Julián, R., Gimeno, D., Postiglioni, A. (2018): Novel genetic polymorphisms associated with carcass traits in grazing Texel sheep. *Meat Science*, 145, 202–208.
- Arshad, M .S., Sohaib, M., Ahmad, R. S., Nadeem, M. T., Imran, A., Arshad, M. U., Kwon, J .H., Amjad Z. (2018): Ruminant meat flavor influenced by different factors with special reference to fatty acids. *Lipids Health Disorder*, 17, 1–13.
- Casas, E., White, S. N., Wheeler, T .L., Shackelford, S. D., Koohmaraie, M., Riley, D. G., Chase, C. C., Johnson, D. D., Smith, T. P. L. (2006): Effects of calpastatin and mu-calpain markers in beef cattle on tenderness traits. *Journal of Animal Science*, 84, 520–525.
- Cloete, J. J. E., Hoffman, L. C., Cloete, S. W. P. (2012): A comparison between slaughter traits and meat quality of various sheep breeds: Wool, dual-purpose and mutton. *Meat Science*, 91, 318–324.
- Duckett S. K., Kuber P. S. (2001): Genetic and nutritional effects on lamb flavor. *Journal of Animal Science*, 79, E249–E259.

Duncan, W. R. H., and G. A. Garton. (1978): Differences in the proportions of branched-chain fatty acids in subcutaneous triacylglycerols of barley-fed ruminants. *Journal of Nutrition*, 40, 29–33.

García-Fernández, M., Gutiérrez-Gil, B., García-Gámez, E., Arranz, J. J. (2009): Genetic variability of the stearoyl-CoA desaturase gene in sheep. *Molecular Cells Probes*, 23, 107–111.

Guillou H., Zdravec D., Martin P. G. P., Jacobsson A. (2010): The key roles of elongases and desaturases in mammalian fatty acid metabolism: Insights from transgenic mice. *Progres Lipid Research*, 49, 186–199.

Gunawan A., Sahadevan S., Cinar M. U. (2018): Identification of the Novel Candidate genes and variants in boar liver tissues with divergent skatole levels using RNA deep sequencing. *Plos One*, 8(8), e72298.

Henriquez-Rodriguez, E., Tor, M., Pena, R. N., Estany, J. (2015): A polymorphism in the stearoyl-CoA desaturase gene promoter influences monounsaturated fatty acid content of Duroc × Iberian hams. *Spanish Journal of Agriculture Research*, 13(4), e0404.

Koohmaraie, M., Kent, M. P., Shackelford, S. D., Veiseth, E., Wheeler, T. M. (2002): Meat tenderness and muscle growth: Is there any relationship? *Meat Science*, 62, 345–352.

Listyarini, K., Jakaria, J., Uddin, M. J., Sumantri, C., Gunawan, A. (2018): Association and expression of CYP2A6 and KIF12 genes related to lamb flavour and odour. *Tropical Animal Science Journal*, 41(2), 100–107.

Matsuzaka, T., Shimano, H., Yahagi, N., Yoshikawa, T., Amemiya-Kudo, M., Hasty, A.H., Okazaki, H., Tamura, Y., Iizuka, Y., Ohashi, K., Osuga, J. I., Takahashi, A., Yato, S., Sone, H., Ishibashi, S., Yamada, N. (2002): Cloning and characterization of a mammalian fatty acyl-CoA elongase as a lipogenic enzyme regulated by SREBPs. *Journal of Lipid Research*, 43, 911–920.

- McMillin, K. W., Hoffman, L. C. (2009): Improving the quality of meat from ruminants. In *Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat*; Kerry, J., Ed.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands. 418–446.
- Ntambi, J. M., and Miyazaki, M. (2004): Regulation of stearoyl-CoA desaturases and role in metabolism. *Progress Lipid Research*, 43, 91–104.
- Pannier, L., Gardner, G. E., O'Reilly, R. A., Pethick, D. W. (2018): Factors affecting lamb eating quality and the potential for their integration into an MSA sheepmeat grading model. *Meat Science*, 144, 43–52.
- Pewan, S. B., Otto, J. R., Huerlimann, R., Budd, A. M., Mwangi, F. W., Edmunds, R. C., Holman, B. W. B., Henry, M. L. E., Kinobe, R. T., Adegboye, O. A., Malau-Aduli, A. E. O. (2020): Genetics of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acid metabolism and meat eating quality in Tattykeel Australian white lambs. *Genes* (Basel), 11(5), 587.
- Wall, K. R., Kerth, C. R., Miller, R. K., Alvarado, C. (2019): Grilling temperature effects on tenderness, juiciness, flavor and volatile aroma compounds of aged ribeye, strip loin, and top sirloin steaks. *Meat Science*, 150, 141–148.
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., Hughes, S. I., Whittington, F. M. (2008): Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343–358.
- Yang, C., Liu, J., Wu, X., Bao, P., Long, R., Guo, X., Ding, X., Yan, P. (2017): The response of gene expression associated with lipid metabolism, fat deposition and fatty acid profile in the *longissimus dorsi* muscle of Gannan yaks to different energy levels of diets. *PLoS ONE*, 12, e187604.
- Zhang, H. B., Wang, Z. S., Peng, Q. H., Tan, C., Zou, H. W. (2014): Effects of different levels of protein supplementary diet on gene expressions related to intramuscular deposition in early weaned yaks. *Animal Science Journal*, 85, 411–419.

Zhao, Y., Zhang, Y., Khas, E., Bai, C., Cao, Q., Ao, C. (2022): Transcriptome analysis reveals candidate genes of the synthesis of branched-chain fatty acids related to mutton flavor in the lamb liver using *Allium mongolicum* Regel extract. *Journal of Animal Science*, 100, 1–9.

Contact address: Mag. Ing. Agr. Mateja Pećina, Department of Animal science and technology, Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb, Croatia, e-mail: matejapecina@agr.hr

MILK UREA IN SMALL RUMINANTS – AN INDICATOR OF NITROGEN USAGE EFFICIENCY

Darija Bendelja Ljoljić¹ – Ivica Kos¹ – Iva Dolenčić Špehar¹ – Mateja Pečina¹
Goran Kiš¹ – Ivan Vnučec¹

¹Faculty of Agriculture, University of Zagreb,
Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb

ABSTRACT

Sheep and goat milk producers often feed animals a meal with an unfavorable ratio between digestible proteins and energy in order to obtain a higher milk yield per animal. As a result, the fertility of small ruminants and the amount of milk produced during lactation are often lower, the processing characteristics of the milk are poorer, and, in addition, the increased excretion of nitrogen into the soil also pollutes the environment. One of the relatively simple ways to determine a balanced ration for dairy cattle is to determine the milk urea concentration. Unlike cow's milk, the optimal urea concentration in goat and sheep milk has not yet been defined. Due to the numerous specific sources of variability, such as apocrine secretion, reproductive seasonality, or different breeding systems in small ruminants, it is not easy to determine the optimal value. Therefore, it is not surprising that relatively few data on the relationship between urea concentration and production and processing indicators for goat and sheep milk can be found up to date.

Keywords: sheep and goat milk, urea concentration, milk coagulation properties, environmental pollution

INTRODUCTION

Urea is a common constituent of blood, milk, saliva, urine, gastric and intestinal juices of ruminants. It is formed in the liver from excess ammonia in the blood as the final metabolite of a previous microbial protein digestion in the rumen. Milk urea (MU) is a reliable indicator of dietary energy and protein supply of dairy sheep and goats (Hristov et al., 2015). Determination of MU is not only a simple tool for monitoring a balanced energy and protein ration, but also a good tool for monitoring the excretion

of excess nitrogen from the body. However, due to numerous specific sources of variability such as apocrine milk secretion, reproductive seasonality, and differences in sheep and goat breeding system (extensive or intensive), it is extremely difficult to define the optimal values of the MU in small ruminants. Therefore, it is not surprising that there are relatively few data in the literature on the relationship between urea concentration and production indicators of dairy sheep and goats.

The most important factors for MU variability are the amount of crude protein in the diet, the ratio of crude protein intake to energy, and the ratio of rumen degradable and non-degradable proteins (Giovanetti et al., 2019). In addition to nutrition, MU is influenced by numerous factors such as stage of lactation, parity, season, and body weight of sheep/goats, milking time, and litter size (Giaccone et al., 2007; Abdouli et al., 2008; Bonanno et al., 2008).

Based on the value of MU in goat and sheep milk, it is possible to determine the inappropriate composition of the ration (inappropriate ratio between the available energy and protein in the ration), which can negatively affect the production status of the udder, milk coagulating properties, excessive emission of nitrogen into the soil and fertility of dairy cattle (Bendelja Ljoljić, 2018). Besides the fact that the protein/energy ratio and the proportion of CP in the diet are the best indicators of the nutritional status of sheep, the energy content of the meal plays an important role in regulating the relationship between the proportion of CP in the meal and MU of dairy sheep (Giovanetti et al., 2019). Therefore, the aim of this work is to comparatively and critically consolidate the previous results of MU research in small ruminants with the aim of maximising the efficient use of nitrogen from the diet.

PROTEIN DIGESTION AND UREA SYNTHESIS IN RUMINANTS

Urea is formed as a product of the microbial digestion of dietary proteins in the rumen into simpler components (amino acids), which are deaminated to form ammonia. The rumen microorganisms use this ammonia as a nitrogen source for the synthesis of amino acids, which are incorporated into microbial proteins. In order for this process

to take place normally, a sufficient energy supply, i.e. a sufficient supply of easily digestible carbohydrates, must be ensured. If there is excessive intake of easily digestible proteins and/or insufficient intake of easily digestible carbohydrates (imbalance of energy and proteins), not all of the ammonia produced can be incorporated into microbial proteins, so the liver converts excess toxic ammonia into urea. Indeed, an excess of easily digestible protein in the meal combined with a lack of high-energy feed mix results in an excess of nitrogenous substances in the rumen with intense release and absorption of ammonia and consequently an increase in urea concentration in blood (Campanile et al., 1998) which is then excreted in the urine or milk.

THE IMPORTANCE OF DETERMINING MILK UREA

Apart from the fact that the MU concentration is directly related to the efficiency of milk production (Bendelja Ljoljić, 2018), the fertility of dairy cattle (Butler, 2005), and milk coagulating properties (Pretto et al., 2013; Bland et al., 2015), the excess of this non-protein nitrogen fraction directly affects environmental pollution through the excretion of nitrogen into the soil via urine (Santos et al., 2014). In order to achieve the best possible production results, producers often feed dairy cattle with an excessive amount of crude protein without considering its negative effects on animal health and reproductive status, as well as on the quality and milk processing properties. In fact, the basis of efficient milk production is balanced feeding of dairy cattle, which, in addition to savings in feeding, at the same time leads to a better chemical composition and better milk processing properties. Therefore, the urea concentration in milk is an excellent indicator of the balanced diet of dairy ruminants in general.

In contrast to goat and sheep milk, the influence of MU on the processing properties of cow milk, especially on coagulation properties (rennet clotting time, curd firming rate, and curd firmness), has been much better studied and described (Pretto et al., 2013; Bland et al., 2015). Increases in MU are related to the extended coagulation time, decreased acidity, and irregular fermentation progression and formation of brittle curds (Havranek et al., 2014).

Livestock production generates large amounts of gases in the soil and air, including nitrogen from urea. This is because feeding animals with higher protein meals causes excess nitrogen to be excreted from the body in the form of urea. Only 5 to 30% of the nitrogen from the diet is used, and the rest is excreted by the animals into the environment (Kohn et al., 2005). In particular, nitrogen from urea is a major environmental problem because it is transformed into air pollutants, especially ammonia, which promotes the formation of acid rain, and nitrogen oxide, which causes climate change (Spek et al., 2013).

UREA CONCENTRATION IN GOAT AND SHEEP MILK

The optimal urea concentration in cow milk is 15–30 mg/100 ml, and it is considered that at this MU level the ration of dairy cows is well balanced in terms of energy and protein, milk production is most efficient, and the reproductive abilities of the animals are not affected. According to the literature, the range of MU concentrations found in goat milk is between 17 mg/100 ml and 56 mg/100 ml, which is mainly due to the influence of genotype and feeding (Kuchtík and Sedláčková, 2003; Min et al., 2005; Todaro and al., 2005; Giaccone et al., 2007; Sahoo and Walli, 2008; Rapetti et al., 2009; Kučević et al., 2016; Antunović et al., 2017). As an illustration, Bendelja Ljoljić (2018) states that MU between 40 and 45 mg/100 mL is a good indicator of balanced ration for Alpine goats, with the least variations in daily milk yield, chemical composition and milk processing properties. However, research on optimal values for sheep milk is not as extensive as for cow and goat milk, probably due to the predominantly extensive sheep production systems, where it is extremely difficult to identify the main sources of variability because farming conditions are not under strictly controlled conditions. Giovanetti et al. (2019) state that it is necessary to conduct studies on grazing sheep to improve the significance of urea concentration in milk as an indicator of nutritional status in dairy sheep. A urea concentration in milk of up to 35 mg dL⁻¹ is considered an acceptable value for dairy sheep (Cannas et al., 1998).

CONCLUSIONS

Increasing the protein content in dairy ruminants' diets can often increase milk production, but it can also cause numerous metabolic and health disorders in the animals' organism. In fact, after reaching certain point, the efficiency of dietary protein usage in milk production animals decreases with increasing its levels in the diet. Therefore, it is extremely important that the ration for dairy ruminants is balanced in terms of the supply of digestible proteins and energy. Urea concentration and the factors of its variability in goat and especially sheep milk have not yet been adequately studied, so the desired range of urea concentration in these milks has not yet been defined. Further research should aim to explain not only the influence of nutritional factors, but also other sources of milk production variability that would allow the definition of more desirable values of MU in sheep and goats.

REFERENCES

- Abdouli, H., Rekik, B., Haddad-Boubaker, A. (2008): Non-nutritional factors associated with milk urea concentrations under Mediterranean conditions. *World Journal of Agricultural Sciences*, 4 (2), 183–188.
- Antunović, Z., Šperanda, M., Novoselec, J., Đidara, M., Mioč, B., Klir, Ž., Samac, D. (2017): Blood metabolic profile and acid-base balance of dairy goats and their kids during lactation. *Veterinarski arhiv*, 87, 43–55.
- Bendelja Ljoljić, D. (2018): Milk urea concentration as an indicator of optimal nutrition and quality of goat milk. Doctoral thesis. University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Zagreb.
- Bland, J. H., Grandison, A. S., Fagan, C. C. (2015): Evaluation of milk compositional variables on coagulation properties using partial least squares. *Journal of Dairy Research*, 82, 8–14.
- Bonanno, A., Todaro, M., Di Grigoli, A., Scatassa, M. L., Tornambè, G., Alicata, M. L. (2008): Relationships between dietary factors and milk urea nitrogen level in goats grazing herbaceous pasture. *Italian Journal of Animal Science*, 7, 219–235.

Butler, W. R. (2005): Relationships of dietary protein and fertility. *Advances in Dairy Technology*, 17, 159–168.

Campanile, G., De Filippo, C., Di Pal, R., Taccone, W., Zicarelli, L. (1998): Influence of dietary protein on urea levels in blood and milk of buffalo cows. *Livestock Production Science*, 55, 135–143.

Cannas, A., Pes, A., Mancuso, R., Vodret, B., Nudda, A. (1998): Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. *Journal of Dairy Science*, 81, 499–508.

Giaccone, P., Todaro, M., Scatassa, M. L. (2007): Factors associated with milk urea concentrations in Girgentana goats. *Italian Journal of Animal Science*, 6 (1), 622–624.

Giovanetti, V., Filippo Boe, F., Decandia, M., Cristoforo Bomboi, G., Stanislao Atzori, A., Cannas, A., Molle, G. (2019): Milk urea concentration in dairy sheep: accounting for dietary energy concentration, *Animals (Basel)*, (12): 1118.

Havranek, J., Kalit, S., Antunac, N., Samaržija, D. (2014): Osnovni tehnološki postupci u proizvodnji sira. *Sirarstvo. Hrvatska mljekarska udruga*, Zagreb 63–106.

Hristov, A. N., Heyler, K., Schurman, E., Griswold, K., Topper, P., Hile, M., Ishler, V., Wheeler, E., Dinh, S. (2015): Reducing dietary protein decreased the ammonia emitting potential of manure from commercial dairy farms. *The Professional Animal Scientist*, 31, 68–79.

Kohn, R. A., Dinneen, M. M., Russek-Cohen, E. (2005): Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. *Journal of Animal Science*, 83, 879–889.

Kuchtík, J., Sedláčková, H. (2003): Composition and properties of milk in White Short-haired goats on the third lactation. *Czech Journal of Animal Science*, 48 (12), 540–550.

Kučević, D., Pihler, I., Plavšić, M., Vuković, T. (2016): The composition of goat milk in different types of farmings. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 32, 403–412.

Min, B. R., Hart, S. P., Sahlu, T., Satter, L.D. (2005): The effect of diets on milk production and composition and on lactation curves in pastured dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 88, 2604–2615.

Pretto, D., De Marchi, M., Penasa, M., Cassandro, M. (2013): Effect of milk composition and coagulation traits on Grana Padano cheese yield under field conditions. *Journal of Dairy Research*, 80, 1–5.

Rapetti, L., Bruni, G., Zanatta, G., Colombini, S. (2009): The milk urea content in dairy goat farms of Lombardy. *Italian Journal of Animal Science*, 8 (2), 356–356.

Sahoo, B., Walli, T. K. (2008): Effect of feeding undegradable protein with energy on nutrient utilization, milk yield and milk composition of crossbred goats. *Small Ruminant Research*, 75, 36–42.

Santos, A. B., Pereira, M. L. A., Silva, H. G. O., Pedreira, M. S., Carvalho, G. G. P., Ribeiro, L. S. O., Almeida, P. J. P., Pereira, T. C. J., Moreira, J. V. (2014): Nitrogen metabolism in lactating goats fed with diets containing different protein sources. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 27(5), 658–666.

Spek, J. W., Dijkstra, J., van Duinkerken, G., Bannink, A. (2013): A review of factors influencing milk urea concentration and its relationship with urinary urea excretion in lactating dairy cattle. *Journal of Agricultural Science*, 151, 407–423.

Todaro, M., Scatassa, M. L., Giaccone, P. (2005): Multivariate factor analysis of Girgentana goat milk composition. *Italian Journal of Animal Science*, 4, 403–410.

Contact address: Assist. Prof. Darija Bendelja Ljoljić, Ph.D., Department of Dairy Science, Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb, Croatia, e-mail: dbendelja@agr.hr

DEN S MLÉKEM NA MENDELU

2. 3. 2023

MILK DAY AT MENDELU

March 2, 2023

POROVNÁNÍ KVALITY MLÉKA V ČESKÉ REPUBLICE A VE VYBRANÝCH ZEMÍCH EU V LETECH 2016–2020

THE COMPARISON OF MILK QUALITY IN THE CZECH REPUBLIC AND SELECTED EU COUNTRIES IN 2016–2020

**Eva Samková¹ – Simona Honesová¹ – Martin Pokorný¹ – Lucie Hasoňová¹
Karolína Hálová¹ – Natalia Climová¹ – Oto Hanuš²**

**¹Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých
Budějovicích, Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských
produktů, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice**

²Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Ke Dvoru 12a, 160 00 Praha 6

ABSTRAKT

Vzhledem k vysoké spotřebě mléka a mléčných výrobků je sledování kvality mléka velmi důležité nejen z hlediska zdravotní nezávadnosti, ale i pro výsledné zpeněžování. Cílem práce bylo porovnání základních složek mléka, tedy tuku a bílkovin, ve 26 zemích Evropské unie (EU) včetně České republiky (ČR) z let 2016–2020. Součástí bylo rovněž zhodnocení dodávek mléka. Nejvyšší průměrnou měsíční dodávku vykazovalo Německo ($2\,690 \pm 119$ tis. t), Francie ($2\,046 \pm 126$ tis. t) a Nizozemsko ($1\,171 \pm 47$ tis. t). Průměrná měsíční dodávka v ČR činila 239 ± 24 tis. t. Obsah tuku v mléce byl nejvyšší v Nizozemsku ($4,40 \pm 0,14$ %), obsah bílkovin v Dánsku ($3,58 \pm 0,08$ %). Zatímco průměrný obsah tuku v ČR ($3,90 \pm 0,11$ %) nedosahuje průměrných hodnot EU ($4,01 \pm 0,25$ %), obsah bílkovin ($3,46 \pm 0,08$ %) je z dlouhodobého hlediska vyšší než průměr EU ($3,39 \pm 0,13$ %).

Klíčová slova: dojnice, mléko, obsah tuku a bílkovin, dodávky mléka

ABSTRACT

Due to the high consumption of milk and milk products, monitoring milk quality is very important, not only from the point of view of health safety but also for monetization. The aim was to compare the basic components of milk (fat and protein contents) in 26 countries of the European Union (EU), including the Czech Republic (CR), from 2016–2020. The assessment of milk supplies was also included. The highest

average monthly supplies were shown by Germany ($2,690 \pm 119$ thousand tonnes), France ($2,046 \pm 126$), and the Netherlands ($1,171 \pm 47$). The average monthly supply in the CR was 239 ± 24 thousand tonnes. The fat content of milk was the highest in the Netherlands ($4.40 \pm 0.14\%$), and the protein content in Denmark ($3.58 \pm 0.08\%$). While the average fat content in the CR ($3.90 \pm 0.11\%$) does not reach the EU average values ($4.01 \pm 0.25\%$), the protein content ($3.46 \pm 0.08\%$) is higher than the average in the EU ($3.39 \pm 0.13\%$).

Keywords: dairy cows, milk, fat and protein contents, milk supplies

ÚVOD

Syrové mléko je pro chovatele dojníc stěžejním tržním produktem, a proto je cílem každého chovatele dodávat zpracovatelskému průmyslu mléko v nejvyšší kvalitě a za nejvyšší možnou cenu.

Při hodnocení kvality syrového kravského mléka určeného k mlékárenskému ošetření a zpracování vycházejí právní podklady z legislativy Evropské unie (EU) a z legislativy České republiky (ČR). Platí, že předpisy EU jsou nadřazeny legislativě ČR. K závazným právním předpisům EU patří nařízení, směrnice a rozhodnutí vydávaná kompetentními orgány EU (Evropský parlament – EP, Rada EU, Rada Evropského společenství (ES), Komise ES). K základním právním předpisům v oblasti bezpečnosti potravin v ES patří Nařízení EP a Rady (ES) č. 178/2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) a stanoví se postupy týkající se bezpečnosti potravin. Toto nařízení doplňuje soubor právních předpisů, tzv. „hygienický balíček“, mezi jehož stěžejní součásti patří Nařízení EP a Rady (ES) č. 853/2004 o hygieně potravin, Nařízení EP a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu a Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny (eAGRI, 2023).

Nejdůležitějšími kritérii pro hodnocení kvality syrového kravského mléka z pohledu evropské legislativy (Nařízení EP a Rady (ES) č. 853/2004) jsou celkový počet

mikroorganismů (CPM), počet somatických buněk (PSB) a rezidua inhibičních látek (RIL). Tyto ukazatele mají velký význam pro dosažení požadované hygienické a mikrobiologické kvality vyráběných mléčných produktů (Samková et al., 2012). Mléko je nejčastěji kontaminováno různými chemickými kontaminanty včetně anthelminitik, pesticidů, organofosfátů, herbicidů, fungicidů, antibiotik a dezinfekčních prostředků. Zejména antibiotika, která jsou v chovech dojnic široce využívána, se mohou nacházet v mléce a v dalších potravinách živočišného původu a jsou považována za globální riziko pro veřejné zdraví (Baazize-Amami et al., 2019; Li et al., 2019; Rana et al., 2019). Technologickou kvalitou mléčné suroviny, výtěžnost a tím i ekonomický výsledek výroby určují rovněž obsah tuku a bílkovin (Samková et al., 2012; Hanuš et al., 2018; Bonfatti et al., 2019).

Podobně jako v ostatních odvětvích potravinářského průmyslu je s ohledem na zajištění statistických údajů sledována i mlékárenská surovina. Tyto statistické údaje jsou sledovány zákonnými předpisy EU, konkrétně v Nařízení EP a Rady (EU) č. 1308/2013, v Nařízení EU 2017/1185, článek 12 (a) Anex II. 4 (a). Podle tohoto nařízení musí státy EU dodávat informace o stavu dojnic, dodávkách mléka a kvalitě mléka s danými základními ukazateli chemického složení, tj. reálným obsahem tuku a bílkovin Evropské komisi EU a Ministerstvu zemědělství ČR (MZe). Informace soustřeďuje EUROSTAT a o vývoji situace na trhu s mlékem v EU pak seznamuje prostřednictvím své platformy Milk Market Observatory (MMO; Středisko EU pro sledování trhu s mlékem), čímž zajišťuje danému sektoru větší transparentnost (EK, 2023).

Cílem této práce bylo vyhodnotit informace zjištěné o měsíčních dodávkách a o vybraných kvalitativních ukazatelích mléčné suroviny v zemích EU, porovnat tyto údaje s výsledky zjištěnými v ČR a posoudit vývoj během let 2016 až 2020.

MATERIÁL A METODIKA

Data pro vyhodnocení ukazatelů z dodávek mléčné suroviny v zemích EU a ČR byla převzata z měsíčních statistik publikovaných v Zentrale Milchmarkt Berichterstattung (ZMB) za období 2016-2020 (ZMB, 2019, 2021) a zahrnovala: měsíční dodávky mléka (tis. t), obsah tuku a bílkovin (%). Tyto údaje byly sledovány pro následující země EU: Baltské státy (Estonsko, Litva, Lotyšsko), Belgie, Bulharsko, Česká republika, Dánsko, Finsko, Francie, Chorvatsko, Irsko, Itálie, Kypr, Lucembursko, Maďarsko, Německo, Nizozemsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Řecko, Slovensko, Slovinsko, Španělsko, Švédsko. Údaje z Malty nebyly zahrnuty vzhledem k neúplným údajům. Údaje za roční dodávky mléka (tis. t) zahrnovaly roční dodávku za EU-27 (ZMB, 2019, 2021).

Pro statistické vyhodnocení byly použity programy Microsoft Excel a Statistica 12 (StatSoft CR s.r.o.). U souboru byly vyhodnoceny předpoklady pro užití parametrických metod (normalita dat a homogenita rozptylů). Pro výpočty základních statistických charakteristik v rámci jednotlivých zemí byla použita popisná statistika, variační koeficient byl vypočítán dle vzorce: $v \% (\text{variační koeficient}) = (s_x/\bar{x}) \times 100$. Pro analýzu vlivu roku na obsah tuku a bílkovin byla použita jednofaktorová analýza rozptylu a k následnému porovnání ve skupinách Fisherův *LSD* test.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Pro měsíční dodávky mléka (v tis. t) a základní složky (% tuku a % bílkovin) získané za období 2016–2020 z dat ZMB (2019, 2021) pro vybrané státy EU včetně ČR byly zjištěny základní statistické charakteristiky, které jsou uvedené v tabulce 1.

Nejvyšší průměrné měsíční dodávky v rámci EU vykazovaly Německo (2 690 tis. t), Francie (2 046 tis. t) a Nizozemsko (1 171 tis. t), vysoké měsíční dodávky měla rovněž Itálie (1 005 tis. t). Naopak nejnižší průměrné hodnoty měsíčních dodávek vykazovaly Chorvatsko (38 tis. t), Slovinsko (48 tis. t) a Bulharsko (52 tis. t). Průměrná měsíční dodávka za ČR činila 239 tis. t mléka.

Tabulka. 1: Základní statistické charakteristiky měsíčních dodávek mléčné suroviny, obsahu tuku a bílkovin zjištěné ve vybraných zemích Evropské unie a v České republice v letech 2016–2020

Země (n = 60)	Dodávky mléka (tis. t)			Obsah tuku (%)			Obsah bílkovin (%)		
	\bar{x}	s_x	v %	\bar{x}	s_x	v %	\bar{x}	s_x	v %
Baltské státy	244	23	9,6	4,07	0,12	2,9	3,34	0,08	2,4
Belgie	338	21	6,3	4,13	0,13	3,2	3,44	0,07	2,0
Bulharsko	52	8	14,5	3,68	0,04	1,1	3,27	0,03	1,0
Česká republika	239	24	10,2	3,90	0,11	2,8	3,46	0,08	2,3
Dánsko	463	19	4,2	4,29	0,11	2,7	3,58	0,08	2,3
Finsko	197	8	4,1	4,36	0,10	2,3	3,51	0,07	2,0
Francie	2 046	126	6,2	4,03	0,12	3,0	3,25	0,07	2,1
Chorvatsko	38	3	7,6	3,98	0,13	3,2	3,42	0,08	2,3
Irsko	649	299	46,1	4,23	0,30	7,2	3,52	0,22	6,2
Itálie	1 005	66	6,5	3,80	0,09	2,3	3,43	0,05	1,5
Kypr	-	-	-	3,85	0,20	5,3	3,52	0,07	1,9
Lucembursko	-	-	-	4,14	0,13	3,2	3,43	0,08	2,3
Maďarsko	130	7	5,2	3,66	0,10	2,9	3,25	0,08	2,4
Německo	2 690	119	4,4	4,11	0,12	2,9	3,45	0,08	2,2
Nizozemsko	1 171	47	4,0	4,40	0,14	3,2	3,56	0,07	2,1
Polsko	988	58	5,9	4,04	0,11	2,7	3,31	0,07	2,0
Portugalsko	157	11	6,9	3,81	0,09	2,3	3,27	0,06	1,8
Rakousko	263	18	6,9	4,20	0,11	2,6	3,42	0,07	2,1
Rumunsko	89	11	12,7	3,80	0,07	1,8	3,28	0,03	0,8
Řecko	52	3	6,3	3,85	0,17	4,4	3,35	0,06	1,8
Slovensko	69	4	5,2	3,79	0,11	2,8	3,36	0,08	2,4
Slovinsko	48	2	4,7	4,14	0,10	2,5	3,39	0,08	2,4
Španělsko	594	28	4,8	3,68	0,17	4,6	3,27	0,06	1,8
Švédsko	232	12	5,0	4,22	0,08	2,0	3,48	0,06	1,9

Zdroj dat pro vyhodnocení: ZMB (2019, 2021)

S dodávkami velmi úzce souvisí stavy dojníc. Nejvyšší průměrný počet dojníc v letech 2016–2020 byl chován v Německu (4,114 mil. ks), Francii (3,522 mil. ks), Polsku (2,177 mil. ks), Itálii (1,923 mil. ks) a Nizozemsku (1,641 mil. ks) – tabulka 2. Naopak

nejméně chovaných dojníc vykazovaly Slovinsko (104 tis. ks), Řecko (96 tis. ks), Lucembursko (53 tis. ks) a Kypr (32 tis. ks) (data nejsou v tabulkách uvedena). Z posledních dostupných údajů za rok 2021 (ZMB, 2023) vyplývá, že zatímco průměrné měsíční dodávky mléka zůstávaly v roce 2021 víceméně stejné, stavy dojníc se s výjimkou ČR snížily – Tabulka 2.

Tabulka 2: Porovnání průměrných měsíčních dodávek mléka a stavů dojníc za pětileté období (2016–2020) a za rok 2021 ve vybraných zemích Evropské unie a v České republice

Země	Dodávky mléka (tis. t)		Stavy dojníc (tis. ks)	
	2016–2020	2021	2016–2020	2021
Česká republika	239	261	362	362
Francie	2 046	2 015	3 522	3 322
Itálie	1 005	1 092	1 923	1 844
Německo	2 690	2 662	4 114	3 833
Nizozemsko	1 171	1 134	1 641	1 554
Polsko	988	1 040	2 177	2 035

Zdroj dat pro vyhodnocení: ZMB (2023); EUROSTAT (2023)

Nejvyšší průměrnou hodnotu obsahu tuku v mléce v letech 2016–2020 vykazovaly Nizozemsko (4,40 %), Finsko (4,36 %) a Dánsko (4,29 %), naopak nejnižší hodnoty (3,66–3,68 %) byly zjištěny u mléčné suroviny z Maďarska, Bulharska a Španělska. ČR byla v tomto ohledu pod průměrnou hodnotou zjištěnou ve vybraných zemích EU, zjištěný obsah tuku byl $3,90 \pm 0,11$ % (tabulka 1).

Obsah tuku v ČR se za posledních 20 let postupně snižoval, což bylo způsobeno především snižujícím se počtem plemenic s vyšším obsahem tuku v mléce a zvýšenou dojitostí za laktaci. Zatímco v roce 2000 převažovaly v ČR dojnice českého strakatého plemene (53 %) a dojitost za laktaci byla 5 255 l s tučností 4,03 %, v roce 2020 převažovaly dojnice holštýnského plemene (60 %), užitkovost se zvýšila na 8 893 l (tj. zvýšení o 69 %) a tučnost klesla na 3,89 % (tabulka 3). Obsah tuku v mléce však ovlivňují i další faktory, např. klimatické podmínky, krmná dávka, dostupnost krmiv nebo management (Hanuš et al., 2018; Linn, 1988).

Tabulka 3: Vývoj v ukazatelích výroby mléka v České republice v letech 2000 až 2020

	2000	2005	2010	2015	2020
Stav dojnic (tis. ks)	515	438	378	368	360
Dojivost za laktaci (l)	5 255	6 254	6 904	8 001	8 893
Tučnost (%)	4,03	3,9	3,86	3,84	3,89
Podíl dojnic C na počtu laktací (%)	53	47	39	37	35
Podíl dojnic H na počtu laktací (%)	39	47	54	56	60

C = české strakaté plemeno; H = holštýnské plemeno

Zdroj: Buček et al. (2021); Kvapilík et al. (2011); Kvapilík et al. (2016); Ročenka chovu skotu (2005)

Nejvyšší průměrnou hodnotu obsahu bílkovin v mléce ve sledovaném období vykazovaly Dánsko (3,58 %), Nizozemsko (3,56 %), Irsko (3,52 %), Kypr (3,52 %) a Finsko (3,51 %), naopak nejnižší hodnoty vykazovaly Francie, Maďarsko, Bulharsko, Španělsko, Portugalsko a Rumunsko, kde byl v mléčné surovině zjištěn průměrný obsah bílkovin v rozmezí od 3,25 do 3,28 %. V tomto parametru byla průměrná hodnota zjištěná v ČR vyšší ($3,46 \pm 0,08$ %) než průměr EU (tabulka 1).

Hodnoty obsahu bílkovin a tuku jsou důležitým ukazatelem dodavatelsko-odběratelských smluv při zpeněžování mléka. Pro účely zpeněžování se provádí hodnocení jakosti bazénových vzorků mléka a zpravidla se toto hodnocení týká stanovení základních obsahových složek mléka (tuku, bílkovin, kaseinu, laktózy a tukuprosté sušiny), přičemž hlavními kvalitativními parametry jsou CPM, PSB a RIL (Samková et al., 2012; Nařízení EP a Rady (ES) č. 853/2004). Uvedené parametry také tvoří významný podíl konečné ceny za mléko.

Při vyhodnocení ročních dodávek mléka a obsahu tuku a bílkovin v závislosti na roku byly zjištěny statisticky významné rozdíly pouze u obsahu bílkovin (průměry ve vybraných státech EU včetně ČR) – Tabulka 4.

Tabulka 4: Vývoj ročních dodávek mléka, obsahu tuku a bílkovin ve vybraných zemích Evropské unie včetně České republiky (A) a v ČR (B) v letech 2016 až 2020

Rok	Roční dodávky mléka (tis. t)		Obsah tuku (%)				Obsah bílkovin (%)			
	A	B	A (n=288)		B (n=12)		A (n=288)		B (n=12)	
			\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x	\bar{x}	s_x
2016	138 119	2 532	4,00	0,25	3,91	0,12	3,37 ^a	0,12	3,43	0,09
2017	140 392	2 552	3,99	0,25	3,90	0,11	3,39 ^{ab}	0,12	3,47	0,08
2018	142 118	3 057	3,99	0,26	3,86	0,12	3,39 ^{ab}	0,13	3,46	0,09
2019	142 821	3 034	4,03	0,25	3,92	0,09	3,41 ^b	0,13	3,49	0,08
2020	145 179	3 165	4,02	0,26	3,90	0,10	3,42 ^b	0,13	3,47	0,06
Celkem	-	-	4,01	0,25	3,90	0,11	3,40	0,13	3,46	0,08
<i>p</i>	-	-	0,2338		0,7171		0,0005		0,5760	

p = hladina významnosti; ^{a,b} = průměry s odlišnými horními indexy ve sloupci jsou statisticky významné na hladině *p* <0,001

Zdroj dat pro vyhodnocení: ZMB (2019, 2021)

Z vývoje ročních dodávek mléka je patrné, že v EU došlo k postupnému navýšení dodávek od roku 2016 z 138 119 tis. t na 145 179 tis. t (+ 5 %) v roce 2020. Naproti tomu u vyhodnocení dodávek za ČR je patrné významné navýšení (+25 %) z 2 532 tis. t v roce 2016 na 3 165 tis. t v roce 2020. Důvodem rozdílu je pravděpodobně nárůst průměrné roční užitkovosti plemen, využívaných k produkci mléka v ČR (Bucek et al., 2021).

Průměrný obsah tuku ve sledovaných zemích EU činil v letech 2016–2020 $4,01 \pm 0,25$ % (v ČR $3,90 \pm 0,11$ %), v obsahu bílkovin byla zjištěna průměrná hodnota $3,39 \pm 0,13$ % (v ČR $3,46 \pm 0,08$ %). Při porovnávání jednotlivých sledovaných let byl nejnižší průměrný obsah bílkovin ve sledovaných zemích EU zjištěn v roce 2016 ($3,37 \pm 0,12$ %). Statisticky významně vyšší hodnoty ($p < 0,001$) byly v roce 2019 $3,41 \pm 0,13$ % a v roce 2020 $3,42 \pm 0,13$ %. V každém ze sledovaných let je průměrná hodnota obsahu bílkovin vyšší v ČR než v EU, i když tyto rozdíly nejsou příliš výrazné (obvykle do 0,08 % hmotnostních).

ZÁVĚR

V rámci sledovaných ukazatelů (obsah tuku a bílkovin, měsíční dodávky mléka) v zemích EU v období 2016–2020 byl zjištěn průměrný obsah tuku v mléce 4,01 % a bílkovin 3,39 %. Nejvyšší tučnost mléka byla v Nizozemsku (4,40 %), nejnižší v Maďarsku (3,36 %). V případě bílkovin byl nejvyšší obsah v Dánsku (3,58 %), nejnižší ve Francii (3,25 %). V zemích EU se obsah tuku v pětiletém období příliš neměnil, u obsahu bílkovin byl zaznamenán statisticky významný nárůst. Zatímco v obsahu tuku se ČR pohybuje pod průměrnými hodnotami EU (3,90 %), obsah bílkovin (3,46 %) je z dlouhodobého hlediska vyšší než průměr EU.

Na základě zvyšující se spotřeby mléka a mléčných výrobků v zemích EU včetně ČR se dá očekávat, že nároky na kvalitu této velmi důležité živočišné komodity se budou i nadále zvyšovat. Z tohoto pohledu lze za pozitivní považovat především pravidelné meziroční zvyšování obsahu bílkovin, důležitého parametru pro výrobu sýrů.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství ČR (NAZV ZEMĚ QK21010326) a Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (GAJU 005/2022/Z). Autoři zároveň děkují panu Ing. Jiřímu Kopáčkovi, CSc. za poskytnutí aktuálních informací.

LITERATURA

Baazize-Amami, D. et al. (2019): Screening and quantification of antibiotic residues in broiler chicken meat and milk in the central region of Algeria. *Revue Scientifique et Technique (International Office of Epizootics)*, 38(3): 871–877.

Bonfatti, V. et al. (2019): Effects of the detailed protein composition of milk on curd yield and composition measured by model micro-cheese curd making of individual milk samples. *Journal of Dairy Science*, 102, 7863–7873.

Bucek, P. et al. (2021): Ročenka – Chov skotu v České republice – hlavní výsledky a ukazatele za rok 2020. Českomoravská společnost chovatelů, a.s., Praha.

ČMSCH (2005): Českomoravská společnost chovatelů, a.s. Ročenka chovu skotu 2005. [online]. 2023 [cit. 2023-02-02]. Dostupné na: <https://www.cmsch.cz/plemenarska-prace/ku-kontrola-uzitkovosti/chovatelske-rocenky/rocenky-chovu-skotu/>.

eAGRI (2023): Ministerstvo zemědělství. Hygiena potravin. [online]. 2023 [cit. 2023-02-02]. Dostupné na: <https://eagri.cz/public/web/mze/potravin/hygiena-potravin-a-haacp/>

EK (2023): Agriculture and rural development. Milk Market Observatory. [online]. 2023. [cit. 2023-02-02]. Dostupné na: https://agriculture.ec.europa.eu/data-and-analysis/markets/overviews/market-observatories/milk_cs.

EUROSTAT (2023): EUROSTAT. Database – Agriculture. [online]. 2023 [cit. 2023-02-02]. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/agriculture/data/database>.

Hanuš, O. et al. (2018): Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability – A review. *Molecules*, 23(7): 1636 (Art. No.); 1–32.

Kvapilík, J. et al. (2011): Ročenka – Chov skotu v České republice – hlavní výsledky a ukazatele za rok 2010. Českomoravská společnost chovatelů, a.s., Praha. ISBN 978-80-904131-6-0.

Kvapilík, J. et al. (2016): Ročenka – Chov skotu v České republice – hlavní výsledky a ukazatele za rok 2015. Českomoravská společnost chovatelů, a.s., Praha.

Li, H. et al. (2019): Effect of antibiotic residues in milk on growth, ruminal, fermentation, and microbial community of preweaning dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 102: 2298–2307.

Linn (1988): Factors Affecting the Composition of Milk from Dairy Cows. *Foods: Animal Product Options in the Marketplace. Committee on Technological Options to Improve the Nutritional Attributes of Animal Products*. Washington (DC): National Academies Press (US).

Nařízení EP a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva pro bezpečnost potravin a stanoví se postupy týkající se bezpečnosti potravin.

Nařízení EP a Rady (ES) č. 852/2004 o hygieně potravin.

Nařízení EP a Rady (ES) 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu.

Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny.

Nařízení EP a Rady (EU) č. 1308/2013 ze dne 17. prosince 2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty.

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2017/1185 ze dne 20. dubna 2017, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízením EP a Rady (EU) č. 1307/2013 a (EU) č. 1308/2013, pokud jde o oznamování informací a dokumentů Komisi, a kterým se mění a ruší několik nařízení Komise.

Rana, M.S. et al. (2019): Reducing veterinary drug residues in animal products: A review. International Journal of Current Microbiology and Applies Sciences, 39: 687–703.

Samková, E. et al. (2012): Mléko: produkce a kvalita. [Vědecká monografie]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zemědělská fakulta. České Budějovice. ISBN 978-80-7394-383-7.

Holstein.cz (2020): Svaz chovatelů holštýnského skotu. Ročenka 2020. [online]. 2023 [cit. 2023-02-02]. Dostupné na: <https://www.holstein.cz/cz/soubory/rocenky/276-rocenka-2020-ku/file>.

Syrůček, J. et al. (2022): Ročenka – Chov skotu v České republice – hlavní výsledky a ukazatele za rok 2021. Českomoravská společnost chovatelů, a.s., Praha.

ZMB (2019): Dairy World MarktSpiegel Milch – Rohstoffssituation. Zentrale Milchmarkt Berichterstattung, S11.

ZMB (2021): Dairy World MarktSpiegel Milch – Rohstoffssituation. Zentrale Milchmarkt Berichterstattung, S13.

ZMB (2023): Dairy World MarktSpiegel Milch – Rohstoffssituation. Zentrale Milchmarkt Berichterstattung, S13.

Kontaktní adresa: Ing. Simona Honesová, Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice, Česká republika, e-mail: maliks00@ft.jcu.cz

SOUČASNÝ STAV SVĚTOVÉHO MLÉKÁRENSTVÍ A SÝRAŘSTVÍ

CURRENT STATE OF THE WORLD DAIRYING AND CHEESEMAKING

Jiří Kopáček¹

¹Českomoravský svaz mlékárenský z.s., V Olšinách 2300/75, 100 00 Praha 10

ABSTRAKT

Přednáška popisuje současný stav světového mlékárenství, který byl hodnocen na *World Dairy Summit IDF* v indickém Dillí v září 2022.

Celkově lze konstatovat, že ani v roce 2021 neměl další rok pandemie COVID-19 zásadní dopad na globální mlékárenský sektor. Podprůměrný byl ale růst světové produkce mléka a v závěru roku prudce rostoucí náklady na energie, krmiva a hnojiva začaly ovlivňovat vývoj v roce 2022. Stejně jako v posledních letech došlo k významnému růstu mléčné produkce především v Indii, Pákistánu a Číně. Vysoký růst zaznamenala především výroba buvolího mléka.

Dodávky mléka ke zpracování zůstaly poměrně stabilní, došlo ovšem k propadu výroby u většiny produktových kategorií, s výjimkou sýrů. V návaznosti na růst světové populace se zvýšila celosvětová spotřeba mléka vyjádřená v hodnotě mléčného ekvivalentu o +1,4 %. Z důvodů omezené dostupnosti mléčných výrobků zejména ve 2. pololetí roku 2021 a rostoucím nákladům na dopravu došlo ke zpomalení světového obchodu s mlékem na pouhých meziročních +1,3 %. Ceny mléčných komodit v roce 2021 byly ještě nadále ovlivňovány restriktivními opatřeními přijímanými proti COVID-19.

Válka na Ukrajině započatá koncem února 2022 ochromila následně zcela světový obchod s mlékem, byla příčinou růstu veškerých nákladových vstupů a posunula míru inflace do dvouciferných hodnot. V návaznosti na pokles dodávek mléka vedla tato situace k prudkému růstu cen všech mléčných komodit, které se dostaly na historicky rekordní hladinu.

Klíčová slova: výroba mléka, zpracování mléka a výroba mléčných komodit, spotřeba, obchod

ABSTRACT

The lecture describes the current state of the world dairy situation, which was evaluated at the last *World Dairy Summit IDF* in New Delhi, India, in September 2022.

Overall, it can be concluded that even in 2021, another year of the COVID-19 pandemic did not have a major impact on the global dairy sector. However, the growth of world milk production was below average, and at the end of the year, the sharply rising costs of energy, feed and fertilizers began to affect the development in 2022. As in recent years, there was a significant increase in milk production, especially in India, Pakistan and China. High growth was also recorded in the production of buffalo milk.

The supply of milk for processing remained relatively stable, but there was a drop in production in most product categories, with the exception of cheese. Following the growth of the world population, the global consumption of milk expressed in milk equivalent value increased by +1.4%. Due to the limited availability of dairy products, especially in the 2nd half of 2021, and rising transport costs, world milk trade slowed down to just +1.3% year-on-year. Dairy commodity prices in 2021 continued to be affected by the restrictive measures taken against COVID-19.

The war in Ukraine, which began at the end of February 2022, subsequently completely paralyzed the world dairy trade, was the cause of the growth of all cost inputs and pushed the inflation rate into double digits. Following the decline in milk deliveries, this situation led to a sharp rise in the prices of all dairy commodities, which reached historically record levels.

Keywords: raw milk production, milk processing and production of dairy commodities, consumption, trade

ÚVOD

V polovině září 2022 se v indickém hlavním městě Dillí pod ústředním heslem „*Dairy for Nutrition and Livelihood*“ (*Mlékárenství pro výživu a živobytí*) uskutečnil Světový mlékárenský summit IDF (Mezinárodní mlékařské federace), na který se sjelo téměř 800 delegátů z celého světa a účastnilo se ho také více než 900 indických prvovýrobců

mléka. Další světoví odborníci se do kongresových diskuzí přihlašovali také on-line formou.

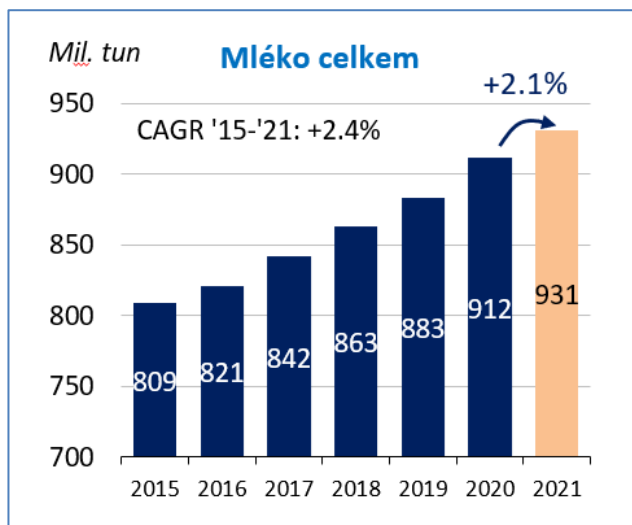
Jak ústřední heslo summitu napovídá, byla nosným tématem problematika mlékárenství jako oboru zajišťujícího každodenní výživu pro miliony lidí po celém světě, ale rovněž oboru poskytujícího velkému počtu lidí této planety možnost jejich obživy. Mléko a mléčné výrobky jsou totiž od pradávna synonymem výživy a dobrého zdraví. Mléko je téměř komplexní potravinou a bohatým zdrojem důležitých živin, jako jsou bílkoviny, sacharidy, vitamíny a minerály v biologicky dostupné formě. Nutriční význam mléka je neustále se vyvíjející fenomén. Mlékárenský obor poskytuje obživu a ekonomickou odolnost milionům lidí po celém světě prostřednictvím velkých i malých mléčných farem, a v rozvojovém světě pak zejména díky systémům drobných prvovýrobců a malých rodinných hospodářství. Role mlékárenství při zajišťování potravinové a nutriční bezpečnosti je tedy zcela evidentní. V převážné většině zemí světa proto narůstá potřeba pohlížet na mlékárenství jako na jádro mnoha spřízněných aktivit a jejich pozitivních dopadů na společnost.

Zpráva o světové mlékárenské situaci (*Bulletin IDF 518/2022: The World Dairy Situation 2022*) vydaná Mezinárodní mlékařskou federací v září 2022 monitoruje více než 55 zemí světa a detailně popisuje oblast prvovýroby mléka, jeho zpracování, situaci v mlékárenském průmyslu z pohledu konsolidace. Podrobně se zabývá také vývojem spotřeby, světového obchodu s mléčnými výrobky a cenovým vývojem. Součástí podrobné studie jsou dále analytická hodnocení a predikce zpracovaná nizozemskou agrární bankou Rabobank a světovou Organizací pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD). V příloze 1 této zprávy je podrobně popsán mlékárenský sektor Indie jako země pořádající Světový mlékárenský summit IDF v roce 2022. V příloze 2 jsou pak shromážděny zprávy ze všech zapojených zemí, které přispěly k sestavení této hodnotné publikace. Nejhodnotnější je pak příloha 3, ve které jsou shromážděny podrobné tabulky a grafy analyzující dlouhodobý vývoj mléčného trhu z globálního hlediska.

SVĚTOVÁ VÝROBA MLÉKA

Jak je dokumentováno na Obr.1, došlo v roce 2021 ke zpomalení růstu světové výroby mléka. Celkem bylo vyrobeno 931 mil. tun mléka. Meziroční míra růstu představovala pouze +2,1 % a byla tedy nižší než meziroční průměr za posledních deset let (+2,4 %). Tato skutečnost odráží obtížnou zásobovací situaci s mlékem u největších světových výrobců způsobenou rostoucími nákladovými vstupy zejména na energie, hnojiva a krmení. Naproti tomu druhý rok pandemie COVID-19 neměl na produkci mléka zásadní vliv.

K největším růstu výroby mléka docházelo v Asii, ale i v dalších rozvojových zemích, kde je produkce poháněna poměrně silným růstem poptávky. Je potřeba také uvést, že objem výroby kravského mléka představoval 749 mil. tun (80,5 % veškerého množství mléka), ale meziroční míra růstu byla pouhých +1,6 %. Druhou položkou bylo mléko bůvolí vyrobené v objemu 146 mil. tun (15,7 % celkového objemu mléka), zde však byla míra růstu podstatně vyšší než u kravského mléka, a to +5,2 %. Objem výroby kozího mléka (21 mil. tun; index +0,8 %) a objem výroby ovčího mléka (11 mil. tun; index 0,6 %) zůstává dlouhodobě stabilní.



Obrázek 1: Světová výroba mléka 2015–2021

Odhad celkové světové výroby mléka v roce 2022 je ve výši 917 mil. tun, což bude znamenat první meziroční snížení produkce od 2.světové války. Tato skutečnost je odůvodněna především dopady ukrajinského konfliktu.

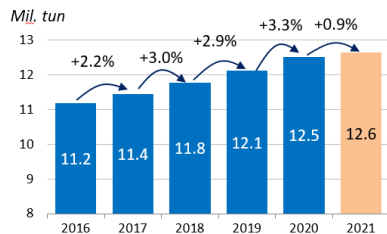
Nicméně je však jasné, že výroba mléka bude i nadále růst a pokud připustíme, že každý rok představuje průměrný nárůst objem ve výši 20 mil. tun, pak je pravděpodobné, že bude v roce 2025 dosaženo poprvé jedné miliardy tun. Hnacími motory tohoto růstu bude nadále dynamický rozvoj výroby mléka v rozvojových zemích, a zvyšující se produkce bůvolího mléka, a to opět v oblastech rozvojového světa, zejména pak v Asii. V Indii samotné představuje výroba bůvolího mléka téměř tři čtvrtiny světové produkce tohoto tržního druhu.

Naproti tomu v oblastech hlavních současných světových exportérů, tedy v EU-27, USA a na Novém Zélandu, budou panovat spíše snahy o zachování stávající výroby.

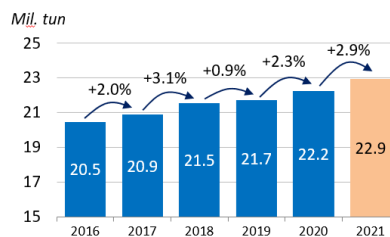
ZPRACOVÁNÍ MLÉKA

Jak je patrné z Obr. 2, zaznamenalo zpracování mléka na jednotlivé skupiny mléčných výrobků v roce 2021 spíše stagnaci nebo i mírný propad. Výjimkou byl pouze vývoj ve výrobě sýrů, kde pokračuje dlouhodobá dynamika růstu vyvolávaná trvale rostoucí poptávkou. Stagnace ve zpracování byla dána nižší dostupností mléka, tedy sníženými dodávkami mléka k průmyslovému zpracování ovlivněnými poklesem mléčné produkce. Toto se týkalo EU-27 (-0,2 %), Spojeného království (-0,1 %), Austrálie (-3,9 %), Jižní Ameriky (-2,0 %). K nárůstu dodávek došlo pouze v Severní Americe, a to o +1,3 %. Celkový objem kravského mléka dodaného ke zpracování do mlékáren byl v roce 2021 ve výši 461 mil. tun a představoval tedy pouhých 61,5 % produkce kravského mléka. To ukazuje na skutečnost, že stále velký objem mléka zůstává u farmářů jako jejich obživa, což představuje tzv. neformální spotřebu. Tento fenomén je ale v podstatě pouze výsadou rozvojových zemí, zejména v Asii a v Africe.

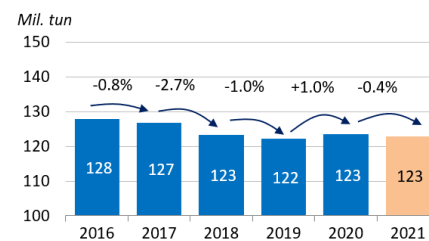
Světová výroba másla a máselného oleje



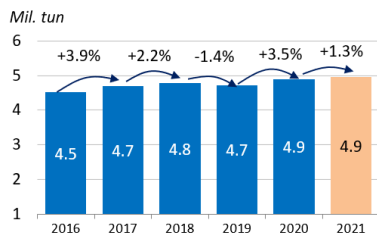
Světová výroba sýrů



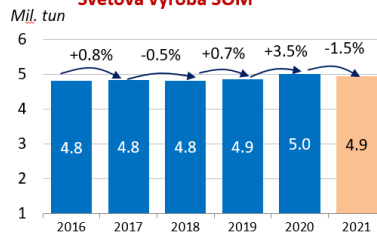
Světová výroba konzumního mléka



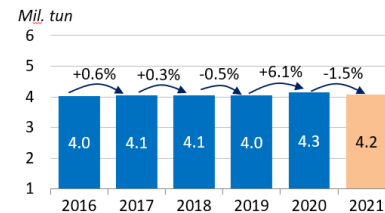
Světová výroba SPM



Světová výroba SOM



Světová výroba kondenzovaného mléka



Poznámka: počet zahrnutých zemí světa: 57 (máslo); 56 (sýry); 54 (SOM); 51 (SPM).

Obrázek 2: Vývoj světové výroby hlavních skupiny mléčných výrobků

KONSOLIDACE MLÉKÁRENSKÉHO PRŮMYSLU

V roce 2021 zaznamenala většina hlavních světových hráčů v sektoru zpracování mléka prudký nárůst svých obrátů. Tento vzestupný trend byl vyvolán jednak vysokými cenami mléčných komodit na mezinárodních trzích a ke konci roku také rostoucí inflací na spotřebitelské úrovni v mnoha částech světa.

Zmiňovaný vývoj byl obzvláště silný u čínských mlékařských skupin *Yili* (+22 % nárůst), *Mengniu* (+24 %) a *Bright Dairy* (+24 %), které dosáhly významného růstu svých obchodních aktivit a těžily při tom rovněž z velmi dobrého zhodnocení čínské měny juanu (CNY) vůči americkému dolaru (+7 %). U kanadského koncernu *Saputo* byl zaznamenán podobný růst (+19 %), v tomto případě podpořený několika novými akvizicemi v USA, a po Brexitu také ve Spojeném království. Také v tomto případě napomohlo společnosti *Saputo* lepší zhodnocení kanadského dolaru (CAD) vůči americkému dolaru.

V Indii i přes dosaženou stabilitu indické rupie (INR) vůči dolaru (USD) vzrostl významně obrat společnosti *Amul* o +18 %, čemuž v tomto případě napomohlo oživení indického maloobchodního prodeje po odeznění pandemie COVID-19.

U japonských společností byl naopak vývoj obratu negativní, což bylo způsobeno pouze omezenou inflací u potravin a znehodnocením parity japonského jenu (JPY) vůči americkému dolaru o -6,0 %.

V tabulce 1 je uveden přehled největších 25 mlékařských společností světa za rok 2021 řazených podle dosaženého obratu za rok 2021.

Tabulka 1: Největší mlékárenské společnosti světa *(podle obrátu v miliardách USD)*

Pořadí	Společnost	Země	Obrat			Míra růstu 2020/2021
			2019	2020	2021	
1	Lactalis	Francie	22,4	24,1	26,0	+ 8 %
2	DFA	USA	15,9	17,8	19,3	+ 8 %
3	Yili	Čína	13,1	14,0	17,1	+ 22 %
4	Danone ^{(B),(C)}	Francie	14,7	14,6	15,5	+ 6 %
5	Fonterra ^(D)	Nový Zéland	13,5	13,3	14,8	+ 11 %
6	Mengniu	Čína	11,4	11,0	13,7	+24 %
7	FrieslandCampina	Nizozemí	12,6	12,7	13,6	+ 7 %
8	Arla Foods	Dánsko	11,8	12,1	13,2	+ 10 %
9	Saputo	Kanada	11,2	10,9	12,9	+ 19 %
10	Nestlé ^(B)	Švýcarsko	13,4	11,8	11,7	-1 %
11	Savencia	Francie	5,6	5,9	6,6	+ 13 %
12	DMK	Německo	6,5	6,4	6,5	+ 2 %
13	Amul ^(F)	Indie	5,4	5,3	6,2	+ 18 %
14	Agropur ^(G)	Kanada	5,5	5,7	5,8	+ 1 %
15	Sodiaal	Francie	5,7	5,5	5,5	+ 0 %
16	Müller ^(e)	Německo	4,9	5,1	5,1	-
17	Froneri International	Velká Británie	3,0	4,5	5,0	+ 11 %
18	Schreiber ^(e)	USA	5,0	5,0	5,0	-
19	Glanbia	Irsko	4,3	4,4	5,0	+ 14 %
20	Conagra Foods ^(e)	USA	4,6	4,6	4,6	-
21	Meiji Dairies	Japonsko	4,6	5,1	4,6	-10 %
22	Bright Dairy	Čína	3,3	3,7	4,5	+ 24 %
23	Morinaga Milky Industry ^(F)	Japonsko	5,3	5,5	4,5	-19 %
24	Emmi	Švýcarsko	3,5	4,0	4,3	+ 8 %
25	Megmilk Snow Brand ^(F)	Japonsko	4,8	5,1	5,2	-16 %

Poznámky: (A) Společnosti Kerry, Unilever, PepsiCo a Mondelez nejsou v pořadí zahrnuty, (B) bez kojenecké a dětské výživy, (C) od r.2017 včetně rostlinných nápojů, (D) hospodářský rok končí v červenci, (E) za rok 2018 pouze odhad, (F) Hospodářský rok končí v říjnu, (G) včetně dezertů a nápojů, (e) odhady

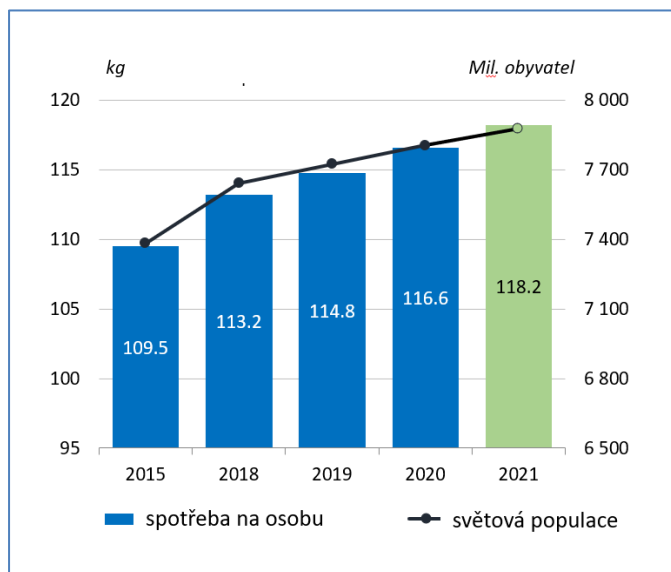
SPOTŘEBA MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ

V hodnotící zprávě IDF o světové mlékařské situaci vydané v roce 2022 je diskutována také oblast spotřeby mléka a mléčných výrobků. V tomto případě ji však musíme vnímat jen jako zdánlivou spotřebu, neboť v celosvětovém měřítku nejsou k dispozici jakékoliv studie spotřebních zvyklostí založené na skutečných nákupech. Navíc je tu i tzv. neformální trh představující podstatnou část celosvětového trhu s mlékem a mléčnými výrobky, který je odhadován na přibližně 49 % z celkového zkonzumovaného množství. Z těchto důvodů je tedy možné hodnotit celkovou spotřebu pouze pomocí výpočtů založených na tom, jak vysoká je výroba, jak vysoký je obchod a dále, pokud jsou k dispozici v členských zemích, pak také na základě číselných údajů o změnách stavu zásob.

Na základě těchto dostupných údajů je pak možné vyslovit několik závěrů:

- Přes skutečnost rostoucích cen vyvolaných silnou poptávkou se zvýšila produkce mléka v roce 2021 pouze o +2,1 % (v předchozím roce to bylo +3,2 %) a tento meziroční růst tak byl nejnižší od roku 2016.
- Světová populace vzrostla o 75 miliónů osob (tedy o méně než 1 %) a dosáhla počtu 7,87 miliardy lidí.
- Výše průměrné (přepočtené) spotřeby mléčných výrobků na osobu vyjádřená v hodnotě mléčného ekvivalentu (bez másla) byla výpočtem kvantifikována na 118,2 kg na osobu, tedy s meziročním nárůstem +1,6 kg (viz. obr. 3).
- I přes poměrně silnou poptávku po mléčných výrobcích byl tento meziroční růst nižší než dosažená průměrná roční míra růstu spotřeby mezi lety 2015–2021 (+1,4 %), což pravděpodobně způsobilo omezení nabídky v druhé polovině roku 2021.
- Je možné konstatovat, že i přes skutečnost, že pandemie COVID-19 v řadě zemí světa pokračovala ještě i v roce 2021, byla omezení ovlivňující spotřebu mléka a mléčných výrobků částečně zmírněna. V EU a v USA se opětovně otevřely kanály stravovacích služeb, v důsledku čehož se spotřebitelé vrátili ke svým dřívějším stravovacím vzorcům, což naopak vedlo k meziročnímu poklesu

maloobchodních tržeb ve prospěch vyšší spotřeby uskutečňované mimo domov. I když v řadě rozvinutých zemí posílil v době pandemie kvůli častým uzávěrám v gastronomii trend domácího vaření, což sebou přineslo například vyšší spotřebu konzumního mléka, smetan a sýrů, byl v roce 2021 vývoj už opačný, když se dřívější spotřebitelské návyky vrátily k normálu před pandemií. To ale neplatilo například v Číně, kde kvůli v tomto roce prosazované politice nulového Covidu zůstávali lidé naopak dále v domácích karanténách.



Obrázek 3: Vývoj světové spotřeby mléka a mléčných výrobků

- V Indii za dobu pandemie posílila výrazně spotřeba mléka a zakysaných výrobků a tento trend nakonec zůstal zachován i po uvolnění protipandemických opatření.
- Výše spotřeby mléka a mléčných výrobků se samozřejmě kontinent od kontinentu liší a patrné jsou zejména významné rozdíly mezi zeměmi rozvinutého a rozvojového světa. Zatímco výše spotřeby mléka a mléčných výrobků v Evropě je na úrovni 283 kg na osobu, pak v Africe je to pouhých 45 kg na osobu a v Asii 94 kg na osobu a rok. Přesto je možné potvrdit, že nárůst světové spotřeby mléka byl ovlivněn v roce 2021 zejména významným nárůstem asijské spotřeby. V Indii

došlo především k velkému meziročnímu růstu spotřeby indického másla (ghí) o více než 3 %, v Číně se na růstu spotřeby odrazila zase vyšší konzumace sýrů (+38 %), ale také másla (+15 %).

Podle dokumentu „*OECD-FAO Agriculture Outlook 2022*“ bude poptávka po mléce a mléčných výrobcích nadále růst a bude poháněna růstem světové populace a dále rovněž rostoucími příjmy a změnami ve stravovacích návycích a zvyklostech. Očekává se, že se do roku 2031 tato spotřeba zvýší o dalších 24 %, tedy v průměru o +1,7 % ročně. Nárůst spotřeby bude konzistentnější zejména u skupiny konzumních mlék a čerstvých výrobků (předpoklad do roku 2031 je +29 %) a stejně tak u másla, přičemž silnější progres se očekává hlavně v zemích rozvojového světa (+39 % pro obě zmíněné produktové kategorie).

Růst spotřeby tedy bude udržitelnější v rozvojových zemích (předpoklad průměrné roční míry růstu mezi lety 2018-2031 je +2,3 %), a to díky růstu počtu obyvatel a díky očekávaným rostoucím příjmům. Ve vyspělých zemích s již vysokou současnou spotřebou a obavami o udržitelnost a také kvůli rostoucí konkurenci ze strany rostlinných alternativ bude další vývoj spotřeby spíše omezený. Výjimkou ale v tomto případě bude kategorie sýrů, která má stále růstový potenciál.

LITERATURA

Bulletin of the International Dairy Federation Nr. 518/2022: The World Dairy Situation; (09/2022)

OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031; OECD Publishing, Paris, 29.06.2022.

Kontaktní adresa: Ing. Jiří Kopáček, CSc., Českomoravský svaz mlékárenský z.s., V Olšinách 2300/75, 100 00 Praha 10, Česká republika, e-mail: jkopacek@cheesespectrum.cz

NEBAKTERIÁLNÍ MASTITIDY V CHOVECH DOJNIC

NON-BACTERIAL MASTITIS IN DAIRY FARMS

Oto Hanuš¹ – Růžena Seydlová¹ – Monika Morávková²

Ivana Kucharovičová³ – Vladimír Babák² – Petr Roubal¹

Hana Nejeschlebová¹ – Marcela Klimešová¹ – Radoslava Jedelská¹

¹Výzkumný ústav mlékárenský, Praha, Zemědělská 16, Šumperk 787 01

²Výzkumný ústav veterinárního lékařství, Brno-Medlánky,
Hudcova 296/70, 621 00

³Státní veterinární ústav, Jihlava, 93/20, Rantířovská, Horní Kosov, 586 01

ABSTRAKT

Poruchy sekrece mléka jsou trvale jedním z hlavních zdrojů ztrát na produkci a kvalitě mléka. Současně vzrůstá vliv nebakteriálních mastitid řasy *Prototheca bovis* (P). Byly izolovány P v 4,37 % v bazénových vzorcích v ČR. Byla určena prevalence P+ dojníc v problémovém stádě 26,5 %. Existovaly ($P < 0,01$) korelace (0,81 až 0,86) mezi počtem somatických buněk (PSB) a počtem P. Vyšší PSB ($P < 0,001$) byly u P+ (xg 777 vs. $114 \cdot 10^3 \text{ ml}^{-1}$). Bylo stanoveno snížení dojivosti u zvířat P+, o 7,1 %. Celkový počet mikroorganismů byl nižší u P- ($2,3 \cdot 10^3$ vs. $2,5 \cdot 10^5$ KTJ/ml; $P < 0,01$). U P+ byl lepší bod mrznutí mléka ($-0,536$ vs. $-0,530$ °C; $P < 0,01$), což souvisí s vyšším obsahem osmoticky aktivních iontů vlivem mastitidy. To potvrdila vyšší elektrická konduktivita u P+ ($4,31$ vs. $3,98 \text{ mS} \cdot \text{cm}^{-1}$; $P < 0,01$) a nižší titrační kyselost ($7,14$ vs. $7,9$ °SH; $P < 0,01$). Léčba P antibiotiky je zpravidla neúčinná. Cestou pro eliminaci mastitid P je jen prevence s dobrou hygienou technologie chovu a dojení.

Klíčová slova: dojnice, mléčná žláza, patogen, mastitida, prototéka, počet somatických buněk, složení, kvalita a ztráta mléka

ABSTRACT

Milk secretion disorders are consistently one of the main sources of losses in milk production and quality. At the same time, the influence of non-bacterial mastitis caused by the algae *Prototheca bovis* (P) is increasing. P was isolated in 4.37% of bulk tank milk samples in the CR. The prevalence of P+ dairy cows in the problem herd was

determined to be 26.5%. There were ($P < 0.01$) correlations (0.81 to 0.86) between somatic cell count (SCC) and P count. Higher SCC ($P < 0.001$) were in P+ (xg 777 vs. $114 \times 10^3 \text{ml}^{-1}$). A reduction in milk yield was determined in P+ animals, by 7.1%. The total count of microorganisms was lower in P- (2.3×10^3 vs. 2.5×10^5 CFU/ml; $P < 0.01$). P+ had a better milk freezing point (-0.536 vs. -0.530 °C; $P < 0.01$), which is related to a higher content of osmotically active ions due to mastitis. This was confirmed by higher electrical conductivity in P+ (4.31 vs. 3.98 mS.cm^{-1} ; $P < 0.01$) and lower titration acidity (7.14 vs. 7.9 °SH; $P < 0.01$). P treatment with antibiotics is usually ineffective. The only way to eliminate P mastitis is prevention by good hygiene of rearing and milking technology.

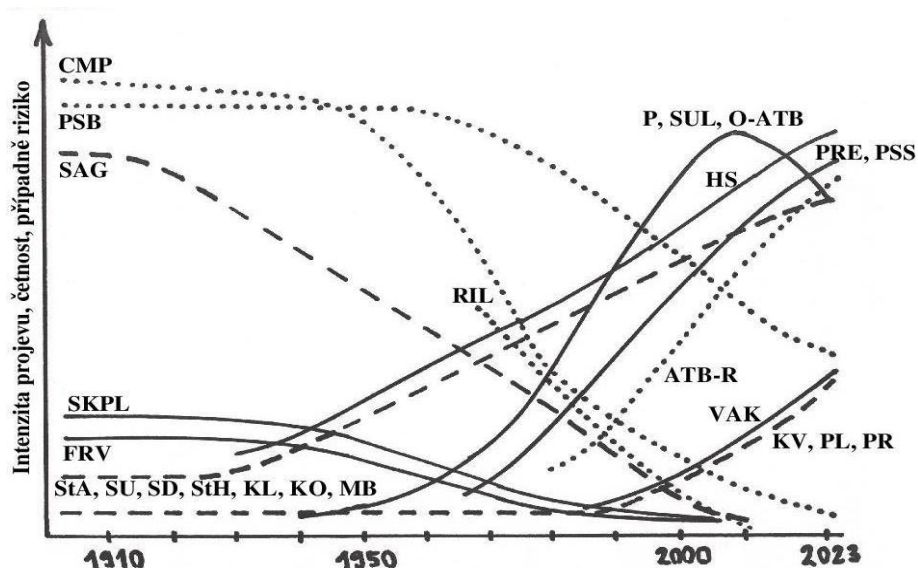
Keywords: dairy cow, mammary gland, pathogen, mastitis, prototheca, number of somatic cells, composition, quality and loss of milk

ÚVOD

Poruchy sekrece mléka jsou trvale jedním z hlavních zdrojů ztrát na produkci a kvalitě mléka, jakkoliv je stále vedena intenzivní výzkumná i praktická aktivita o jejich průběžnou eliminaci. Celkové zlepšení zdraví stád dojnic v čase sice existuje, ale není tak významné, jak by být mělo, nebo mohlo, zkrátka zůstává za očekáváním. Důvodem může být, že chovatelské a veterinární aktivity jsou vývojem stále za vývojem změn v chovech a prostředí, které umožňují četným původcům mastitid je cestou vlastních možností obcházet. Přispívá tomu také, sice nechtěně a neočekávaně, ale významně vývoj chovatelských technologií. Přitom, sledování (analýzy) a vyhodnocování kvality syrového mléka slouží ve značné míře, vedle účelů proplácení mléka, také zdravotní ochraně spotřebitele a takový úkol splňuje důležitou společenskou zakázku (Baumgartner, 2000). V současnosti je hlavním problémem zdraví a lékařství především vzrůstající rezistence patogenů (také u mastitid) vůči v praxi dlouhodobě nadužívaným antibiotikům. Uvedené omezuje možnosti efektivní léčby a zvyšuje náklady. To zakládá potřebu vývoje dalších antibiotik, která se však již stává výsledkově méně efektivní.

V této souvislosti může být dobré krátce shrnout tento vývoj intenzivního boje s měnící se mastitidou v čase při vědomí, že subklinická forma je, co se týče škod na produkci a kvalitě mléka mnohdy závažnější, než klinická, která zase více ohrožuje zdraví, někdy i život hospodářského zvířete. V počátku 20. století byly mastitidy léčeny klasickými přírodními a dalšími konvenčními, veterinárními, protizánětlivými prostředky, chemoterapeutiky (perorálně, injekčně, včetně mastí), nezřídka s malým úspěchem a také pomocí časově a pracovní náročné (proto méně oblíbené a používané) metody frekventního vydojování, zde s mírně lepším výsledkem (Obr. 1).

Úspěšný průlom zaznamenalo až ve 30. až 40. létech nasazení prvního antibiotika, penicilinu (v ČR cca 50. léta). Ten byl úspěšný proti tehdy zejména nejrozšířenějšímu původci mastitid, *Streptococcus agalactiae* (SAG). Současně přišly sulfonamidy a pak další antibiotika (ATB). To souběžně zvýšilo riziko výskytu RIL. Úspěch v podobě úplné eradikace infekčních mastitid byl na dosah, avšak jen zdánlivě. Naděje vzrůstala v této době také pro úspěšné zavádění technologicko-hygienických preventivních opatření v chovech dojníc (která vyústila v konvenční, široce rozšířený, pětibodový antimastitidní program, s otázkou lokální správnosti a důslednosti praktického provádění), aby byl přerušen infekční řetězec. Ten může být účinný i proti příležitostné kontagiózní infekci bakterií *Mycoplasma bovis* (vysoce rezistentní vůči ATB; Gelgie et al., 2022). Nicméně, již v 70. až 80. létech (v ČR cca 90. léta) bylo zřejmé, že v důsledku tohoto vývoje se vedle SAG začaly rozšiřovat prostřed'ové mastitidy s původci *Staphylococcus aureus* (StA, kontagiózní, tzn. nakažlivý, ale i prostřed'ový), *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, *Staphylococcus haemolyticus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* a koli obecně, atp. (až 80 pozorovaných patogenů mastitid, s hospodářským významem asi 12 druhů).



Parametr	Bakteriální		Nebakteriální
	Gram negativní (G-)	Gram pozitivní (G+)	
Hospodářsky významné patogeny mastitid	KL <i>Klebsiella pneumoniae</i> ; KO koli, <i>Escherichia coli</i> ; MB <i>Mycoplasma bovis</i> (bez buněčné stěny s ohledem na G, nebarví se).	SAG <i>Streptococcus agalactiae</i> ; StA <i>Staphylococcus aureus</i> ; SU <i>Streptococcus uberis</i> ; SD <i>Streptococcus dysgalactiae</i> ; StH <i>Staphylococcus haemolyticus</i> .	KV kvasinky; PL plísňe; PR řasy, prototéky (P), <i>Prototheca bovis</i> .
	Kontagiózní - nakažlivé		Prostředíové environmentální
	SAG, StA, MB.		StA, SD, SU, StH, KL, KO, KV, PL, PR.

Obrázek 1: Obecné rámcové schéma mastitidní situace ve stádech dojníc v komplexu relevantních faktorů a dynamiky jejich vývoje, 1900–2023.

Čárkovaná linie = vlivy patogenů dle jejich charakteristik (reakce na vývoj chovatelských technologií a opatření včetně hygienických); plná linie = základní léčebné a preventivní postupy; tečkovaná linie = hygienické a zdravotní ukazatele mléka a ostatní faktory a důsledky.

Další ukazatele mastitid a hygieny mléka a stájového prostředí: PSB počet somatických buněk v mléce; CPM celkový počet mikroorganismů v mléce; RIL rezidua inhibičních látek v mléce.

Faktory léčby a prevence: FRV frekventní vydojování; HS hygienické pracovní a technologické systémy péče o mléko a chovné prostředí; PRE prevence mastitid – pětibodový antimastitidní program; PSS pravidelný smluvní servis technického stavu strojního dojení; VAK antimastitidní vakcinace dojnic.

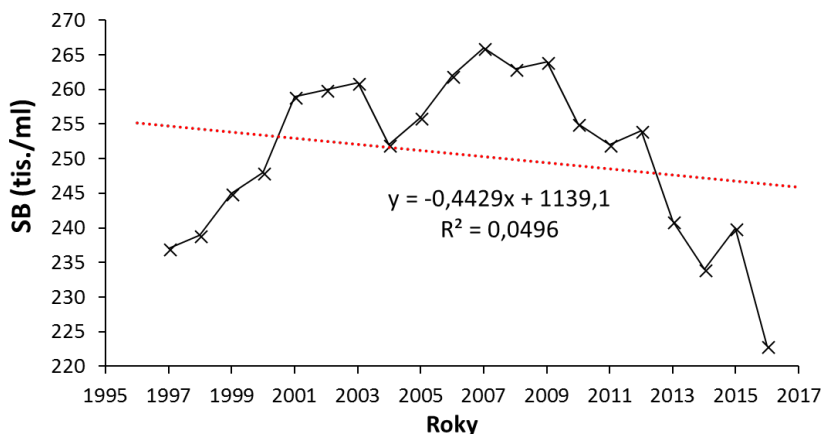
Základní léčiva: SKPL starší konvenční protizánětlivá léčiva; PEN penicilin; SUL sulfonamidy; O-ATB ostatní antibiotika.

Možné důsledky: ATB-R antibiotická rezistence patogenních mikroorganismů.

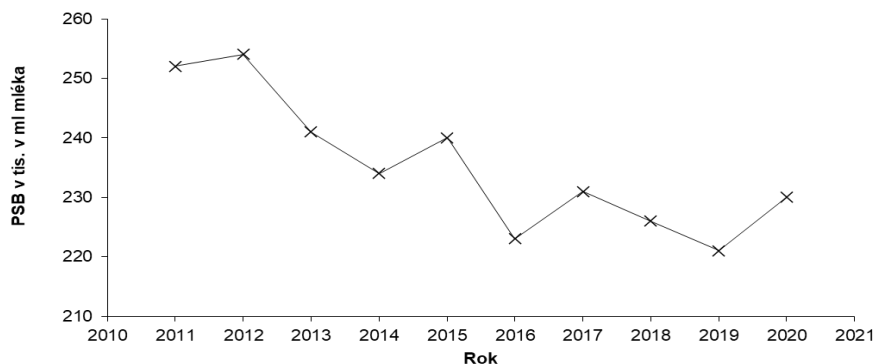
Od 80. let došlo postupně k masovému nasazení četných antibiotik (v laktaci, krátkodobá účinnost), včetně podpory při odstavu laktace krav (ATB s dlouhodobou účinností; v ČR cca od 90. let) v terapii (v laktaci a při odstavu) a v prevenci (při zasušení zdravé mléčné žlázy – vyšší spotřeba antibiotik, vyšší náklady, z pohledu terapie v podstatě neúčelné) mastitid dojených stád v mlékařství. Byla zavedena kontrola výskytu RIL v mléce (především ATB) se stanovením ochranné lhůty léčiv a s vyřazováním pozitivního mléka z potravinového řetězce, pro zajištění potravinové zdravotní bezpečnosti. Tyto často environmentální mastitidy převážily nad kontagiózními asi v 80. až 90. létech. Přesto bazénové PSB, jako hygienický ukazatel kvality suroviny ve vyspělých mlékařských zemích, postupně klesaly. V ČR např. podle Obr. 2 a 3. Jednak vylučováním mléka nemocných krav z dodávky a dále proto, že prostředkové mastitidy se obvykle vyznačují nižším PSB než mastitidy SAG, tzn. také sice delším, ale méně závažným průběhem.

Dnes klasickou mastitidu etiologie SAG, s drsnějším průběhem, větší ztrátou mléka, vyššími PSB, ale převážně úspěšně léčitelnou ATB (penicilin) v ČR (ale i jinde ve vyspělém mlékařství) téměř nenacházíme (Obr. 1; chronologie mastitidní anabáze – dynamika vývoje faktorů infekčních mastitid, 1900–2023). Zato působí problémy mastitidy prostředkové, roste rezistence patogenů vůči ATB obecně, což působí problémy s účinností léčby ve zdravotnictví a vedle nespecifických mastitid (daných např. nevyhovující výživou a případným stresem zvířat) začínají problémy s nebakteriálními, environmentálními původci mastitid (Shave et al., 2021; Libisch

et al., 2022), kvasinky, plísňe, řasy (*Prototheca bovis*). Zde účinnost ATB je velmi problematická. Dojnice zpravidla skončí vyřazením ze stáda (zdravotní brakace, nutná porážka). Léčba mastitid se opět stává problémem, zejména posledně zmíněných, a jedinou cestou eradikace se ukazuje prevence – opatření pro omezení růstu a transportu těchto původců v mlékařské technologii. Základní problém se tedy neustále, sice v pozměněné podobě, ale přesto opakuje.



Obrázek 2: Dynamika vývoje PSB (SB) v dodávaném mléce ($r = -0,22$; $P > 0,05$; 20 roků).



Obrázek 3: Trend vývoje PSB ($10^3 \times \text{ml}^{-1}$) po rocích v kontrole kvality syrového mléka v ČR.

Krátce a obecně je třeba zmínit škody v důsledku výskytu zánětů mléčné žlázy, mastitid, a jejich vztah k PSB, pro zdůraznění praktického významu této otázky:

- PSB (buňky bílé krevní řady) v mléce je ukazatelem zdraví mléčné žlázy, resp. přítomnosti patogenů, zánětlivého procesu, tedy klinické, ale zejména subklinické mastitidy a hygienickým ukazatelem kvality mléka;
- PSB však mohou být zvýšené i fyziologicky (např. začátek nebo konec laktace) popřípadě stresem (nekvalitní krmivo, zákroky ve stáji), kdy je známo označení nespecifické mastitidy, vyšší PSB bez přítomnosti patogena;
- obecně, zvýšený PSB bývá provázen ztrátami doживosti hospodářských zvířat;
- další podstatná ztráta je na kvalitě mléka zvířat se zvýšeným PSB;
- výše uvedené pak výrazně vyúsťuje, při trvale zvýšeném PSB, ve ztráty finanční, což zhoršuje ekonomiku chovu dojených zvířat.

Kvalitativní důsledky mastitid, pohledem přes PSB, pak mohou být následující:

- zánětlivý proces, vysoký PSB, redukuje obsah laktózy v mléce, poškozením sekrečního epitelu a zvyšuje obsah chloridů;
- vysokým PSB (zvýšené gama-globuliny) při mastitidě jsou narušeny fermentační procesy i koagulace mléka;
- vysoký PSB při mastitidě zhoršuje termostabilitu bílkovin pro všechny trvanlivé mléčné výrobky;
- vysoký PSB může souviset se zhoršenými reprodukčními schopnostmi krav.

Cílem tohoto sdělení je uvést pilotní výsledky o riziku výskytu nebakteriálních mastitid typu prototék (P) v ČR, a informace o jejich zdravotních a kvalitativních konsekvencích a potenciálních možnostech jejich eliminace.

MATERIÁL A METODIKA

Bylo provedeno, v ČR pilotní, plošné, víceleté sledování výskytu nebakteriálního mikroorganismu, jednobuněčné nezelené řasy, *Prototheca bovis*, v bazénových vzorcích mléka svozných oblastí 21 mlékáren. Bylo odebráno 1 051 vzorků. Byli diagnostikováni typičtí zástupci kvasinek, plísní a řas a provedena jejich kvantifikace (Seydlová et al., 2022).

Z těchto celkem 45 suspektních izolátů *Prototheca* spp. 2019–2021 bylo identifikováno dvěma multiplexními systémy qPCR pro identifikaci vybraných druhů prototék (P; *P. bovis*, *P. blaschkeae*, *P. ciferrii* a *P. wickerhamii*) s vnitřní kontrolou inhibice (Morávková et al., 2022). Citlivost k amfotericinu B (0,008–16 mg/L), nystatinu (0,008–16 mg/l) a flukonazolu (0,062–128 mg/L) byla testována u 15 vybraných izolátů *P. bovis*.

V chovu dojníc (Český strakatý skot 90 %, Holštýn 10 %), problémovém z hlediska výskytu prototékových (P) mastitid, bylo provedeno u jednotlivých zvířat mikrobiologické vyšetření mléka na zjištění přítomnosti řasy *Prototheca* (VEDIA; Nejeschlebová et al., 2022). Z výsledků kontroly užitkovosti (KU; P+, n = 57 a P-, n = 215) a pokusného odděleného dojení skupin P+/P- zvířat (n = 6 a 6 P+ a P-bazénových vzorků) byly provedeny odhady vlivu positivity na dojivost a kvalitu mléka.

Výsledky provedených experimentů a sledování byly srovnány s dřívějšími interpretacemi výsledků hodnocení dynamiky vývoje výskytu a způsobených zdravotních, kvalitativních a ekonomických škod v ČR u bakteriálních mastitid.

VÝSLEDKY A DISKUZE

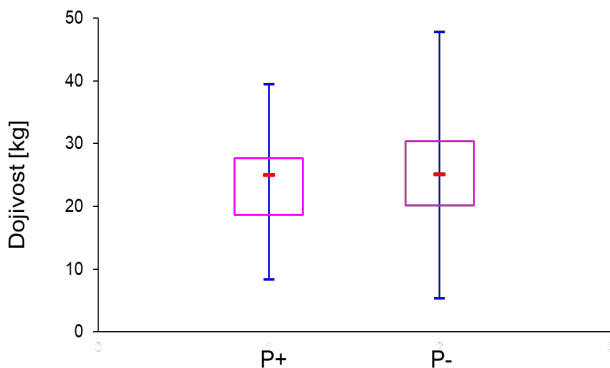
Pouze 3,6 % bazénových vzorků bylo shledáno bez nálezu nebakteriálních patogenů. Kvasinky byly izolovány v 96 % a zástupci rodu *Prototheca* v 4,37 %. Při kontrole plísní bylo zjištěno 6,66 % záchytů z 961 bazénů (Seydlová et al., 2022). Podle molekulární analýzy (Morávková et al., 2022) 91 % izolátů z bazénových vzorků mléka patří do druhu *P. bovis*, což je nejčastější původce P mastitidy skotu. Ačkoliv P infekce

skotu je zatím považovaná za nevléčitelné onemocnění, lidská prototékóza se léčí chirurgickým zásahem a antifungálními látkami např. amfotericinem nebo azoly, s různou efektivitou. Test citlivost ukázal, že většina izolátů *P. bovis* měla vysoké MIC k flukonazolu s MIC₅₀ >128 mg/l, MIC₅₀ pro amfotericin byla 1 mg/l a MIC₅₀ pro nystatin 2 mg/l.

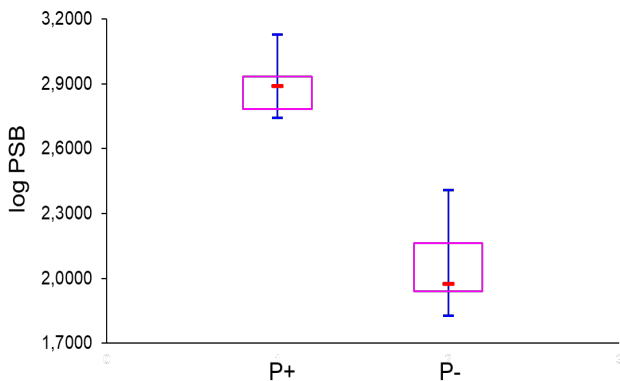
Vyšetření určilo prevalenci P+ dojníc ve stádě 26,5 %, jako hlavní příčinu mastitid v chovu. Existovaly významné ($P < 0,01$) korelace (0,81 až 0,86) mezi PSB a počtem P. Vyšší PSB pro P+ (xg 777 vs. 114 10^3ml^{-1} ; $P < 0,001$; Obr. 4) naznačily závažnost situace v chovu z hlediska zpeněžování mléka. To poukázalo na nutnost vylučování značné části mléka z dodávky a nezanedbatelné finanční ztráty. Zároveň bylo zachyceno zřetelné snížení dojivosti u zvířat P+, o 7,1 % Obr. 5, což logicky vedlo k dalším ztrátám na zpeněžování. CPM byl nižší u P- než u P+ ($2,3 \times 10^3$ vs. $2,5 \times 10^5$ KTJ/ml; $P < 0,01$). P mastitidy tak představují rovněž problém pro hygienickou kvalitu mléka. U P+ byl zjištěn nižší obsah tuku, bílkovin, kaseinu, laktózy a tukuprosté sušiny (TPS, o 0, 21 %). S výjimkou TPS se jednalo o nevýznamné rozdíly. Přesto je tendence snižování obsahu složek obecně v souladu se změnami ve složení mléka vlivem bakteriálních zánětů mléčné žlázy (Kvapilík et al., 2015). U P+ byl lepší bod mrznutí mléka (-0,536 vs. -0,530 °C; $P < 0,01$), což souvisí s vyšším obsahem osmoticky aktivních iontů vlivem mastitidy. To potvrdila vyšší elektrická konduktivita u P+ (4,31 vs. 3,98 mS.cm⁻¹; $P < 0,01$), opět v souladu s obecným trendem u mastitid. Nižší titrační kyselost u P+ (7,14 vs. 7,9 °SH; $P < 0,01$) logicky poukázala na alkalizaci mléka v důsledku mastitidy, podobně jako u bakteriální.

Byla analyzována data pro studie výskytu a faktorů nebakteriálních původců mastitid. Vedle vytvoření review o problematice P (Libisch et al., 2022) byla vyhodnocena data získaná při pilotní kontrole výskytu P, jako původců nebakteriálních mastitid, v českých chovech dojníc (Seydlová et al., 2019, 2022). Tato problematika je významnou aktuální komplikací v lékařství, neboť výskyt P má vzrůstající tendenci. Působení řas u dojníc na složení a kvalitu mléka (přímo v mléčné žláze, podle individuálních zvířat) nebylo doposud v ČR konkrétně stanoveno. Seydlová et al. (2009) popsali nepříznivé působení

P na kvalitu a složky mléka v umělých koncentračních škálách s vysokým zastoupením P. Jak patrné, působení P je celkově negativní a efektivní léčba není známa (určitá účinnost ATB detekována jen laboratorně). Proto na významu získává prevence tohoto onemocnění.



Obrázek 4: Rozdíl v kg mléka P+ a P- zvířat v KU (xa 23,5 a 25,3) za den (ztráta 7,1 %).

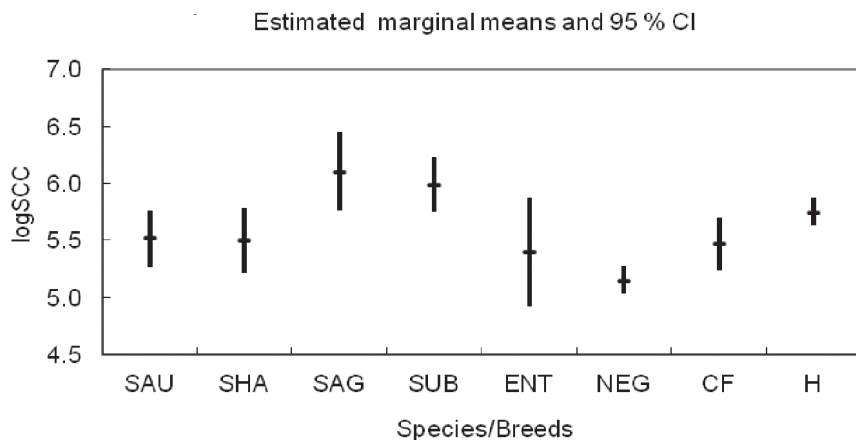


Obrázek 5: Rozdíl v PSB (log PSB) u P+ a P- zvířat v bazénových vzorcích mléka, $n = 6$ a 6 , $x_g = 777$ a $114 \cdot 10^3 \text{ ml}^{-1}$ ($P < 0,001$).

Nejčastější formou infekce P je tedy mastitidní onemocnění skotu. P se většinou vyskytují ve vlhkém prostředí bohatém na organické látky (Morávková et al., 2022). Některé druhy (*P. bovis*, *P. ciferrii*, *P. wickerhamii*, *P. blaschkeae*, *P. cutis* a *P. miyajii*) jsou považovány za oportunní patogeny lidí a zvířat. Základy prevence proto leží v dobré hygieně chovu, v pravidelném odstraňování vlhkých biologických zbytků v teplejším prostředí, na površích a ve spárách technologického prostředí, které mohou příležitostně nebo systematicky přicházet do styku s mlékem, rukama dojičů, resp. mléčnou žlázou.

Téma výskytu produkčních poruch dojníc, subklinických mastitid, zejména nebakteriálního původu, se s vývojem technologií ustájení a dojení dostává nyní do popředí. Platí to především o teplejších, subtropických a tropických zemích (Argentina, Chile, Brazílie, Kolumbie, Turecko; Zarora et al., 2011; Ely et al., 2019; Libisch et al., 2022), nicméně, zvyšující se incidence začíná být zachycována i v evropských zemích (Ukrajina, Polsko, Maďarsko, Chorvatsko, Švédsko, Itálie; Kwiecinski 2015; Morandi et al., 2016; Libisch et al., 2022) nebo Japonsku, včetně ČR (Seydlová et al., 2009, 2019, 2022; Bzdil, 2013). Pravděpodobně to není výsledek klimatického efektu oteplování, jako spíše zvýšené analytické pozornosti při poklesu PSB ve spojení s jinými patogeny. Situace trvá již cca 15 let, přesto je tato skutečnost u nás mlékařskou praxí zatím, neoprávněně, podceňována a tento problém je prakticky velmi úporný, s významným dopadem do ekonomiky produkce i kvality mléka. Podobně, jako u bakteriálních mastitid, souvisí tato skutečnost s nárůstem PSB, vysokou negativní selekcí dodavatelského mléka, sníženou tržností a ztrátami na redukované doživosti v průměru o 10 až 20 % (37 % z celkové ztráty na případ mastitidy; Kvapilík et al., 2015). Struktura nákladů a ztrát zapříčiněných především bakteriální mastitidou (na případ, 100 % = 9 000 Kč) uvádí: srážky z ceny 6 %; spotřeba práce navíc 7 %; veterinární zákroky 14 %; obrat stáda 20 %; zákaz prodeje mléka 17 %; snížená mléčná užitkovost 37 %. Vzhledem k době odhadu lze předpokládat, že aktuální inflace mohla zvýšit ztrátu na případ mastitidy o 1/3. Ve struktuře ztrát a nákladů pak lze předpokládat, že mastitida P bude mít podobné proporce s tím, že část nákladů navíc (ztrát), cca 1/2, by se

přesunula z veterinárních nákladů do obratu stáda. K porovnání P k nárůstu v PSB u bakteriálních mastitid je možné použít výsledky na Obr. 6. Je patrné, že nárůsty PSB u P jsou nižší, než u SAG, ale odpovídají dalším, bakteriálním, prostředovým mastitidám, např. StA.



Obrázek 6: Vztah mezi PSB (SCC) a výskytem bakteriálních druhů jako potenciálních původců mastitid (Vyletělová-Klímešová et al., 2014).

Průměr logSCC u plemen H a CF celkem; SAU *S. aureus* (5,518); SHA *S. haemolyticus* (5,498); SAG *S. agalactiae* (6,105); SUB *S. uberis* (5,986); ENT *E. faecalis* a *E. faecium* (5,397); NEG negativní (5,150); CF České strakaté, 2 farmy a 67 krav; H Holštýn, 10 farem a 365 krav; SCC = PSB; CI konfidenční interval.

V ČR byl popsán, na vyšetření 22 688 čtvrtových vzorků mléka (2008–2012), výskyt environmentálních potenciálních původců mastitid skotu P (zelené achlorofilní řasy) již dříve (Bzdil, 2013). Bylo detekováno 109 kmenů tří druhů rodu *Prototheca* (prevalence 0,48 %). Jednalo se o *Prototheca zopfii* (*bovis*) gen. 1 a 2, *Prototheca stagnora* a *Prototheca wickerhamii*. Nejvyšší citlivost byla zjištěna *in vitro* u nystatinu (100 %). Shave et al. (2021) dále uvedli, že znalosti, jak infekce P reagují na léčbu, jsou nedostatečné a testy citlivosti *in vitro* jsou špatným prediktorem pro úspěch stávající antiprototekální léčby. Byly zaznamenány pozoruhodné případy selhání léčby, když se izoláty zdály vnímavé, nebo úspěch, když se izoláty zdály být rezistentní.

Dalším postupem v eliminaci mastitid, zde bakteriálních, s potenciálem snížení spotřeby ATB v mlékařství a příspěvkem k mírnění růstu rezistence patogenů k ATB, může být antimastitidní vakcinace, principiálně zejména proti patogenům G- (Mašek et al., 2022).

ZÁVĚR

Nově získané výsledky a poznatky vedoucí k analýze příčin, zdrojů variability i možnostem eradikace negativního jevu výskytu nebakteriálních mastitid jsou pro mlékařskou praxi velmi významné, s možností pozitivního příspěvku k ekonomice produkce mléka a zdravotním otázkám v mlékařství. Významnou položkou jsou i hygienické studie chování těchto nebakteriálních patogenů v technologických biofilmech (Klimešová et al., 2020, 2022; prototéky, kvasinky), které umožňují účinně modifikovat nezbytnou sanitaci technologie k žádoucí eliminaci šíření těchto patogenů, proto je potřebné v těchto studiích pokračovat co nejefektivněji.

PODĚKOVÁNÍ

Práce vznikla za podpory projektů MZe NAZV Země QK 1910092 a MZe RO 1422. Dílčí aktivita Odboru živočišné výroby České akademie zemědělských věd.

LITERATURA

Baumgartner, Ch. und Expertengruppe für Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement (2000): Qualitäts 2000. Leitfaden für den Betrieb von Routine – Untersuchungsgeräten in Rohmilch – Prüfungslaboratorien, 1. Ausgabe, Oktober: 32.

Bzdil, J. (2013): Řasy z rodu *Prototheca* jako původci mastitid skotu. Veterinářství, 3: 218–223.

Ely, V. L., Gressler, L. T., Sutili, F. J., Ribeiro, M. G., Matiuzzi da Costa, M., Castagna de Vargas, A., de Avila Botton, S. (2019): Biofilm formation by *Prototheca* spp. isolated from clinical and subclinical bovine mastitis in distinct growth conditions under different dyes. *Ciencia Rural*, 49(2): 1–7.

Gelgie, A. E., Korsa, M. G., Dego, O. K. (2022): *Mycoplasma bovis* mastitis. Curr. Res. Microb. Sci., 3: 1–7.

Klimešová, M., Kucharovičová, I., Morávková, M., Bačová, R., Roubal, P., Seydlová, R., Nejeschlebová, L. (2020): Sledování tvorby biofilmu a termorezistence u řas *Prototheca* spp. izolovaných z bazénových vzorků mléka. Mlék. listy – zprav., 31, 179, 2, 13–18.

Klimešová, M., Kucharovičová, I., Morávková, M., Bačová, R., Roubal, P., Seydlová, R., Nejeschlebová, L. (2020): Sledování tvorby biofilmu a termorezistence u řas *Prototheca* spp. izolovaných z bazénových vzorků mléka. Mlék. listy – zprav., 31, 179(2): 13–18.

Kvapilík, J., Hanuš, O., Bartoň, L., Vyletělová Klimešová, M., Roubal, P. (2015): Mastitis of dairy cows and financial losses: an economic meta-analysis and model calculation. Bulg. J. Agric. Sci., 21(5): 1092–1105.

Kwiecinski, J. (2015): Biofilm formation by pathogenic *Prototheca* algae. Lett. Appl. Microb., 61: 511–517.

Libisch, B., Picot, C., Ceballos-Garzon, A., Moravkova, M., Klimesova, M., Telkes, G., Chuang, S. T., Le Pape, P. (2022): *Prototheca* Infections and Ecology from a One Health Perspective. Microorganisms, 2022, 10, 938.

Mašek, J., Šašková, K., Rychlíková, M., Hegedušová, Z., Hanuš, O., Kučera, J., Holásek, R. (2022): Antimastitidní vakcinace jako varianta redukce použití antibiotik u dojnic – případová studie. Mlék. listy – zprav., 33, 191(2): 8–13.

Morandi, S., Cremonesi, P., Capra, E., Silvetti, T., Decimo, M., Bianchini, V., et al. (2016): Molecular typing and differences in biofilm formation and antibiotic susceptibilities among *Prototheca* strains isolated in Italy and Brazil. J. Dairy Sci., 99(8): 6436–6445.

Morávková, M., Bačová, R., Beinhauerová, M., Klimešová, M., Seydlová, R., Kucharovičová, I. (2022): Identifikace řasy *Prototheca* spp. pomocí qPCR a testování citlivosti *Prototheca bovis* k amfotericinu B, nystatinu a flukonazolu. Sborník, 29. kongres ČSSM, 28. Moravsko-slovenské mikrobiologické dny, Brno 15.–17. 9.

Nejeschlebová, H., Hanuš, O., Seydlová, R., Kopecký, J., Jedelská, R. (2022): Mléčná užitkovost a kvalita mléka při subklinických mastitidách způsobených řasou *Prototheca*. Fenotyp DKU.CZ, 1: 12–16.

Seydlová, R., Roubal, P., Hanuš, O., Střelečková, V., Babák, V., Morávková, M. (2022): Výskyt nebakteriálních původců mastitid v bazénových vzorcích mléka (2019–2022) v České republice. Náš chov, 12: 53–55.

Seydlová, R., Roubal, P., Kucharovičová, I., Bačová, R., Morávková, M. (2019): Výskyt nebakteriálních původců mastitid v bazénových vzorcích mléka v ČR. Veterinářství, 69(12): 861–866.

Seydlová, R., Snášelová, J., Soukupová, A. (2009): Vliv obsahu *Prototheca zopfii* a *Candida lusitanae* na kvalitu syrového mléka. Mlék. listy – zprav., 112: 15–22.

Shave, C. D., Millyard, L., May, R. C. (2021): Now for something completely different: *Prototheca*, pathogenic algae. PLoS Pathogens, 17(4).

Vyletělová - Klimešová, M., Hanuš, O., Dufek, A., Němečková I., Nejeschlebová, L., Horáček, J., Ponížil, A. (2014): *Staphylococcus aureus* and other pathogens in relation to breed of cattle and somatic cell count. Bulg. J. Agric. Sci., 20(6): 1495–1500.

Zarora, L., Valenzuela, K., Kruze, J. (2011): Bovine mastitis caused by *Prototheca zopfii*: first isolation in Chile. Arch. Med. Vet., 43: 173–176.

Kontaktní adresa: prof. Ing. Oto Hanuš, Ph.D., Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Praha, Zemědělská 16, Šumperk 787 01, Česká republika, e-mail: hanus.oto@seznam.cz

APLIKACE DYNAMICKE OSCILAČNÍ REOMETRIE V MLÉKÁRENSKÉM VÝZKUMU A PRŮMYSLOVÉ PRAXI

APPLICATION OF DYNAMIC OSCILLATORY RHEOMETRY IN DAIRY RESEARCH AND INDUSTRY

František Buňka¹ – Markéta Pětová¹ – Richardos Nikolaos Salek²

**¹Katedra logistiky, Fakulta vojenského leadershipu, Univerzita obrany,
Kounicova 65, 662 10 Brno**

**²Ústav technologie potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve
Zlíně, nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín**

ABSTRAKT

Cílem příspěvku je ukázat odborné veřejnosti, že reologie je zajímavá a užitečná technika, která může významně podpořit výzkumné a vývojové aktivity a také napomoci k řešení řady technologických problémů, usnadnit výběr vhodných potravinářských přídatných látek, jejich koncentrací či úrovní procesních parametrů. Nejprve byly definovány základní reologické charakteristiky a vysvětlen jejich význam (smykové napětí τ , rychlost smykové deformace $\dot{\gamma}$, viskozita η , deformace γ , komplexní modul pružnosti G^* , elastický modul pružnosti G' , ztrátový modul pružnosti G'' , úhel fázového posunu δ). Na základě toho pak byly ukázány vybrané reologické modely mléčných výrobků a procesů sledovaných *in situ*. Poukázáno bylo také na výhody přístupu použití reologických technik. Pro prezentaci byly vybrány tavené sýry s různou koncentrací κ -karagenanu, proces sladkého srážení mléka ošetřeného různými kombinacemi cílových teplot a jejich výdrží a proces sterilace tavených sýrů. Reologie moderním přístupem pro podporu výzkumu a vývoje v mlékárenství.

Klíčová slova: reologie; aplikovaná reologie; tavený sýr; syřidlo; sterilace.

ABSTRACT

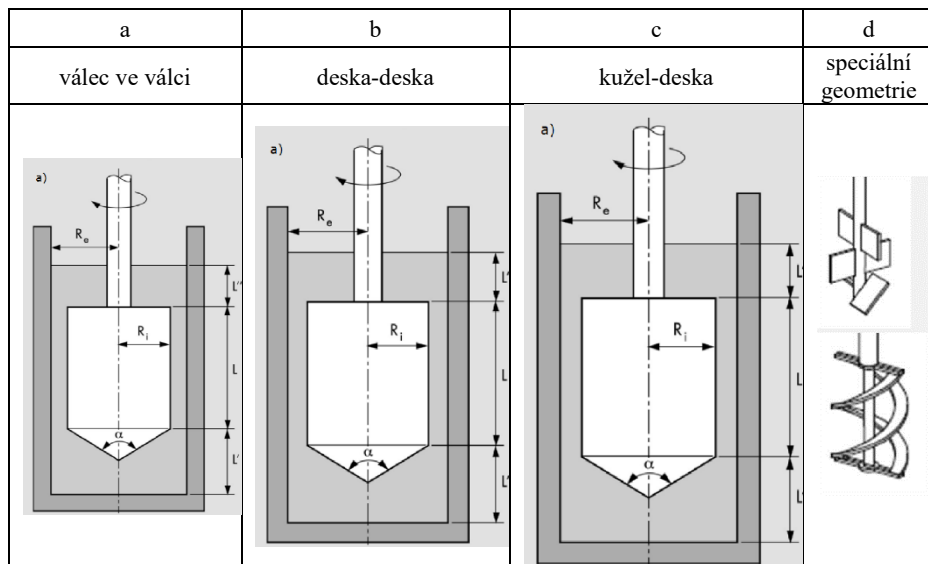
The aim of the study was to point out that rheology is very interesting and useful technique which could significantly support research and development activities. Subsequently, it could help solving many technological tasks, facilitate the appropriate additives and its concentrations selection and/or the levels of processing parameters.

Firstly, basic rheological characteristics were defined and their meaning (shear stress τ , shear rate $\dot{\gamma}$, viscosity η , strain γ , complex modulus G^* , storage modulus G' , loss modulus G'' , phase angle δ) was explained. Selected rheological models for dairy products and *in situ* processes were shown and the benefits of rheological approach were explained. The processed cheese with different κ -carrageenan concentrations, renneting of milk heat treated using different combinations of target temperature and holding time and sterilization of processed cheese were chosen for presentation. Rheology is modern approach for supporting the research and development in the dairy sector.

Keywords: rheology; applied rheology; processed cheese; rennet; sterilization.

REOLOGIE A JEJÍ APLIKACE

Reologie je věda, která se zabývá popisem deformací a tokových vlastností materiálů. Hlavními přístroji, které se zde využívají, jsou viskozimetry a reometry. Zjednodušeně řečeno, viskozimetry obvykle poskytují pouze data o viskozitě sledovaného materiálu měřené rotačními testy s využívajícími různou rychlost osazenými vřeteny různých tvarů. Výsledky se obvykle vyjadřují pomocí tokových anebo viskozitních křivek. Reometry jsou schopny poskytnout mnohem větší množství charakteristik, a kromě rotace umožňují obvykle také oscilaci v rámci použité geometrie. Principiálně lze základní geometrie rozdělit na tři typy (a) válec ve válci (concentric cylinder or bob in cup); (b) deska-deska (plate-plate or parallel plates); (c) kužel-deska (cone-plate) – viz Obrázek 1, části (a)–(c). Kromě těchto obecně využívaných geometrií lze na výzkumných a vývojových pracovištích výzkumných organizací i v průmyslové praxi najít i řadu speciálních složení zahrnující například válce s dvojitou šterbinou, různé druhy míchadel, geometrie, které jsou zdrsňené apod. Ukázka speciálních geometrií (jejich horních částí) je uvedena na Obrázku 1 v části (d), jako spodní část v těchto případech slouží obvykle válec. Posledně zmíněná složení slouží k tzv. empirickým testům (Mezger, 2020; Paroline, 2016; Holubová, 2014; Anonym, 2010; Mañas a Vlček, 2001).



Obrázek 1: Ukázka základních a vybraných speciálních geometrií využívaných v reometrech (Paroline, 2016)

Pro definici reologických parametrů a obecněji tokového chování materiálů a se využívá systému dvou paralelních desek, kdy spodní deska je fixovaná a horní se pohybuje (Obrázek 2). Smykové napětí (tečné napětí) τ (Pa; shear stress); je dáno jako:

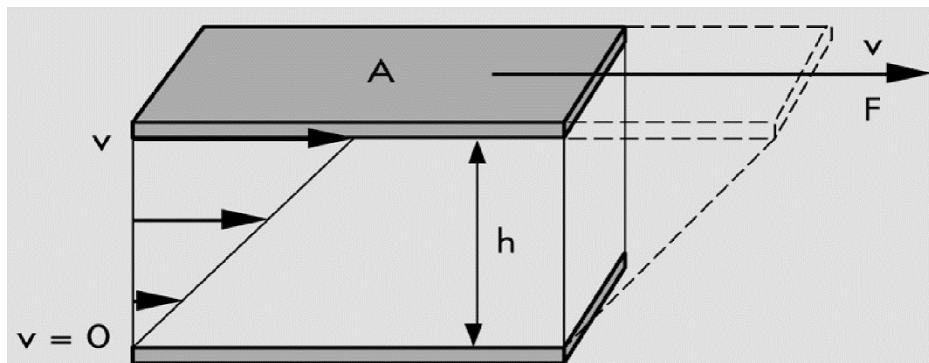
$$\tau = \frac{F}{A} \quad (1)$$

rychlost smykové deformace (s^{-1} ; shear rate, někdy také strain rate, deformation rate, shear gradient) pak odpovídá vztahu:

$$\dot{\gamma} = \frac{v}{h} \quad (2)$$

a na základě vztahů (1) a (2) je pak možné viskozitu η (Pa·s; viscosity, shear viscosity) definovat jako:

$$\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}} \quad (3)$$



Obrázek 2: Systém dvou paralelních desek (Paroline, 2016)

Pozn.: A – plocha desky; h – výška štěrby mezi deskami, kde je umístěn materiál (potravina); F – smyková síla; v – rychlost posunu

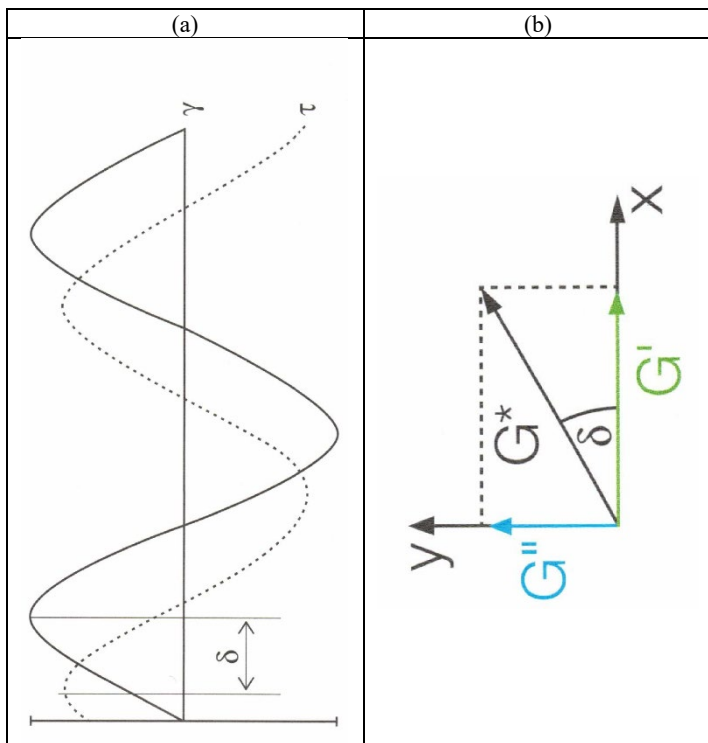
Parametry smykového napětí, rychlosti smykové deformace a viskozity (a některé další odvozené veličiny) se využívají především u rotačních testů. V případě ideálně viskózního materiálu (tzv. newtonské kapaliny) platí pro smykové napětí Newtonův zákon:

$$\tau = \eta \cdot \dot{\gamma} \quad (4)$$

Viskozita newtonských kapalin je nezávislá na smykovém napětí. Existují však (a v potravinářství většinově) i reologicky složitější systémy, které nazýváme nenewtonské kapaliny. V tomto případě nemluvíme o viskozitě, ale o zdánlivé viskozitě, která závisí na rychlosti smykové deformace nebo smykovém napětí. Nejčastěji zde mluvíme o pseudoplastických, dilatantních anebo binghamských kapalinách (Mezger, 2020; Paroline, 2016; Holubová, 2014; Anonym, 2010; Maňas a Vlček, 2001).

Kromě rotace může horní deska také oscilovat s určitou frekvencí. V tomto případě jsou obě desky osazeny senzory, kdy senzor na horní desce detekuje dráhu výchylky V (m; deflection path. Tento signál odpovídá míře deformace γ (bezrozměrná veličina; strain):

$$\gamma = \frac{V}{h} \quad (5)$$



Obrázek 3: Schematicky znázorněný úhel fázového posunu (a) a grafické vyjádření vztahu komplexního modulu pružnosti G^* , elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti (Mezger, 2020)

Parametry oscilace horní desky jsou zpravidla řízeny sinusoidně. Sinusoidní křivka je určena její amplitudou (maximální výchylkou/výkyvem) a oscilační periodou. Dolní deska je také osazena senzorem, který detekuje sílu potřebnou k tomu, aby (zjednodušeně řečeno) dolní deska zůstala na své pozici. Tento signál reprezentuje

smykové napětí τ . Při dostatečně malé deformaci rovněž obdržíme signál ve tvaru sinusoidy. Při příliš vysokých deformacích je však vzorek a jeho vnitřní struktura destruována a tvar signálu pak zpravidla není sinusoidní. Komplexní modul pružnosti G^* (Pa) je pak dán Hookovým zákonem:

$$G^* = \frac{\tau}{\gamma} \quad (6)$$

popisujícím procesy tokového chování ideálně tuhého (elastického) tělesa. Situaci schematicky reprezentuje pružina, na kterou působíme silou a pružina se natáhne. Odstraníme-li působící sílu, pružina se ideálně vrátí do svého původního stavu před deformací. Vysvětlení lze hledat v tom, že energie použitá při napínání pružiny byla zachována a následně využita k ideálnímu návratu. Se zvyšující se hodnotou G^* roste úroveň tuhosti materiálu (potraviny). Ideální kapalina je zcela odlišná od ideálního tuhého tělesa a je možné si ji představit jako „tlumič“. Působí-li síla na tlumič, dochází k deformaci, která se však po odstranění síly naprosto nevrací do své původní polohy, a to z důvodu neuchování energie při stlačování, která byla přeměněna na teplo. Další veličinou, důležitou pro reologická měření, je úhel fázového posunu δ ($^\circ$; phase angle) vypovídající o vzájemném posunu sinusoid vzešlých ze signálu deformace γ a smykového napětí τ (viz Obrázek 3, část (a)). Pro ideálně elastickou látku platí $\delta = 0^\circ$ a pro ideální kapalinu $\delta = 90^\circ$. Hodnoty δ pro potraviny jako viskoelastické materiály se pak pohybují mezi těmito hranicemi ($0^\circ < \delta < 90^\circ$) (Mezger, 2020; Paroline, 2016; Holubová, 2014; Anonym, 2010; Mañas a Vlček, 2001).

Komplexní modul pružnosti G^* se rozpadá do dvou složek – elastického modulu pružnosti G' (Pa) a ztrátového modulu pružnosti G'' (Pa). Mezi jednotlivými složkami je následující (Pythagorův) vztah:

$$G^{*2} = G'^2 + G''^2 \quad (7)$$

kteří lze schematicky vyjádřit Obrázkem 3, částí (b). Jak je uvedeno výše, většina potravin svým tokovým chováním neodpovídá ani ideálně elastickému tělesu ani ideální

kapalině, nýbrž odpovídá materiálu ležícímu mezi těmito teoretickými „protipóly“, jsou tedy tzv. viskoelastické mají svou elastickou i ztrátovou složku. Elastický modul pružnosti (G') reprezentuje elastický podíl viskoelastického tokového chování potraviny (podíl chování ideálně pevné látky). Naopak ztrátový modul pružnosti (G'') pak popisuje viskózní podíl viskoelastického tokového chování potraviny (podíl chování ideální kapaliny). Vztah mezi úhlem fázového posunu δ (jeho tangentou), elastickým (G') a ztrátovým (G'') modulem pružnosti pak vyjadřujeme (Mezger, 2020; Paroline, 2016; Holubová, 2014; Anonym, 2010; Mañas a Vlček, 2001):

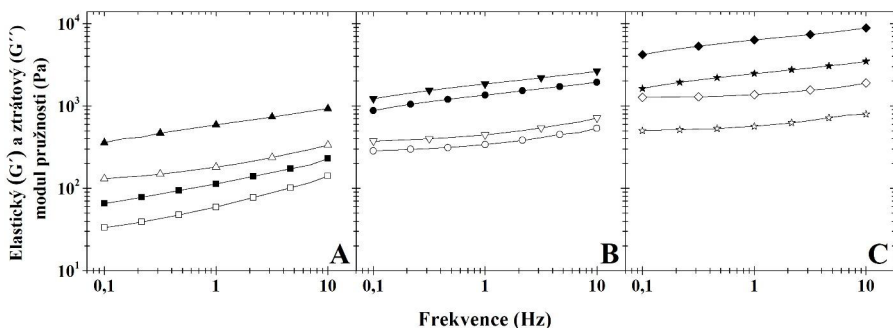
$$\tan \delta = \frac{G''}{G'} \quad (8)$$

VYBRANÉ APLIKACE REOLOGICKÝCH MĚŘENÍ V MLÉKÁRENSTVÍ

Výše popsané vztahy v reologii materiálů včetně potravin jsou široce využitelné ve výzkumné a vývojové činnosti u výzkumných organizací i v průmyslové praxi. V průmyslové praxi navíc umožňují provést experimenty s velmi malým množstvím suroviny, meziprojektu nebo finálního výrobku a tím i snížit náklady na ověření vlivu různých faktorů (například různé potravinářské přídatné látky, v určitých koncentracích, druh čisté mlékařské kultury, různé teploty ošetření mléka, různé teploty a doby inkubace aj.). Cílem příspěvku je ukázat odborné veřejnosti, že reologie je zajímavá a užitečná technika, která může podpořit tvůrčí aktivity a také napomoci k řešení řady technologických problémů, usnadnit výběr vhodných potravinářských přídatných látek, jejich koncentrací či úrovní procesních parametrů. Proto budou v následující části popsány vybrané modelové případy, kdy reologie byla použita při řešení odborných problémů, resp. hledání různých závislostí. Při vlastní přednášce bude plejádá modelových příkladů širší.

Obrázek 4 prezentuje závislost elastického (G' ; Pa) a ztrátového (G'' ; Pa) modulu pružnosti na použité frekvenci oscilací u vzorků s různým obsahem κ -karagenanu. Karageny je možné označit za velmi frekventovaně používané při výrobě tavených sýrů. Kromě toho, že zvyšují pevnost trojrozměrné struktury (gelu), tak snižují adhesivní síly,

tedy jsou prevencí lepivosti na hliníkový obal (potažený polymerní fólií) (Černíková et al., 2022). Se zvyšující se koncentrací κ -karagenanu (v rozsahu 0,10–0,30 % w/w) rostla i pevnost gelu, závislost však není lineární. Z těchto mechanických spekter je možné vybrat takovou koncentraci, která je vyhovující pro daný účel, například pro roztíratelný charakter taveného sýra.

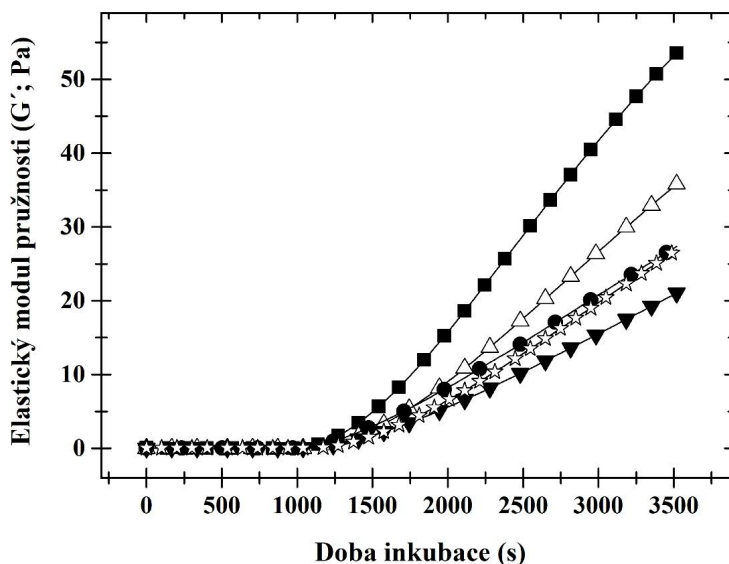


Obrázek 4: Závislost elastického (G') a ztrátového (G'') modulu pružnosti (Pa) na frekvenci (Hz) u tavených sýrů s různou koncentrací κ -karagenanu (nepublikovaná data, vlastní archiv autorů)

Pozn.: (■ □) – kontrola; (▲ △) – 0,10 % w/w; (● ○) – 0,15 % w/w; (▼ ▽) – 0,20 % w/w; (* *) – 0,25 % w/w; (◆ ◇) – 0,30 % w/w.

V posledních letech (několika málo desetiletí) se dostávají do popředí tzv. *in situ* studie, kdy se simulují různé technologické procesy probíhající v potravinách. Obrázek 5 popisuje závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa) na době inkubace při sladkém srážení mléka průtokově ošetřeného různou kombinací teplot a časů. Jev, že zvyšující se intenzita záhřevu zhoršuje syřitelnost mléka je dobře známý. Důvodem zpravidla je zvýšení intenzity denaturace sérových bílkovin (zejména β -laktoglobulinu), které se váží na κ -kasein, čímž se zhorší přístup enzymů ke κ -kaseinu. Sérové bílkoviny (jejich část) jsou zadrženy v syřenině, což sice vede ke zvýšení výtěžnosti, ale i vazby vody (a tím snížení pevnosti gelu), dojde ke snížení obsahu sušiny finálních sýrů a ke zhoršení jakosti (Bylund, 1995). Co však nemusí být známo je konkrétní intenzita zhoršování syřitelnosti při dané kombinaci teploty a času (vzájemné srovnání) a hlavně za podmínek platných pro určitý výrobní podnik (od chemického složení a vlastností

syrového mléka, pasteru a jeho teplotního profilu záhřevu a chlazení, podmínek na výrobníku atd.).

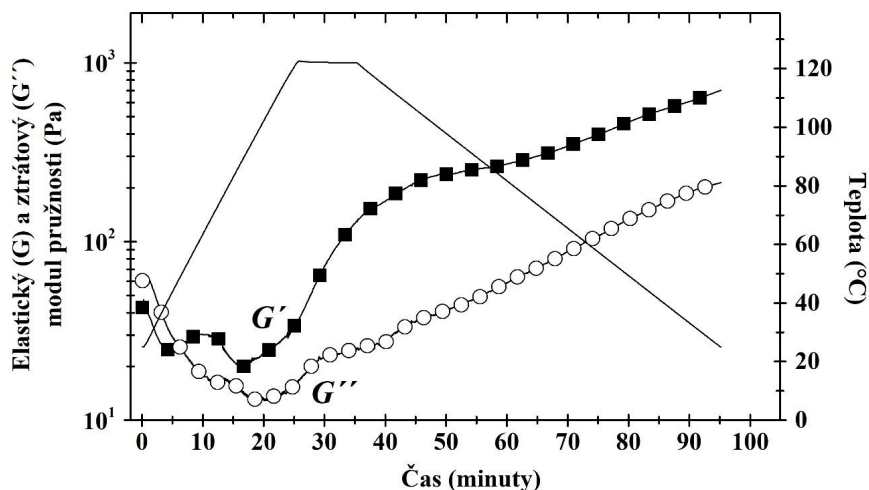


Obrázek 5: Závislost elastického modulu pružnosti (G' ; Pa) na době inkubace při sladkém srážení mléka průtokově ošetřeného různou kombinací teplot a časů (nepublikovaná data, vlastní archiv autorů)

Pozn.: ■ – syrové mléko; Δ – 72 °C 20 s; \square – 72 °C 40 s; ● – 76 °C 20 s; ▼ – 76 °C 40 s.

V literatuře jsou reometrickými nástroji sporadicky popisovány procesy tepelného ošetření potravin při teplotách do 100 °C. Simulace záhřevu nad 100 °C se v dostupné literatuře prakticky nevylučuje, a to z důvodu odparu vody, pokud je měření prováděno za atmosférického tlaku. Řešením je použití tzv. tlakové cely, kdy se v měřicím prostoru pomocí inertního plynu (zpravidla dusík) vytvoří přetlak (obvykle 0,3–0,4 MPa) a vlastní měření je pak možné bez „rušivého vlivu“ odparu vody. Příklad takového měření je uveden na Obrázku 6 pro matici roztíratelného taveného sýra. Z obrázku je patrné, že elastický modul pružnosti (G' ; Pa) je cca od 40 °C nad ztrátovým modulem pružnosti (G'' ; Pa) přes celý další rozsah teplot záhřevu, výdrže a chlazení. Z toho plyne, že si tavený sýr v průběhu sterilace zachovává chování spíše pevné (elastické) látky a tudíž, že se gel vzniklý při výrobě taveniny během sterilace nedestruuje.

Do 40 °C měl tavený sýr spíše chování kapaliny ($G'' > G'$). Důvodem je skutečnost, že byl na začátku stanoven požadavek, aby výsledný sterilovaný tavený sýr byl také roztíratelný. Vzhledem k očekávanému ztuhnutí během sterilace a následného chlazení, měla tavenina určená ke sterilaci tekutější charakter. Je také patrné, že sterilovaný tavený sýr je tužší ve srovnání s produktem nesterilovaným.



Obrázek 6: Vývoj elastického (G' ; ■) a ztrátového (G'' ; ○) modulu pružnosti (Pa) v průběhu sterilizačního zahřevu a chlazení tavených sýrů (průběh teploty v čase je označen čarou bez symbolu) (nepublikovaná data, vlastní archiv autorů)

ZÁVĚR

V příspěvku byly definovány základní reologické charakteristiky a vysvětlen jejich význam. Na základě toho pak byly prezentovány vybrané aplikace reologie ve výrobě mléčných výrobků a hodnocení jejich jakosti. Z předvedených ukázek jednoznačně vyplývá, že reologie je moderní technika umožňující úspěšné řešení mnoha technologických úkolů a otázek, usnadňující výběr vhodných potravinářských přídatných látek, jejich koncentrací či úrovní procesních parametrů.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s finanční podporou Ministerstva obrany České republiky, projektem INTAL: Implementace nových technologií a postupů do logistického zabezpečení Armády České republiky.

LITERATURA

Anonym. (2010): Základy reologie a reometrie kapalin.

https://is.muni.cz/el/sci/jaro2017/C5760/um/Texty/Rheologie/Reologie_a_reometrie_kapalin.pdf [cit. 2023-02-06].

Bylund, G. (1995): *Dairy processing handbook*. Lund: Tetra Pak Processing Systems AB.

Černíková, M., Buňka, F., Salek, R. N. (2022): Technological aspects of processed cheese: Properties and structure. Pages 211–248 in *Processed Cheese Science and Technology: Ingredients, Manufacture, Functionality, Quality, and Regulations*. M. El Bakry and B. M. Mehta eds. Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier, Cambridge, US.

Holubová, R. (2014): *Základy reologie a reometrie kapalin*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 80-244-4178-8.

Mañas, M., Vlček, J. (2001): *Aplikovaná reologie*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. ISBN 80-7318-039-1.

Mezger, T. G. (2020): *Applied Rheology*. 7th ed. Austria: Anton Paar GmbH.

Paroline, G. (2016): *Basics of Applied Rheology*. Corvallis (OR, USA): Oregon State University.

Kontaktní adresa: prof. Ing. František Buňka, Ph.D., Katedra logistiky, Fakulta vojenského leadershipu, Univerzita obrany, Kounicova 65, 662 10 Brno, Česká republika, e-mail: frantisek.bunka@unob.cz

VÝZKUMNÝ ÚSTAV MLÉKÁRENSKÝ – VÝVOJ MLÉKÁRENSKÉHO VÝZKUMU

DAIRY RESEARCH INSTITUTE - DEVELOPMENT OF DAIRY RESEARCH

Ondřej Elich¹

¹Výzkumný ústav mlékárenský, Ke Dvoru 12a, 160 00 Praha 6

ABSTRAKT

Cílem příspěvku je seznámit zájemce s náplní výzkumu VÚM. Pracovníci VÚM řeší v současnosti devatenáct výzkumných projektů. Jedná se o projekty rozdělené do tří oblastí. Primárně jsou projekty zaměřeny na oblast prvovýroby mléka a na oblast zpracování a produkce kvalitních mlékárenských výrobků. Třetí oblast, na které se VÚM soustředí v poslední době zahrnuje projekty mimo mlékárenský průmysl. Tyto projekty zahrnují jak oblast pekařství, tak oblast zpracování odpadů a využití mlékárenských kultur pro rostlinnou výrobu. Získané poznatky jsou odborné veřejnosti prezentovány na konferencích, workshopech a zejména formou článků v impaktovaných i recenzovaných časopisech. Na výzkumu spolupracuje VÚM jak s ostatními výzkumnými organizacemi Ministerstva zemědělství, vysokými školami tak zejména s výrobními podniky.

Klíčová slova: výzkum, mléko, mlékárenský průmysl

ABSTRACT

The aim of the paper is to introduce the research of the VÚM. VÚM staff is currently working on nineteen research projects. These projects are divided into three areas. The projects are primarily focused on the area of milk production and on the area of processing and production of quality dairy products. The third area on which the VÚM has recently focused includes projects outside the dairy industry. These projects cover both the bakery sector and the processing of waste and the use of dairy crops for crop production. The knowledge gained is presented to the professional community at conferences, workshops and especially in the form of articles in both impacted and peer-reviewed journals. VÚM cooperates on research with other research

organisations of the Ministry of Agriculture, universities and especially with production companies.

Keywords: research, milk, dairy industry

ÚVOD

Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o. (VÚM) byl založen v roce 2002 jako dceřiná společnost akciové společnosti MILCOM se zaměřením na výzkum a vývoj v oblasti mlékárenského průmyslu. Společnost MLCOM a.s. vznikla privatizací následující po zrušení generálního ředitelství Mlékárenského průmyslu a tím převzala personální výzkumné kapacity. V letech 2004–2010 řešila Výzkumný záměr Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy (MŠMT) - MSM 1619329601. Od roku 2011 převzalo poskytování institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace Ministerstvo zemědělství.

Pracovníci VÚM s.r.o. jsou dlouhodobě řešiteli výzkumných projektů zabývajících se výzkumem a vývojem v oblasti složení mléka a mléčných výrobků, nových metod ke stanovování chemických, mikrobiologických, fyzikálních a fyzikálně chemických a senzorických parametrů a vlastností mléka a mléčných výrobků, výzkumem vlivu jednotlivých složek mléka a mléčných výrobků na výživu člověka, změnami vlastností mléka a mléčných výrobků působením vlivu zpracování a skladování, výzkumem nových způsobů zpracování mléka a výrobou nových výrobků, výzkumem a vývojem nových efektivnějších způsobů zpracování. Příspěvek k rozvoji tohoto poznání jak v rámci základního, tak především aplikovaného výzkumu je spojen s ověřováním v poloprovozním a provozním měřítku a s uváděním do mlékařské praxe. Výzkumná činnost vyplývala z řešení výzkumných projektů Národní agentury pro zemědělský výzkum, Grantové agentury České republiky, MŠMT, projektů z rámce programů na podporu výzkumu EU PHARE, COST. Výzkumné projekty jsou řešeny kolektivem pracovníků VÚM, případně výzkumní pracovníci koordinují spolupráci na řešení výzkumných projektů s pracovníky jiných výzkumných pracovišť - univerzit

a výzkumných ústavů státního, resortního nebo oborového charakteru, nebo naopak pracují na řešení výzkumných projektů pod jejich koordinací.

V současnosti je VÚM zapojen do řešení 13 výzkumných projektů zemědělského výzkumu NAZV (Národní agentura pro zemědělský výzkum), 4 projektů COST podporovaný MŠMT. Dále řeší 2 výzkumné záměry v rámci DKRVO MZE-RO1418 (Dlouhodobá koncepce rozvoje výzkumné organizace).

Projekty NAZV

QK1910024 - Využití enzymatického a probiotického potenciálu mikroorganismů k vývoji nových a zvýšení kvality a trvanlivosti stávajících mléčných a pekárenských výrobků.

QK1910036 - Využití potenciálu různých metabolitů divokých kmenů bakterií mléčného kvašení a kvasinek k potlačení výskytu nežádoucích fungálních kontaminantů a prodloužení trvanlivosti mléčných a pekařských výrobků.

QK1910092 - Nebakteriální původci mastitid a jejich vliv na kvalitu a technologické vlastnosti mléka

QK1910100 - Vliv reformulace na trvanlivost a fyzikálně-chemické vlastnosti potravinářských výrobků

QK1910121 - Perzistence vybraných původců alimentárních onemocnění, hygienických indikátorů a možnosti jejich eliminace z prostředí potravinářských podniků

QK1910300 - Využití odpadů z mlékáren pro produkci nových mléčných výrobků a doplňků stravy s přídavkem mikrořas nebo jejich komponent

QK1910392 - Ekologicky šetrné materiály pro intenzifikaci rostlinné výroby s půdoochrannými vlastnostmi na bázi obnovitelných zdrojů

QK21010123 - Vývoj metod redukce průniku antibiotik do prostředí v chovu dojníc jako podpora prevence vzniku antibiotické rezistence mikroorganismů

QK21010212 - Vývoj metod pro kontrolu manipulace kvality mléka určeného k dalšímu technologickému zpracování a zajištění jeho autenticity

QK21010326 - Možnosti ovlivňování výskytu inhibičních látek v mléce jako účinný nástroj vedoucí k podpoře zdraví zvířat a ke zvyšování kvality a bezpečnosti potravin

QK21020245 - Vliv míry porušení chladírenského řetězce při odběru a transportu úředně odebraných vzorků na jejich mikrobiální profil

QK22010186 - Postbiotika, bakteriální exopolysacharidy a nové oligosacharidy pro funkční synbiotické fermentované výrobky

QK22010255 - Intenzifikace ekologické produkce leguminóz prostřednictvím biologických prostředků s cílem zlepšení jejich zdravotního stavu

Projekt COST

COST Action CA18113 - Understanding and exploiting the impacts of low pH on micro-organisms

COST LTC20014 - Research of selenium-enriched lactic acid bacteria, bifidobacteria and yeasts and influence of low-pH stress exposure on their selenium biotransformation efficiency

COST Action CA 20128 - Promoting innovation of fermented foods

COST Action CA21146 - Fundamentals and applications of purple bacteria biotechnology for resource recovery from waste

Výzkumné záměry DKRVO

VZ_VUM2018_001 Mléko – produkce kvalitní suroviny

VZ_VUM2018_002 Mléko – zpracování a produkce výrobků zdravé a bezpečné výživy

V minulosti řešil VÚM zejména projekty zaměřené na kvalitu mléka v prvovýrobě a následně kvalitu mlékárenských výrobků. V současnosti přichází také s výzkumem v oblastech mimo tradiční mlékárenství. Jedná se o projekty v oblasti pekárenství a ochrany rostlin.

Hodnocení výzkumu zaznamenalo výrazný posun od původního bodového systému dle RIV tzv. „Kafemlejek“ až k dnešní Metodice 17+. Tyto změny, které provázely výzkumné organizace v uplynulém období, přiměly i VÚM ke změně ve struktuře produkovaných výsledků. Těžištěm se stalo publikování v kvalitních vědeckých časopisech zařazených do kvartilů Q1 a Q2. Nicméně i nadále se VÚM snaží publikovat v odborných časopisech určených mlékařské komunitě a nadále rozšiřuje portfolio aplikovaných výsledků určených pro pomoc v praxi.

Tabulka 1: Výsledky výzkumu VÚM za rok 2018–2022 - souhrn

Počty plán/ skutečnost v letech	Jimp. (Q1 a Q2)	Patent (P)	Publikační výsledky	Aplikované výsledky	Ostatní
Plánovaný počet na období let 2018–2022	10	2	100	45	51
Realizované výsledky na období let 2018–2022	35	2	131	124	104

ZÁVĚR

Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o. jako soukromá resortní výzkumná organizace Ministerstva zemědělství poskytuje výzkumné kapacity nejen pro rozvoj v oblasti prvovýroby mléka a jeho následného zpracování, ale snaží se aplikovat získané vědomosti i v dalších oblastech zemědělské výroby.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou institucionální podpory Ministerstva zemědělství ČR MZE-RO1418.

Kontaktní adresa: Ing. Ondřej Elich, Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Ke Dvoru 12a, 160 00 Praha, Česká republika, e-mail: elich@vumlekarensky.cz

OBSAH FTALÁTŮ V KRAVSKÉM MLÉČE V ZÁVISLOSTI NA ZPŮSOBU ZÍSKÁVÁNÍ

PHTHALATE CONTENT IN BOVINE MILK DEPENDING ON THE METHOD OF OBTAINING

Alžbeta Jarošová¹ – Soňa Bogdanovičová¹ – Magdalena Krejčíková¹

**¹Ústav technologie potravin. Agronomická fakulta, MENDELU,
Zemědělská 1, 613 00 Brno**

ABSTRAKT

Byl sledován obsah esterů kyseliny ftalové (PAE) ve vzorcích kravského mléka získaného ručním a strojovým dojením. Vzorky byly odebírány ve čtyřech obdobích (leden, duben, červenec a říjen). Do pokusu bylo zařazeno pět dojnic pro ruční a pět dojnic pro strojové dojení. Od každé dojnice se získal směsný vzorek z ranního večerního dojení. Vzorky byly odebírány po dobu pěti dnů. Po celou dobu pokusu byly prokázány statisticky vysoce ($p < 0,01$) průkazné rozdíly mezi průměrnými koncentracemi DBP a DEHP. Za celé sledované období byla zjištěna statisticky vysoce průkazně nižší ($p < 0,01$) průměrná koncentrace DBP u vzorků mléka získaného ručním dojením, naopak nebyl prokázán statisticky průkazný rozdíl ($p > 0,05$) mezi průměrnými koncentracemi DEHP v závislosti na způsobu dojení (ruční vs. strojové).

Klíčová slova: DBP, DEHP, ftaláty, kravské mléko, dojení

PODĚKOVÁNÍ

Práce byla řešena za podpory Interní grantové agentury AF MENDELU, projekt IP5/2013.

Kontaktní adresa: prof. Ing. Alžbeta Jarošová Ph.D., Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: alzbeta.jarosova@mendelu.cz

MÝTY O MLÉCE A MLÉČNÝCH VÝROBCÍCH

MYTHS ABOUT MILK AND DAIRY PRODUCTS

Halina Matějová¹ – Denisa Ponišťová¹ – Zlata Kapounová¹

**¹Ústav veřejného zdraví, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita,
Kamenice 5, 625 00 Brno**

ABSTRAKT

Mýty vznikají ve společnosti neustále a téměř vždy na stejném principu. Jedná se o nedostatečné znalosti, různé hypotézy šířící se bez jejich ověření nebo často nesprávně pochopená tvrzení. Hlavně prostřednictvím internetu a sociálních sítí může své názory zveřejňovat prakticky kdokoliv i bez odborné kvalifikace. Často se tak objevují zkreslené ničím nepodložené informace. Problémem je, že uživatel tohoto prostředí nedokáže roztrždit získané informace, což vede k následnému šíření vzniklých mýtů.

Mléko a mléčné výrobky tvoří podstatnou část naší stravy, a proto není výjimkou, že jsou předmětem mnoha zkoumání. U žádné jiné skupiny potravin se nesetkáváme s tolika protichůdnými názory, zastánci, ale také odpůrci. Snad i právě proto jsou mléko a mléčné výrobky opředeny největším počtem těchto mýtů. Ty mohou přispět ke snížení důvěry v tyto potraviny jako důležité nosiče prospěšných živin, především vápníku, a v konečném důsledku snížit i jejich příjem.

Dotazníkovým šetřením byl proveden průzkum mezi studenty (n=352) Lékařské fakulty Masarykovy univerzity v Brně. Cílem průzkumu bylo zmapovat postoje a znalosti studentů o mléce a mléčných výrobcích se zaměřením na mýty kolem této skupiny potravin. Budoucí zdravotničtí pracovníci slouží rovněž jako zdroj informací pro své pacienty, kteří mohou přispívat k zastavení a nešíření těchto mýtů. Mýty byly pro tyto účely rozděleny na ty, které souvisí přímo s mlékem a mléčnými výrobky jako potravinou (např. trvanlivé mléko obsahuje přídavné látky, rostlinné nápoje jsou lepší než mléko, biomléko je zdravější atd.) a další mýty ve vztahu nebo s dopadem na zdraví (např. mléko „zahleňuje“, mléko zvyšuje riziko nádorových onemocnění, diabetu, osteoporózy atd.).

Zajímavým zjištěním byl pozitivní posun ve znalostech a postojích k mýtům mezi 1. a 6. ročníkem studentů všeobecného lékařství. Lepší výsledky v průměru měli studenti nelékařských programů. Otázkou rovněž zůstává, proč vysokoškolští studenti nevyužívají více kvalitní informační zdroje namísto pouhého „Googlu“.

Pokud definujeme nutriční gramotnost jako schopnost získat a zpracovat informace o výživě, porozumět jim a získat rovněž dovednosti potřebné k učinění odpovídajících rozhodnutí, která souvisejí s výživou, pak z tohoto šetření mezi studenty je zřejmé, že na Lékařskou fakultu přicházejí s nízkou úrovní nutriční gramotnosti. Avšak během studia se dostávají na vyšší úroveň. Především by se mělo více zapracovat na kritické nutriční gramotnosti jako schopnosti posoudit kvalitu informací o výživě a ochotě aktivně pracovat na zlepšení výživového stavu.

Klíčová slova: mýty, mléko, mléčné výrobky, znalosti, studenti

ABSTRACT

Myths are created in society all the time and almost always on the same principle. Insufficient knowledge, hypotheses spreading without their verification, or often misunderstood statements. Mainly through the Internet and social networks virtually anyone can publish their opinions, even without professional qualifications. This often results in distorted and unfounded information. The problem is that the user of this environment is unable to sort the information obtained, which leads to the subsequent spread of the myths that have arisen.

Milk and dairy products make up a substantial part of our diet, so it is no exception that they are the subject of much research. With no other food group do we encounter so many conflicting opinions, supporters and opponents. Perhaps that is precisely why milk and dairy products are surrounded by the largest number of these myths. These can contribute to reducing trust in these foods as important carriers of beneficial nutrients, especially calcium, and ultimately reduce their intake.

A questionnaire survey was conducted among students (n=352) of the Faculty of Medicine of the Masaryk University in Brno. The aim of the survey was to map

students' knowledge and attitudes about milk and milk products, focusing on the myths surrounding this food group. Future healthcare workers also serve as a source of information for their patients, they can contribute to stopping these myths. In the work, myths were divided into those related directly to milk and dairy products as food (UHT milk contains additives, plant-based drinks are better than milk, organic milk is healthier, etc.) and to the others related to their relationship and impact on health (milk increases mucus production, the risk of cancer, diabetes, osteoporosis, etc.).

An interesting finding was the positive shift in knowledge and attitudes towards myths between 1st and 6st years of general medical students. Students of non-medical programs had better results on the average. Also, the question remains why students don't use more quality information sources instead of just Google.

If we define nutritional literacy as the ability to obtain and incorporate information about nutrition, understand it, and also acquire the skills needed to make appropriate decisions related to nutrition, then it is clear from this survey among students that they enter the Faculty of Medicine with a low level of nutritional literacy. However, during their studies they reach a higher level. Above all, more work should be done on critical nutritional literacy, such as the ability to assess the quality of nutrition information and the willingness to actively work to improve nutritional status.

Keywords: myths, milk, dairy products, students, knowledge

LITERATURA

Baldwin, H., Tan, J. (2021): Effects of diet on acne and its response to treatment. *American Journal of Clinical Dermatology*, 22(1): 55–65.

Balfour-Lynn, I. M. (2019): Milk, mucus and myths. *Archives of Disease in Children*, 104(1): 91–93.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to lactose and increase in calcium absorption leading to an increase in calcium retention (ID 668) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. (2011) EFSA J, 9(6): 2234.

Hawk, V. H., Kapounová, Z., Krobot, M., et al. (2022): Student and faculty perceptions of nutrition education in medical school. *Clinical Nutrition ESPEN*, 47: 351–357.

Jančerková, K., et al. (2022): Hodnocení nutriční a potravinové gramotnosti. *Hygiena*, 7(3): 107–113.

Kopáček, J., et al. (2019): Mýty o mléce a mléčných výrobcích. Praha: Českomoravský svaz mlékárenský. ISBN 8027068819.

Ubago-Guisado, E., Rodríguez-Barranco, M., Ching-López, A., et al. (2021): Evidence update on the relationship between diet and the most common cancers from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Study: A systematic review. *Nutrients*, 13(10): 3582.

Willett, W. C., Ludwig, D. S. (2020): Milk and health. *The New England Journal of Medicine*, 382(7): 644–654.

World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research (2018): Diet, nutrition, physical activity and cancer: A global perspective. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research; London, UK. ISBN 978-1-912259-46-5.

Zaitlin, P., Dwyer, J., Gleason, G. R. (2013): Mistaken beliefs and the facts about milk and dairy foods. *Nutrition Today*, 48(3): 135–143.

Kontaktní adresa: MVDr. Halina Matějová, Ústav veřejného zdraví, lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Kamenice 5, 625 00 Brno, Česká republika, e-mail: hmatej@med.muni.cz

VÝZNAM SÝRŮ VE VÝŽIVĚ ČLOVĚKA

THE ROLE OF CHEESES IN HUMAN NUTRITION

Eva Samková¹ – Karolína Hálová¹ – Simona Honesová¹ – Natalia Climova¹

¹Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice

ABSTRAKT

Mléko se k výrobě fermentovaných mléčných výrobků používá odedávna. První zmínky o mléku pocházejí z období 8 tis. let před naším letopočtem, první zmínky o sýrech se datují do období zhruba 7,5 tis. let před naším letopočtem. Sýry zahrnují širokou škálu druhů a chutí a patří v mnoha zemích k nejoblíbenějším mléčným výrobkům. V České republice byla v roce 2021 spotřeba přírodních sýrů včetně tavených sýrů a tvarohů 19,1 kg na osobu. Pro výrobu sýra je jednou ze základních podmínek vysoce kvalitní mléko splňující požadavky právních předpisů. Z hlediska složení se sleduje především obsah tuku a bílkovin, z mikrobiologických a hygienických požadavků pak celkový počet mikroorganismů, počet somatických buněk a rezidua inhibičních látek. Nedodržení limitů stanovených pro tyto parametry má za následek sníženou kvalitu a výtěžnost sýrů. Sýr je z nutričního pohledu velmi vhodným zdrojem základních živin (bílkoviny, lipidy, laktóza). Bílkoviny mléka jsou podobně jako další živočišné proteiny plnohodnotné a mají vysokou biologickou hodnotu. Tuky obsahují kromě nasycených mastných kyselin i významné množství nenasycených mastných kyselin včetně esenciálních. Cholesterol obsažený v sýrech nepředstavuje významné zdravotní riziko. Sýry jsou vhodným zdrojem biologicky cenných složek jako jsou vitaminy a minerální látky, které jsou nezbytné pro správný růst, vývoj a funkci organismu. Především jsou bohatým zdrojem vápníku, který pomáhá v prevenci osteoporózy, a jsou rovněž dobrým zdrojem niacinu, kobalaminu, kyseliny listové a zejména vitaminů rozpustných v tucích. Z nutričního hlediska jsou sýry vhodné pro většinu spotřebitelů, a to včetně osob s laktózovou intolerancí, které nemohou konzumovat mléko. Výjimkou jsou pouze osoby trpící alergií na bílkovinu kravského mléka, které se musí vyhýbat jak konzumaci mléka, tak konzumaci sýrů.

Klíčová slova: kvalita mléka, sýry, spotřeba, složení, nutriční výhody

ABSTRACT

Milk has been used to produce fermented dairy products for a long time. Cheeses cover a wide variety of types and flavours and belong to the most popular dairy products in many countries. In the Czech Republic, the consumption of natural cheeses, including processed cheeses and quarks, was 19.1 kg per capita in 2021. Cheese provides a good source of macronutrients (proteins, lipids, lactose) and essential micronutrients, such as vitamins and minerals. Together with lactic acid bacteria, these components have various positive health-enhancing effects. Cheese contains a concentrated source of calcium, which helps in the prevention of osteoporosis. Among the various vitamins occurring in cheese, fat-soluble vitamins are in significant amounts and play an important role in human health.

Keywords: cheese, consumption, composition, health benefits

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství ČR (NAZV ZEMĚ QK21010326) a Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (GAJU 005/2022/Z).

LITERATURA

Seznam literatury je na požádání u autorky.

Kontaktní adresa: prof. Ing. Eva Samková, Ph.D., Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice, Česká republika, e-mail: samkova@fzt.jcu.cz

POSTEROVÁ SEKCE

INGROVY DNY 2023

1. 3. 2023

POSTER SESSION

INGR'S DAYS 2023

March 1, 2023

HMOTNOSTNÉ STRATY A SENZORICKÁ KVALITA MÄSA KURČIAT ROSS 308 KRMENÝCH S PRÍDAVKOM ČERVENÝCH HROZNOVÝCH VÝLISKOV ODRODY ALIBERNET

WEIGHT LOSSES AND SENSORY QUALITY OF MEAT FROM ROSS 308 CHICKENS FED WITH SUPPLEMENTAL ALIBERNET RED GRAPE POMACE

**Matej Čech¹ – Peter Haščík¹ – Peter Herc¹
Juraj Čuboň¹ – Miroslav Kročko¹**

**¹Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska
univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 94976 Nitra**

ABSTRAKT

Cieľom tejto štúdie bolo zistiť účinky pridávania výliskov z červeného hrozna odrody Alibernet (HVA) ako zdroja biologicky účinných látok do kŕmnej zmesi (KZ) brojlerových kurčiat Ross 308 na straty pri skladovaní a tepelnej úprave, ako aj zhodnotiť ich prípadný vplyv na senzorické parametre pečeného mäsa. 200 jednodňových brojlerových kurčiat Ross 308 zmiešaného pohlavia bolo náhodne rozdelených do 4 skupín ($n = 50$). Kontrolná skupina (K) nedostala žiadne doplnky do KZ. Krmivo pre pokusnú skupinu P1 bolo obohatené o 1 % HVA na 1 kg KZ, 2 % HVA na 1 kg FM v skupine P2 a 3 % HVA na 1 kg KZ v skupine P3. 42-dňové obdobie výkrmu prebiehalo dvojfázovo (kŕmne zmesi HYD-01 a HYD-02), bez použitia kokcidiostatík alebo antibiotík. Na základe výsledkov môžeme konštatovať, že prídavok HVA preukazne negatívne ovplyvnil straty na hmotnosti po skladovaní mrazom, nakoľko tieto boli najnižšie ($P \leq 0,05$) v kontrolnej skupine – 2,74 % v porovnaní so skupinami P1 – 3,64 a P2 – 3,94 %. Straty chladením a pečením boli vo všetkých skupinách podobné ($P \geq 0,05$). Senzorické parametre kuracieho mäsa neboli preukazne ovplyvnené ($P \geq 0,05$) zvoleným kŕmnym doplnkom. Prsná svalovina bola hodnotená vo všetkých pokusných skupinách pozitívne, zatiaľ čo stehenná bola vo všetkých znakoch najlepšie hodnotená v skupine P2.

Kľúčové slová: kuracie mäso, hroznové výlisky, hmotnostné straty, senzorická kvalita

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the effects of supplementation with Alibernet red grape pomace (GPA) as a source of biologically active substances to the feed mixture (FM) of broiler chickens Ross 308 on losses during storage (cooling and freezing) and heat treatment, as well as to evaluate their possible effect on the sensory parameters of roasted meat. 200 day-old mixed-sex Ross 308 broiler chickens were randomly divided into 4 groups ($n = 50$). The control group (group C) did not receive any supplements to FM. The feed for experimental group E1 was enriched with 1% GPA per 1 kg of FM, 2% GPA per 1 kg of FM in group E2 and 3% GPA per 1 kg of FM in group E3. The 42-day double-phase fattening period (FMs HYD-01 and HYD-02) took place without the use of coccidiostats or antibiotics in the FMs. Based on the results, we can conclude that the addition of GPA negatively affected weight loss after freezing, as these were the lowest ($P \leq 0,05$) in the control group – 2,74% compared to groups E1 – 3,64 and E2 – 3,94%. Losses by cooling and baking were similar in all groups ($P \geq 0,05$). Sensory parameters of chicken meat were not significantly affected ($P \geq 0,05$) by the selected feed supplement. The breast muscle was evaluated positively in all experimental groups, while the thigh muscle was evaluated best in all characteristics in the P2 group.

Keywords: chicken meat, grape pomace, weight losses, sensory quality

ÚVOD

Očakáva sa, že množstvo mäsa vyprodukovaného na celom svete sa v roku 2022 zvýši o 1,4 % a dosiahne 361 miliónov ton (ekvivalent jatočnej hmotnosti). Podľa očakávaní zvýšená produkcia v Amerike, Ázii, Afrike a Oceánii pravdepodobne vykompenzuje poklesy očakávané v Európe. Predpokladá sa, že svetová produkcia hydinového mäsa v roku 2022 dosiahne 139 miliónov ton, pričom sa zvýši miernym tempom o 0,8 %. Začiatok vojny koncom februára 2022 však spôsobil prerušenie vývozu hydinového mäsa z Ukrajiny ako významného producenta, čo zvýšilo nestabilitu trhu (FAO, 2022).

Hydinové mäso je hlavne mäso domestikovaných vtákov, ako sú brojlerové kurčatá a morky. (Barbut, 2012). Keďže sú brojlerové kurčatá cenovo dostupným a spoľahlivým zdrojom vysokokvalitných bielkovín, sú celosvetovo najbežnejším druhom hydiny. Množstvo kupujúcich však siaha aj po rôznych výrobkoch (U-chupaj et al., 2017). Spotreba kuracieho mäsa je všeobecne na vzostupe, a to z dvoch hlavných dôvodov. V krajinách s vysokými príjmami sa kuracie mäso považuje za nenáročné na kuchynskú úpravu, je vnímané ako zdravšia potravina so zníženým rizikom kardiovaskulárnych ochorení a v rozvojových krajinách s nízkymi príjmami je lacnejšie ako iné mäso (Marangoni et al., 2015; Falkovskaja a Gowen, 2020; Agricultural Outlook OECD-FAO 2021–2030).

Spotrebitelia si oveľa viac uvedomujú určité vlastnosti mäsa, ako je farba, textúra (jemnosť) a strata odkvapom, ktoré v minulosti väčšinou bezvýznamné, nakoľko sa väčšina kurčiat predávala ako celé jatočné telá, zatiaľ čo v súčasnosti narástla spotreba jednotlivých kuracích dielov (Barbut et al., 2008). Čoraz väčším výrobkom v chove hydiny je bledé, mäkké a vodnaté mäso (PSE), čo súvisí s rýchlym chovom a vysokým dopytom po kuracom mäse (Woelfel et al., 2002). Bledosť, nízka schopnosť zadržiavať vodu v mäse a zvýšená strata hmotnosti pri skladovaní a tepelnom opracovaní sú črty z kuracích prs, ktoré sú typické pre PSE (Barbut et al., 2005). Vyššie úrovne svetlosti sú spojené s nižším pH svalov a schopnosťou zadržiavať vodu, čo spôsobuje väčšiu stratu počas tepelnej úpravy a výslednú menšiu jemnosť mäsa (Qiao et al., 2001; Petracci et al., 2004). Textúru mäsa možno posúdiť pomocou inštrumentálnych analýz, senzorického hodnotenia alebo ich kombináciou. Senzorická analýza síce využíva buď veľkú skupinu neškolených spotrebiteľov alebo panel odborných posudzovateľov, no priamo reprezentuje ľudské vnímanie vzoriek (U-chupaj et al., 2017).

Hospodárske zvieratá sú najčastejšie kŕmené obilninami a sójovým šrotom ako primárnym zdrojom energie a bielkovín. V dôsledku zvýšenej potravinovej konkurencie sa závislosť monogastrických zvierat na tieto kŕmne plodiny stala problematickou. Poľnohospodársky a potravinársky priemysel každoročne generuje približne 1,3 miliardy ton odpadov zo spracovania a pozberových strát, čo má

významný negatívny vplyv na životné prostredie, spoločnosť a ekonomiku (Kumar a Kalita, 2017). Hoci väčšina týchto vedľajších produktov je často nedostatočne využívaná, majú potenciál slúžiť ako sľubná náhradná krmná zložka za obilniny a sóju vo výžive monogastrických zvierat (Alfaia et al., 2022).

Hroznové výlisky, hroznové jadierka, olej z hroznových jadierok a hroznové šupky sú hlavnými vedľajšími produktmi spracovania hrozna a najobjemnejším globálnym odpadom tohto odvetvia (Alfaia et al., 2022). Predpokladá sa, že hroznové výlisky tvoria 20–25 % hmotnosti celkového rozdrveného hrozna pri výrobe vína (Yu a Ahmedna, 2013; Romero et al., 2021). Stopky hrozna sa pred výrobou vína odstraňujú a tvoria asi 5 % vedľajších produktov (Ruiz-Moreno et al., 2015). Hroznový olej s priaznivým zložením mastných kyselín sa príležitostne extrahuje z jadierok (Gonzaléz-Centeno et al., 2013; Brenes et al., 2016). Aj keď vedľajšie produkty z hrozna kvôli svojim fyzikálno-chemickým vlastnostiam nie sú šetrné k životnému prostrediu, sú bohatým zdrojom bioaktívnych látok, ako sú polyfenoly, dobre známe pre svoje protizápalové, antikarcinogénne, kardioprotektívne a vazodilatačné účinky. Vďaka obsahu semien bohatých na olej je obsah lipidov 4–11 %. Obsah bielkovín v hroznových výliskoch je približne 14 %. (Gonzaléz-Centeno et al., 2013; Teixeira et al., 2014; Averilla et al., 2019).

Od roku 2006 boli v živočíšnej výrobe zakázané krmné antibiotiká a iné rastové hormóny. Odvtedy sa autori začali venovať skúmaniu účinkov prírodných doplnkov do krmiva na produkciu brojlerových kurčiat. Jedným z takýchto produktov sú aj hroznové výlisky a autori skúmali napríklad ich vplyv na mäsovú úžitkovosť (Ebrahimzadeh et al., 2018; Kumanda, Mlambo a Mnisi, 2019; Turcu et al., 2020), kvalitu mäsa (Turcu et al., 2019; Bennato et al., 2020; Reyes et al., 2020) alebo jeho stabilitu pri skladovaní (Jurčaga et al., 2021).

Vzhľadom na našu predchádzajúcu prácu a vyššie uvedené, bolo cieľom tejto štúdie preskúmať vplyv vybraného krmného doplnku (HVA) na hmotnostné straty a senzorické vlastnosti mäsa brojlerových kurčiat Ross 308.

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika výkrmu brojlerových kurčiat

Experiment sa uskutočnil na Skúšobnej hydinárskej stanici v Koliňanoch, Slovenskej poľnohospodárskej univerzity (SPU) v Nitre podľa metodiky Haščíka et al. (2020).

Voda bola zabezpečená samonapájacím systémom *ad libitum*, pomocou klobúkových a vedrových napájačiek. KZ bola podávané manuálne, denne, v pravidelných intervaloch v žľabových krmidlách. Kurčatá boli kŕmené systémom *ad libitum* štartérovou KZ HYD-01 (sypká forma) do 21. dňa veku a od 22. dňa výkrmu KZ HYD-02 (sypká forma) od firmy Biofeed, Inc. (Kolárovo, SR) vo všetkých sledovaných skupinách experimentov, pričom v pokusných skupinách bol navyše prídavok hroznových výliskov (vysušených, vo forme jemného prášku) do kŕmnych zmesí. Zloženie kŕmnych zmesí, ako aj červených hroznových výliskov je podľa metodiky Haščíka et al. (2020). Kŕmne zmesi boli vyrobené bez antibiotických preparátov a kokcidiostatík.

Kontrolná skupina (K) bola kŕmená uvedenými kŕmnymi zmesami; 1. pokusná skupina (P1) mala KZ s prídavkom HVA v množstve 1 % na 1 kg KZ, 2. (P2) pokusná skupina 2 % na 1 kg KZ a 3. pokusná skupina (P3) 3 % na 1 kg KZ.

Na konci výkrmu (42. deň) bolo z každej skupiny vybratých 10 ks kurčiat (5 ♀ a 5 ♂, spolu 40 za experiment) na jatočný rozbor, ktorý sa uskutočnil na Katedre technológie a kvality živočíšnych produktov Ústavu potravinárstva FBP SPU v Nitre. Kurčatá sa usmrcovali podrezaním krku, vykrvácانím, ošklbaním a vypitvaním.

Skladovacie straty a straty pečením

Skladovacie straty boli definované ako úbytok hmotnosti kuracích jatočných polovičiek po ich vychladení na 4 °C po 24 hodinách (straty chladením) a po zmrazení na teplotu -18 °C a skladovaní po dobu 2 mesiacov pri tejto teplote. Straty mrazením boli stanovené po rozmrazení pred tepelným opracovaním, aby sa zohľadnil odkvap mäsových štiav. Pre stanovenie strát pri spracovaní po bolo zvolené tepelné ošetrenie pečením zakrytých jatočných polovičiek pri teplote 200 °C po dobu 60 minút

s prídavkom 20 ml vody a ďalších 15 minút na dopečenie. Straty boli vypočítané ako percentuálny úbytok po vychladení, mrazení (a následnom rozmrazení a odkvapkaní pred tepelnou úpravou), resp. pečení z pôvodnej čerstvej hmotnosti jatočných polovičiek.

Senzorické hodnotenie prsnej a stehennej svaloviny

Po príprave kuracích polovičiek pečením pri 200 °C počas 60 minút s pridaním 20 ml vody a následnom dopečení ďalších 15 minút sa vykonalo senzorické hodnotenie. Vzorky rovnakých svalov (prsna svalovina bez kože a podkožného tuku, stehenná svalovina s kožou a podkožným tukom) boli následne odobraté z polovičiek kurčiat a anonymne hodnotené na 5-bodovej škále 6-člennou komisiou pre vôňu, chuť, šťavnatosť a jemnosť mäsa.

Štatistické spracovanie výsledkov

Zhromaždené výsledky spracované v programe Microsoft Excel 365 (Microsoft Corporation, USA) a štatisticky analyzované pomocou metódy analýzy rozptylu (ANOVA) programom XLSTAT (Addinsoft, Paríž, Francúzsko, 2017). Výsledky sú zobrazené ako priemerná hodnota \pm smerodajná odchýlka. Na vyhodnotenie preukazných rozdielov v sledovaných znakoch medzi jednotlivými pokusnými skupinami sa použil Duncanov test a rozdiely sa považovali za štatisticky preukazné pri $P < 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky vypočítaných percentuálnych strát na hmotnosti kuracieho mäsa brojlerových kurčiat hybridnej kombinácie Ross 308 počas jeho skladovania (chladenie a mrazenie) a po jeho tepelnej úprave sú uvedené v Tabuľke 1.

Na základe výsledkov strát na hmotnosti mäsa kurčiat Ross 308 kŕmených s prídavkom 1, 2 a 3 % červených hroznových výliskov odrody Alibernet môžeme konštatovať, že straty chladením a mrazením neboli týmto kŕmnym doplnkom výrazne ovplyvnené. Straty chladením sa pohybovali od 1,06 % v skupine P3 do 1,49 % v skupine P2. Po tepelnom opracovaní pečením sme pozorovali najnižšie straty pri skupine P1

(33,18 %) a najvyššie hmotnostné straty v skupine P3 (35,33 %). Zo štatistického hľadiska však tieto rozdiely neboli preukazné ($P \geq 0,05$).

Tabuľka 1: Straty pri skladovaní a spracovaní

Skupina	K	P1	P2	P3	<i>P-hodnota</i>
Straty chladením (%)	1,13±0,24	1,34±0,55	1,49±0,77	1,06±0,46	0,292
Straty mrazením (%)	2,74±0,28 ^c	3,64±0,68 ^{ab}	3,94±0,66 ^a	3,25±0,80 ^{bc}	0,001
Straty pečením (%)	34,69±1,59	33,18±3,22	34,74±1,88	35,33±4,48	0,441

K – kontrolná skupina kurčiat; P1 – pokusná skupina kurčiat s prídavkom 1% HVA do KZ; P2 – pokusná skupina kurčiat s prídavkom 2% HVA do KZ; P3 – pokusná skupina kurčiat s prídavkom 3% HVA do KZ; a–c – odlišný index znamená nepreukazné rozdiely medzi jednotlivými skupinami v danom parametre ($P \leq 0,05$)

Preukazné rozdiely ($P \leq 0,05$) sme sledovali pri stratách mrazením, kedy najnižšie straty boli v kontrolnej skupine (2,74 %) v porovnaní s pokusnými skupinami P1 (3,64 %) a P2 (3,94 %). V porovnaní s kontrolnou skupinou sme pozorovali vyššie straty mrazením aj v tretej pokusnej skupine.

Autori v iných štúdiách sa zameriavajú najmä na straty odkvapom počas skladovania (schopnosť mäsa viazať vodu) a po tepelnej úprave kuracieho mäsa, resp. po jeho upčení. Strata odkvapom odráža uvoľnenie intramuskulárnych zložiek, najmä organických osmolytov zo svalového tkaniva (Bennato et al., 2020). Strata po tepelnom ošetrovaní je spôsobená vyparovaním vody a odkvapávaním vody a tuku. Väčšina kuracieho tuku pochádza z kože a malé množstvo tuku príčne ako intermuskulárny tuk na svalové tkanivo (Gunterand Peter, 2007). Straty pri tepelnej úprave mäsa sú značne ovplyvnené aj vekom pri zabití, resp. nutričného zloženia mäsa (Northcutt et al., 2001).

V štúdiu Bennato et al. (2020) skúmali vplyv prídavku hroznových výliskov v rôznych koncentráciách (P1 – 2.5, P2 – 5 a P3 – 7%) do krmnej zmesi brojlerových kurčiat. Strata odkvapom bola preukazne najnižšia ($P \leq 0,05$) v kontrolnej skupine (2.30 %) v porovnaní s pokusnými skupinami P2 (2.60 %) a P3 (2.89 %), čo je aj v súlade s našimi stratami po rozmrazení kuracích polovičiek. Podobne ako u našich výsledkov títo autori nepozorovali výrazné rozdiely po tepelnom opracovaní medzi jednotlivými skupinami. Lee et al. (2008) uviedli 21,4 % stratu po upčení čerstvého filé z kuracích

prís vo teplovzdušnej konvekčnej rúre pri 176 °C, čo je menšia strata v porovnaní s našimi rozmrazenými celými jatočnými polovičkami. Straty pri pečení môžu znížiť špeciálne úpravy ako je obalenie mäsa jedlými filmami, čo sa uvádza v štúdií Kücüköz et al. (2018). Obalenie kuracieho mäsa jedlými filmami preukazne ($P \leq 0.05$) znížilo stratu pečením pri 200 °C; v kontrolných vzorkách bola 35.27%, zatiaľ čo v obalených vzorkách asi 24.93–28.65%.

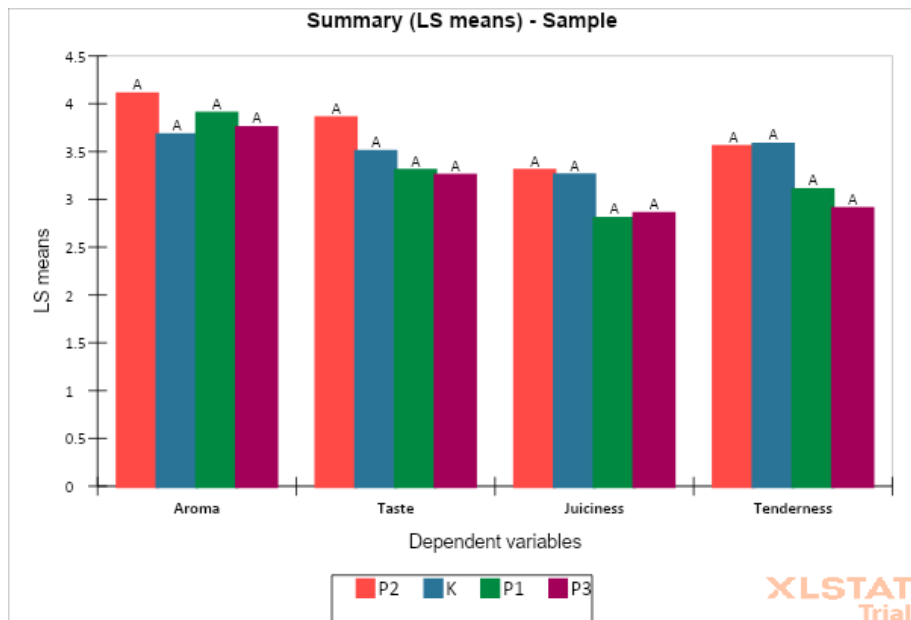
Výsledky senzorického hodnotenia 5-bodovou hedonickou stupnicou prsnej a stehennej svaloviny (pre vôňu, chuť, jemnosť a šťavnatosť) po upečení celých jatočných polovičiek sú uvedené v Tabuľkách 2 a 3. Pre lepšie znázornenie výsledkov sú výsledky znázornené aj na Obrázkoch 1 a 2, kde sú výsledky podľa bodového ohodnotenia zostupne zoradené.

Z výsledkov senzorického posúdenia prsnej svaloviny vyplýva, že najlepšie hodnotené bolo mäso v skupine P2 (2 % prídavok HVA do KZ kurčiat), ktorému hodnotitelia udelili najvyšší počet bodov takmer vo všetkých parametroch (okrem jemnosti kde dostala kontrolná vzorka ale len o 0,03 bodu viac). Každopádne rozdiely medzi jednotlivými vzorkami boli minimálne, bez preukazných odlišností ($P \geq 0,05$) a všeobecne boli všetky vzorky prsnej svaloviny vysoko hodnotené (vôňa $>3,68$, chuť $>3,25$, šťavnatosť $>2,80$ a jemnosť $>2,90$ bodu).

V porovnaní s prsnou svalovinou boli u stehennej výraznejšie rozdiely. Rovnako ako pri prsnej svalovine udelili hodnotitelia najviac bodov vzorkám mäsa zo skupiny P2 (2 % prídavok HVA do KZ kurčiat) a to vo všetkých parametroch (vôňa 4,25, chuť 4,15, šťavnatosť 3,90 a jemnosť 4,25 bodu). Avšak zo štatistického hľadiska neboli rozdiely medzi jednotlivými skupinami preukazné ($P \geq 0,05$)

Tabuľka 2: Senzorické vlastnosti prsnej svaloviny

Skupina	K	P1	P2	P3	<i>P-hodnota</i>
Vôňa	3,68 ± 0,67	3,90 ± 0,74	4,10 ± 1,00	3,75 ± 0,89	0,680
Chuť	3,50 ± 0,53	3,30 ± 0,63	3,85 ± 1,00	3,25 ± 0,67	0,241
Šťavnatosť	3,25 ± 0,89	2,80 ± 0,82	3,30 ± 1,04	2,85 ± 0,53	0,432
Jemnosť	3,58 ± 0,50	3,10 ± 1,02	3,55 ± 0,86	2,90 ± 0,81	0,185

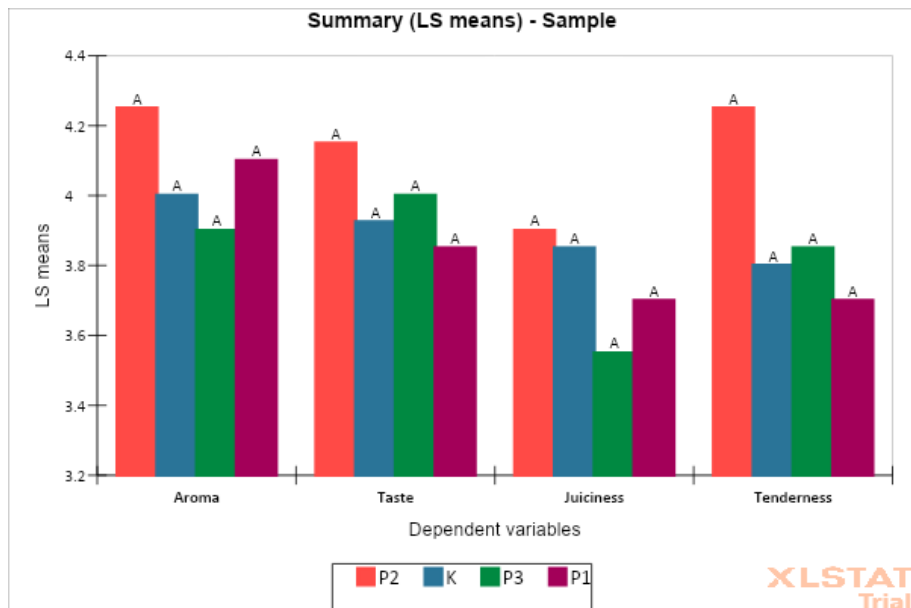


Obrázok 1: Grafické znázornenie senzorického hodnotenie prsnej svaloviny kurčiat

K – kontrolná skupina kurčiat; P1 – pokusná skupina kurčiat s prídavkom 1% HVA do KZ; P2 – pokusná skupina kurčiat s prídavkom 2% HVA do KZ; P3 – pokusná skupina kurčiat s prídavkom 3% HVA do KZ; A – rovnaký index znamená nepreukazné rozdiely medzi jednotlivými skupinami ($P \geq 0,05$)

Tabuľka 3: Senzorické vlastnosti stehennej svaloviny

Skupina	K	P1	P2	P3	<i>P-hodnota</i>
Vôňa	4,00 ± 0,85	4,10 ± 0,88	4,25 ± 0,61	3,90 ± 0,84	0,795
Chuť	3,93 ± 0,90	3,85 ± 0,75	4,15 ± 0,61	4,00 ± 0,53	0,802
Štavnatosť	3,85 ± 0,67	3,70 ± 0,54	3,90 ± 0,46	3,55 ± 0,55	0,570
Jemnosť	3,80 ± 0,89	3,70 ± 0,54	4,25 ± 0,56	3,85 ± 0,58	0,281



Obrázok 2: Grafické znázornenie senzorického hodnotenie stehennej svaloviny kurčiat

K – kontrolná skupina kurčiat; P1 – pokusná skupina kurčiat s prídavkom 1% HVA do KZ; P2 – pokusná skupina kurčiat s prídavkom 2% HVA do KZ; P3 – pokusná skupina kurčiat s prídavkom 3% HVA do KZ; A – rovnaký index znamená nepreukazné rozdiely medzi jednotlivými skupinami ($P \geq 0,05$)

Použitie hroznových výliskov do KZ brojlerových kurčiat v štúdiu Kasapidou et al. (2016) neovplyvnilo senzorickú kvalitu mäsa. Niektorí hodnotitelia však uviedli lepšiu chuť pre vzorky mäsa brojlerov kŕmených hroznovými výliskami. Okrem toho vzorky zo všetkých skupín získali priaznivé skóre (> 3) za farbu, vôňu, chuť, dochuť a celkovú prijateľnosť. Vyššie skóre pre jemnosť sa pozorovalo vo vzorkách mäsa od brojlerov kŕmených 5 % a 10 % pridaných sušených hroznových výliskov, zatiaľ čo iba vzorky od brojlerov kŕmených s prídavkom 10 % výliskov dostali prijateľnejšie skóre (3,5) za šťavnatosť. Vlákňitosť mäsa bola pozitívne hodnotená (< 3) pri všetkých skupinách kurčiat. Na druhej strane Francesch a Cartaña (2015) uviedli slabšiu, ale nie významne odlišnú chuť stehennej svaloviny brojlerov hybridnej kombinácie Penedes kŕmených s prídavkom 5 % hroznových jadriek v porovnaní s kontrolnou skupinou. Títo autori nepozorovali žiadny vplyv prídavku hroznových semienok na jemnosť a šťavnatosť

mäsa. Spomedzi ďalších senzorických parametrov nízke skóre (1–2) bolo pozorované pre tučnosť, čo vyplýva ale z nízkeho obsahu tuku v prsnej svalovine (Husak et al., 2008). V štúdií Nardoia (2016) sa zamerali na vplyv prídavku polofenolového vedľajšieho produktu na báze hroznových výliskov do krmiva brojlerových kurčiat. Zo senzorickej analýzy konkrétneho výrobku – karbonátok vyrobených z ich mäsa vyplynulo, že v porovnaní s kontrolnou skupinou a so skupinou kŕmenou prídavným vitamínom E sa nepozorovali preukazné rozdiely v senzorických parametroch. Okrem jemnosti boli študované senzorické parametre boli vysoko hodnotené všetkými hodnotiteľmi, čo je aj v súlade s našimi výsledkami pečeného mäsa brojlerových kurčiat Ross 308 kŕmených s prídavkom červených hroznových výliskov.

ZÁVER

Cieľom tejto štúdie bolo preskúmať, ako vplýva prídavok červených hroznových výliskov odrody Alibernet do KZ brojlerových kurčiat Ross 308 na hmotnostné straty počas chladenia, mrazenia, resp. po rozmrazení a po tepelnej úprave pečením ako aj senzoricou analýzou odhaliť prípadné rozdiely vo vône, chuti, šťavnatosti a jemnosti mäsa medzi jednotlivými pokusnými skupinami. Z výsledkov hmotnostných strát sa zistil negatívny vplyv prídavku hroznových výliskov do KZ kurčiat po rozmrazení, nakoľko tieto boli najnižšie v kontrolnej skupine ($P \leq 0,05$), čo potvrdila aj štúdia iných autorov. Straty chladením a pečením boli medzi jednotlivými skupinami podobné ($P \geq 0,05$), čo sa zrejme prejavilo aj na senzoricom hodnotení, kedy sa nezistili preukazné rozdiely medzi skupinami pri jemnosti a šťavnatosti. Výsledky iných autorov sa všeobecne zhodujú s našimi výsledkami, nakoľko sme nepozorovali preukazné rozdiely v sledovaných parametroch senzorickej kvality medzi jednotlivými pokusnými skupinami kurčiat (najmä pri prsnej svalovine). Na druhej strane sme v našej štúdii sledovali vyššie bodovanie hodnotiteľov stehennej svaloviny po prídavku 2 % hroznových výliskov do KZ brojlerových kurčiat ($P \geq 0,05$). Pre nejednoznačnosť výsledkov by bolo preto dobré preskúmať vyššie prídavky hroznových výliskov, kedy by sa mohli výraznejšie prejaviť rozdiely pri sledovaných znakoch.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla aj vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

Aditya, S., Ohh, S. J., Ahammed, M., Lohakare, J. (2018): Supplementation of grape pomace (*Vitis vinifera*) in broiler diets and its effect on growth performance, apparent total tract digestibility of nutrients, blood profile, and meat quality. *Animal Nutrition*, 4(2), 210–214.

Alfaia, C. M., Costa, M. M., Lopes, P. A., Pestana, J. M., Prates, J. A. M. (2022): Use of Grape By-Products to Enhance Meat Quality and Nutritional Value in Monogastrics. *Foods*, 11(18), 2754. MDPI AG.

Averilla, J. N., Oh, J., Kim, H. J., Kim, J. S., Kim, J.-S. (2019): Potential health benefits of phenolic compounds in grape processing by-products. *Food Science and Biotechnology*.

Barbut, S. (2012): Convenience breaded poultry meat products – New developments. *Trends in Food Science & Technology*, 26(1), 14–20.

Barbut, S., Sosnicki, A. A., Lonergan, S. M., Knapp, T., Ciobanu, D. C., Gatcliffe, L. J., Wilson, E. W. et al. (2008): Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science*, 79(1), 46–63.

Barbut, S., Zhang, L., Marcone, M. (2005): Effects of pale, normal, and dark chicken breast meat on microstructure, extractable proteins, and cooking of marinated fillets. *Poultry Science*, 84(5), 797–802.

Bennato, F., Di Luca, A., Martino, C., Ianni, A., Marone, E., Grotta, L., Ramazzotti, S., Martino, G. (2020): Influence of Grape Pomace Intake on Nutritional Value, Lipid Oxidation and Volatile Profile of Poultry Meat. *Foods*, 9(4), 508.

Brenes, A., Viveros, A., Chamorro, S., Arija, I. (2016): Use of polyphenol-rich grape by-products in monogastric nutrition. A review. *Animal Feed Science and Technology*, 211, 1–17.

Ebrahimzadeh, S. K., Navidshad, B., Farhoomand, P., Mirzaei Aghjehgheshlagh, F. (2018): Effects of grape pomace and vitamin E on performance, antioxidant status, immune response, gut morphology and histopathological responses in broiler chickens. *South African Journal of Animal Science*, 48(2), 324.

Kasapidou E., Evangelia N. Sossidou, A. Zdragas, Charikleia Papadaki, G. Vafeas, Paraskevi Mitlianga. (2016): Effect of grape pomace supplementation on broiler meat quality characteristics. *European Poultry Science (EPS)*, 80.

Falkovskaya, A., Gowen, A. (2020): Literature review: spectral imaging applied to poultry products. *Poultry Science*, 99(7), 3709–3722. doi:10.1016/j.psj.2020.04.013

FAO (2022): Food Outlook – Biannual Report on Global Food Markets. Rome.

Francesch, A., Cartaña, M. (2015): The effects of grape seed in the diet of the Penedes chicken, on growth and on the chemical composition and sensory profile of meat. *British Poultry Science*, 56(4), 477–485.

González-Centeno, M. R., Jourdes, M., Femenia, A., Simal, S., Rosselló, C., Teissedre, P. L. (2013): Characterization of Polyphenols and Antioxidant Potential of White Grape Pomace Byproducts (*Vitis vinifera* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(47), 11579–11587.

Gunter, H., Peter, H. (2007): Meat, fat and other edible carcass parts. FAO Regional Office for Asia and the Pacific.

Haščík, P., Čech, M., Čuboň, J., Bobko, M., Arpášová, H., Pavelková, A., Kačániová, M., Tkáčová, J., Čeryová, N. (2020): Effect of grape pomace supplementation on meat performance of broiler chicken Ross 308. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(1), 140–144.

Heuze, V., Tran, G. (2020): Grape Pomace. Feedipedia, a programme by INRAE, CIRAD, AFZ and FAO.

Husak, R. L., Sebranek, J. G., Bregendahl, K. (2008): A Survey of Commercially Available Broilers Marketed as Organic, Free-Range, and Conventional Broilers for Cooked Meat Yields, Meat Composition, and Relative Value. *Poultry Science*, 87(11), 2367–2376.

Jurčaga, L., Bobko, M., Haščík, P., Bobková, A., Demianová, B., Belej, L., Kročko, M. (2021): Effect of dietary red grape pomace on lipid oxidation in meat of broiler chickens. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(5).

Küçüközet, A. O., Uslu, M. K. (2018): Cooking loss, tenderness, and sensory evaluation of chicken meat roasted after wrapping with edible films. *Food Science and Technology International*, 108201321877654.

Kumanda, C., Mlambo, V., Mnisi, C. (2019): From Landfills to the Dinner Table: Red Grape Pomace Waste as a Nutraceutical for Broiler Chickens. *Sustainability*, 11(7), 1931.

Kumar, D., Kalita, P. (2017): Reducing Postharvest Losses during Storage of Grain Crops to Strengthen Food Security in Developing Countries. *Foods*, 6(1), 8.

Lee, Y. S., Saha, A., Xiong, R., Owens, C. M., Meullenet, J. F. (2008): Changes in Broiler Breast Fillet Tenderness, Water-Holding Capacity, and Color Attributes during Long-Term Frozen Storage. *Journal of Food Science*, 73(4), E162–E168.

Marangoni F., Corsello G., Cricelli C., Ferrara N., Ghiselli A., Lucchin L., Poli A. (2015): Role of poultry meat in a balanced diet aimed at maintaining health and wellbeing: an Italian consensus document. *Food & Nutrition Research*, 59.

Nardoia, M. (2016): Effect of dietary polyphenol-rich grape byproducts on growth performance, some physiological parameters, meat and meat products quality in chickens. Doctoral Thesis.

Northcutt, J. K., Buhr, R. J., Young, L. L., Lyon, C. E., Ware, G. O. (2001): Influence of Age and Postchill Carcass Aging Duration on Chicken Breast Fillet Quality. *Poultry Science*, 80(6), 808–812.

OECD/FAO (2021): OECD-FAO Agricultural Outlook 2021–2030, FAO, Rome/OECD Publishing, Paris.

Petracci, M., Betti, M., Bianchi, M., Cavani, C. (2004): Color variation and characterization of broiler breast meat during processing in Italy. *Poultry Science*, 83(12), 2086–2092.

Qiao, M., Fletcher, D. L., Smith, D. P., Northcutt, J. K. (2001): The Effect of Broiler Breast Meat Color on pH, Moisture, Water-Holding Capacity, and Emulsification Capacity. *Poultry Science*, 80(5), 676–680.

Reyes, P., Urquiaga, I., Echeverría, G., Durán, E., Morales, M. S., Valenzuela, C. (2020): Wine grape pomace flour in broiler diets effects growth and some meat characteristics. *Animal Production Science*, 60(9), 1210.

Romero, C., Nardoia, M., Brenes, A., Arija, I., Viveros, A., Chamorro, S. (2021): Combining Grape Byproducts to Maximise Biological Activity of Polyphenols in Chickens. *Animals*, 11(11), 3111. MDPI AG.

Ruggieri, L., Cadena, E., Martínez-Blanco, J., Gasol, C. M., Rieradevall, J., Gabarrell, X., Sánchez, A. et al. (2009): Recovery of organic wastes in the Spanish wine industry. Technical, economic and environmental analyses of the composting process. *Journal of Cleaner Production*, 17(9), 830–838.

Ruiz-Moreno, M. J., Raposo, R., Cayuela, J. M., Zafrilla, P., Piñeiro, Z., Moreno-Rojas, J. M., Cantos-Villar, E. et al. (2015): Valorization of grape stems. *Industrial Crops and Products*, 63, 152–157.

Teixeira, A., Baenas, N., Dominguez-Perles, R., Barros, A., Rosa, E., Moreno, D., Garcia-Viguera, C. (2014): Natural Bioactive Compounds from Winery By-Products as Health Promoters: A Review. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(9), 15638–15678.

Turcu, R. P., Panaite, T. D., Untea, A. E., Șoica, C., Iuga, M., Mironeasa, S. (2020): Effects of Supplementing Grape Pomace to Broilers Fed Polyunsaturated Fatty Acids Enriched Diets on Meat Quality. *Animals*, 10(6), 947.

Turcu, R., Olteanu, M., Criste, R., Panaite, T., Ropotă, M., Vlaicu, P., Drăgoțoiu, D. (2019): Grapeseed Meal Used as Natural Antioxidant in High Fatty Acid Diets for Hubbard Broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21(2).

U-chupaj, J., Malila, Y., Gamonpilas, C., Kijroongrojana, K., Petracci, M., Benjakul, S., Visessanguan, W. (2017): Differences in textural properties of cooked caponized and broiler chicken breast meat. *Poultry Science*, 96(7), 2491–2500.

Woelfel, R. L., Owens, C. M., Hirschler, E. M., Martinez-Dawson, R., Sams, A. R. (2002): The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. *Poultry Science*, 81(4), 579–584.

Yu, J., Ahmedna, M. (2012): Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(2), 221–237.

Kontaktná adresa: Ing. Matej Čech, Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská republika, e-mail: xcech@uniag.sk

POROVNANIE AROMATICKÉHO PROFILU COFFEA ARABICA A COFFEA ROBUSTA DOPESTOVANEJ V AFRIKE

COMPARISON OF THE AROMATIC PROFILE OF COFFEA ARABICA AND COFFEA ROBUSTA GROWN IN AFRICA

**Alžbeta Demianová¹ – Alica Bobková¹ – Katarína Poláková¹ – Marek Bobko¹
Lukáš Jurčaga¹ – Ľubomír Belej¹ – Andrea Mesárošová¹**

**¹Ústav potravinárstva, Fakulta Biotechnológie a Potravinárstva, SPU v Nitre,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra**

ABSTRAKT

Jedným z najdôležitejších faktorov, ktoré môžu pomôcť producentom kávy zabezpečiť ich postavenie na svetovom trhu, je kvalita kávy. Celkovo môže kvalitu výrazne ovplyvniť genetická variabilita, environmentálny faktor. Všeobecná definícia definuje kvalitu ako súhrn fyzikálnych, biochemických a organoleptických vlastností. Z pohľadu konzumenta je jedným z najdôležitejších parametrov aróma kávy. Arómu podmieňujú prchavé zlúčeniny. Táto štúdia je zameraná na sledovanie zmien profilu prchavých látok zelenej kávy vzhľadom na botanický pôvod. V našich vzorkách bolo pomocou GC-MS identifikovaných spolu 86 rôznych prchavých látok. Tieto boli rozdelené do nasledujúcich kategórií: furán a jeho deriváty, aldehydy, ketóny, alkoholy, organické kyseliny a ich estery, uhľovodíky (alkány, alkény, alkíny a aromatické uhľovodíky), heterocyklické zlúčeniny, terpenoidy, nitrily a amíny. Naše výsledky zistili, že každá z vyššie uvedených skupín vykazovala štatisticky významné rozdiely ($\alpha = 0,05$) vzhľadom na botanický pôvod (*C. arabica* a *C. canephora*).

Kľúčové slova: Coffea arabica, Coffea canephora, kvalita, aróma, prchavé látky

ABSTRACT

One of the most important factors that can assist coffee producers secure their position on the global market is coffee quality. Overall, genetic variability, environmental factor might significantly affect the quality. General definition defines quality as a sum of physical, biochemical, and organoleptic properties. From the consumers point of view, the most important quality feature of coffee might be its aroma. Aroma is

defined by volatiles compounds. Thus, this study is focused on the changes of profile of volatiles regarding the botanical origin. Altogether 86 different volatiles were identified by GC-MS in our samples. These were divided in to following categories: furan and its derivates, aldehydes, ketones, alcohols, organic acids and their esters, hydrocarbons (alkanes, alkenes, alkynes, and aromatic hydrocarbons), heterocyclic compounds, terpenoids, nitriles, and amines. Our results observed that each of above-mentioned groups showed significantly different values ($\alpha=0.05$) regarding botanical origin (*C. arabica* and *C. canephora*).

Keywords: *Coffea arabica*, *Coffea canephora*, quality, aroma, volatiles

ÚVOD

Káva je druhou najobchodovanejšou komoditou a zároveň druhým najobľúbenejším nápojom. Ako biologický materiál môžu zelená zrná obsahovať okolo 800 rôznych zlúčenín. Chemická štruktúra priamo súvisí s environmentálnymi faktormi a je ovplyvnená geografickým pôvodom zelených zŕn. (Caporaso et al., 2018; Florez-Valdet et al., 2020; Alves et al., 2009; Toci et al., 2015).

Jednou z najzaujímavejších vlastností kávy je jej aróma. Táto vlastnosť je vyvinutá vďaka prchavým zlúčeninám, ktoré sú považované za sekundárne metabolity a ich štruktúra je väčšinou odvodená od mastných kyselín, izoprenoidov, fenyylpropanoidov a aminokyselín (Bertrand et al., 2012; Yeretizian et al., 2019; Caporaso et al., 2018). V zelenej káve možno identifikovať viac ako 300 rôznych zlúčenín, hoci len niekoľko kľúčových zložiek je zodpovedných za konečný aromatický profil nepraženej kávy. Tvorba prchavých zlúčenín závisí od stability ich prekursorov a ich umiestnenia v semenách. Preto environmentálne faktory zahŕňajú typ pôdy, klímu a agronomické činnosti. Dôležité je zvážiť aj botanický pôvod kávy (Caporaso et al., 2018, Mancha et al., 2008).

MATERIÁL A METODIKA

Analyzované vzorky

V tejto práci boli analyzované vzorky *C. arabica* (n=2) a *C. canephora* (n=2), ktoré sme získali od spoločnosti ORO Café s.r.o.. Obe vzorky boli pôvodom dopestované v Afrike. Podrobný opis analyzovaných vzoriek je uvedený v nasledujúcej tabuľke (Tab. 1).

Tabuľka 1: Popis analyzovaných vzoriek

ID vzorky	Kontinent	Krajina pôvodu	Nadmorská výška	Kultivar	Spracovanie
<i>C. arabica</i>	Afrika	Kongo	1800–2000	Red Bourbon	mokré
<i>C. canephora</i>	Afrika	Malawi	920–110	Diamante	mokré

GC-MS analýza obsahu prchavých látok

Na stanovenie profilu prchavých látok sme použili metódu opísanu v Sádecká et al., (2014) s modifikáciami podľa Demianová et al., (2022). Zlúčeniny extrahované pomocou SPME (solid phase microextraction) sa analyzovali pomocou GC–MS s použitím plynového chromatografu 6890N (Agilent Technologies, Santa Clara, CA) spojeného s inertným hmotnostným spektrometrickým detektorom 5973 (Agilent Technologies) a J&W 122–7333 DB-WAXetr 30 mm × 0,25 mm x 0,5 µm kapilárnou kolónou (Agilent Technology, Palo Alto, USA). Nosným plynom bolo hélium a teplota injektora bola 250 °C, v režime splitless s počiatočnou teplotou 250 °C. Tlak bol 88,9 kPa, prietok 20,0 ml min⁻¹. Prchavé látky sa zbierali pomocou 2 cm vlákna Carboxen®/PDMS (CAR/PDMS) SPME (Sigma-Aldrich GmbH, Steinheim, Nemecko), exponovaného 30 minút pri 35 °C, nasledovaná GC-MS analýzou. Elektrónová ionizácia (EI) bola nastavená na 70 eV a hmotnostný spektrometer zbieral údaje v režime úplného skenovania. Namerané dáta boli porovnané s knižnicou NIST 14.

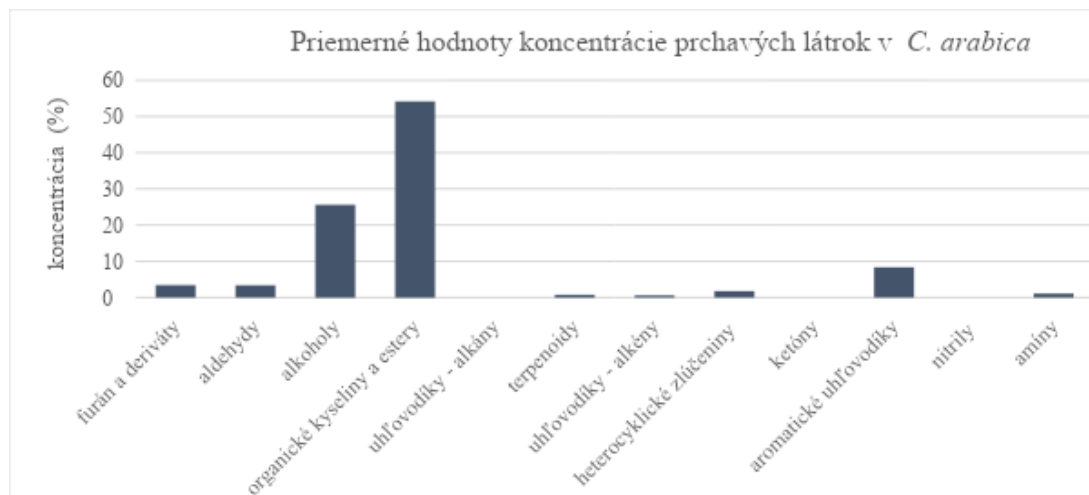
Štatistická analýza

Dáta boli spracované pomocou Microsoft Excel a XLSTAT (New York, USA). K interpretácii výsledkov bola použitá ANOVA Tukey test a Lineárna diskriminačná analýza.

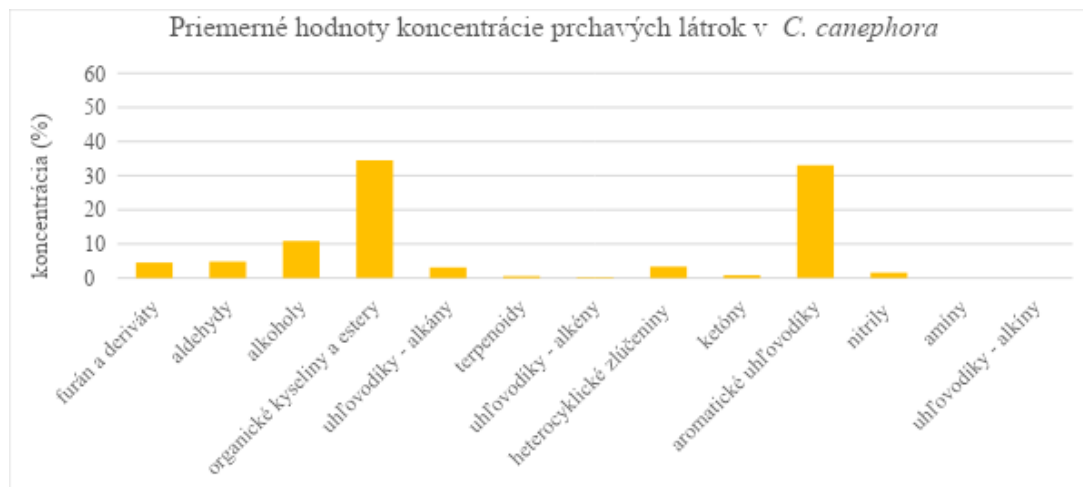
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Literatúra uvádza, že zelené kávové zrná (zrná po pozberovom spracovaní) obsahujú najmä organické kyseliny a estery, aldehydy, uhľovodíky a alkoholy (Yeretzian et al., 2019). Naše výsledky poukazujú, že zelená *C. arabica* obsahuje najmä organických kyselín a ich estery a taktiež alkoholy (Obrázok 1). Na druhej strane, vzorky *C. canephora* obsahovali najmä organické kyseliny a ich estery a aromatické uhľovodíky (Obrázok 2). Oproti Arabike obsahovala Robusta o 42% menej alkoholov. Robusta obsahovala len 1-Hexanol a 2,3-Butandiol, no Arabika aj 1-Pentanol, 2-Metyl. Ten však v Robuste úplne absentoval.

C. canephora obsahovala spomedzi organických kyselín najmä kyselinu propánovú a 3-metyl kyseliny butánovej. Signifikantne nižšie koncentrácie týchto kyselín boli v Arabike, v prípade tohoto druhu dominovala kyselina octová. Spomedzi aromatických uhľovodíkov sa v Arabike najviac vyskytoval toluén a fenyl etyl alkohol. V Robuste však tieto zlúčeniny neboli detekované. Veľmi dôležitým parametrom je aj obsah furánu, respektíve jeho derivátov. Tsegay et al., (2019) uvádzajú, že zelená káva bez ohľadu na botanický pôvod môže obsahovať deriváty furánu, najmä jeho etyl a metyl deriváty v polohe 2 a 3 a/alebo furfural. Rovnako, ako vo vyššie zmienenej štúdii boli tieto zlúčeniny detekované aj v našich vzorkách. Spomedzi nearomatických uhľovodíkov obe vzorky obsahovali len alkány.



Obrázok 1: Profil prchavých látok v zelenej *C. arabica*



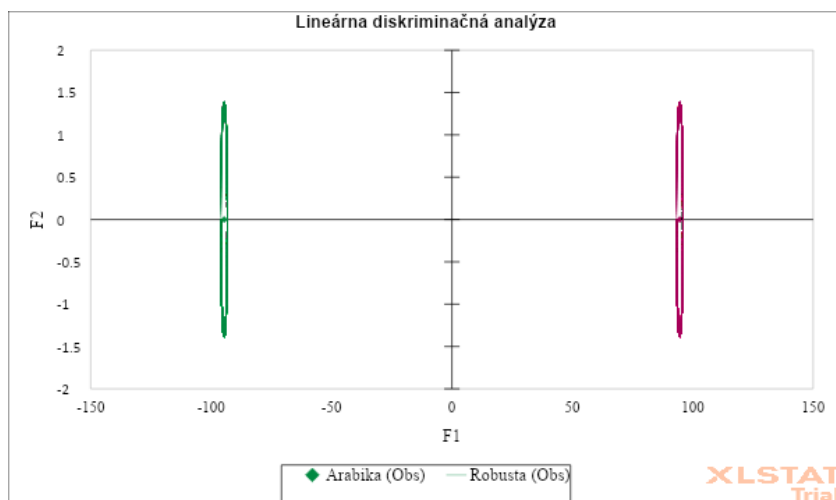
Obrázok 2: Profil prchavých látok *C. canephora*

Tabuľka 2: Výsledky ANOVA Tukey test

	furán a deriváty	aldehydy	alkoholy	organické kyseliny a estery	uhl'ovodíky - alkány	terpenoidy
R ²	0,99671117	0,99798725	0,99926814	0,99802108	0,99992591	0,99664023
F	606,118994	991,667736	2730,75679	1008,65141	26990,9597	593,279668
Pr > F	0,002	0,001	0,001	0,001	<0,0001	0,002
	uhl'ovodíky - alkény	heterocyklické zlúčeniny	ketóny	aromatické uhl'ovodíky	nitrily	amíny
R ²	0,99930295	0,99937203	0,99992591	0,99984207	0,99992591	0,99977171
F	2867,25357	3182,87411	26990,9597	12661,8871	26990,9597	8758,82758
Pr > F	0,001	0,001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,001

C. canephora obsahovala spomedzi organických kyselín najmä kyselinu propánovú a 3-metyl kyseliny butánovej. Signifikantne nižšie koncentrácie týchto kyselín boli v Arabike, v prípade tohoto druhu dominovala kyselina octová. Spomedzi aromatických uhľovodíkov sa v Arabike najviac vyskytoval toluén a fenyl etyl alkohol. V Robuste však tieto zlúčeniny neboli detekované. Veľmi dôležitým parametrom je aj obsah furánu, respktíve jeho derivátov. Tsegay et al., (2019) uvádzajú, že zelená káva bez ohľadu na botanický pôvod môže obsahovať deriváty furánu, najmä jeho etyl a metyl deriváty v polohe 2 a 3 a/alebo furfural. Rovnako, ako vo vyššie zmienenej štúdií boli tieto zlúčeniny detekované aj v našich vzorkách. Spomedzi nearomatických uhľovodíkov obe vzorky obsahovali len alkány.

Podľa ANOVA Tukey test (Tab. 2) sme zaznamenali štatisticky významné rozdiely, vo všetkých sledovaných skupinách prchavých látok.



Obrázok 3: LDA mapa

Lineárna diskriminačná analýza tiež preukázala signifikantné rozdielnosti v profile prchavých látok vzhľadom na botanický pôvod zelenej, pozberovo spracovanej kávy. Vizualizácia LDA mapy naznačuje možnosť presnej identifikácie druhu kávy vzhľadom na obsah volatilných látok (Obrázok 3).

ZÁVER

Plynová chromatografia s hmotnostnou spektrometriou je účinný nástroj na detekciu profilu prchavých látok vo vzorkách zelenej kávy. Pomocou GC-MS sme identifikovali 86 rôznych volatilných zlúčenín. Vzhľadom na botanický pôvod vzoriek sme preukázali, že *C. arabica* obsahovala najmä organické kyseliny a ich estery a taktiež alkoholy. V prípade *C. canephora* boli najvyššie koncentrácie zaznamenaná v obsahu organických kyselín a ich esterov a aromatických uhlíkovodíkov. Vzhľadom na pilotné výsledky LDA analýzy je možné predpokladať možnosť identifikácie botanického druhu kávy podľa obsahu prchavých látok.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore projektov Ministerstva Školstva Vedy Výskumu a Športu SR Vega 1/0734/20 a Kega 024SPU-4/2021.

LITERATÚRA

Alves, R. C., Casal, S., Alves, M. R., Oliveira, M. B. (2009): Discrimination between arabica and robusta coffee species on the basis of their tocopherol profiles. Food Chemistry, 114(1), 295–299. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.08.093>

Bertrand, B., Boulanger, R., Dussert, S., Ribeyre, F., Berthiot, L., Descroix, F., Joët, T. (2012): Climatic factors directly impact the volatile organic compound fingerprint in green Arabica coffee bean as well as coffee beverage quality. Food Chemistry, 135(4), 2575–2583. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.06.060>

Caporaso, N., Whitworth, M. B., Cui, C., Fisk, I. D. (2018): Variability of single bean coffee volatile compounds of Arabica and robusta roasted coffees analysed by SPME-GC-MS. Food Research International, 108, 628–640. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.03.077>

Demianová, A., Bobková, A., Lidiková, J., Jurčaga, L., Bobko, M., Belej, L., Kolek, E., Poláková, K., Iriondo-DeHond, A., Dolores del Castillo, M. (2022): Volatiles as chemical markers suitable for identification of the geographical origin of green Coffea arabica L. Food Control, 136, 108869. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108869>

Flores-Valdez, M., Meza-Márquez, O. G., Osorio-Revilla, G., Gallardo-Velázquez, T. (2020): Identification and Quantification of Adulterants in Coffee (*Coffea arabica* L.) Using FT-MIR Spectroscopy Coupled with Chemometrics. *Foods*, 9(7), 851. <https://doi.org/10.3390/foods9070851>

Mancha Agresti, P. D. C., Franca, A. S., Oliveira, L. S., Augusti, R. (2008): Discrimination between defective and non-defective Brazilian coffee beans by their volatile profile. *Food Chemistry*, 106(2), 787–796. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.019>

Sádecká, J., Kolek, E., Pangallo, D., Valík, L., Kuchta, T. (2014): Principal volatile odorants and dynamics of their formation during the production of May Bryndza cheese. *Food Chemistry*, 150, 301–306. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.163>

Toci, A. T., Farah, A., Pezza, H. R., Pezza, L. (2015): Coffee Adulteration: More than Two Decades of Research. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 46(2), 83–92. <https://doi.org/10.1080/10408347.2014.966185>

Tsegay, G., Redi-Abshiro, M., S. Chandravanshi, B., Ele, E., M. Mohammed, A., Mamo, H. (2019): Volatile profile of green coffee beans from *Coffea arabica* L. plants grown at different altitudes in Ethiopia. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 33(3), 401. <https://doi.org/10.4314/bcse.v33i3.2>

Yeretzian, C., Opitz, S., Smrke, S., Wellinger, M. (2019): CHAPTER 33. Coffee Volatile and Aroma Compounds – From the Green Bean to the Cup. *Coffee*, 726–770. <https://doi.org/10.1039/9781782622437-00726>

Kontaktná adresa: Ing. Alžbeta Demianová, Ústav potravinárstva, Fakulta Biotechnológie a Potravinárstva, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xdemianova@uniag.sk

VLIV POHLAVÍ A TECHNOLOGIE USTÁJENÍ NA BARVU MASA BURGUNDSKÉHO KRÁLÍKA

THE EFFECT OF SEX AND HOUSING SYSTEM OF MEAT COLOUR IN BURGUNDY RABBIT

Eliška Dračková¹ – Libor Sládek¹ – Ludmila Žáková¹ – Radek Filipčík¹

¹Ústav chovu a šlechtění zvířat, Agronomická fakulta, MENDELU, Zemědělská
1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

Cílem práce bylo zjistit vliv pohlaví, typu technologie ustájení a druhu svalu na barvu králíčího masa. Do pokusu bylo vybráno 22 čistokrevných králíků plemene Burgundský (Bu). Králíci byli rozděleni do skupin podle pohlaví (samci 9 a samice 13) a podle technologie ustájení (kotec 11 a volný způsob 11). Králíci byli poraženi v průměrném věku 223 dnů s průměrnou porážkovou hmotností králíků 3,88 kg a jatečná výtěžnost byla 58,55 %. Parametry barvy masa byly hodnoceny v systému CIELab. Nejtmavší barva byla zaznamenána u svalu *quadriceps femoris*, naopak nejsvětlejší u svalu *semimembranosus*. Vliv pohlaví a technologie ustájení na parametry barvy nebyly prokázány ($p > 0,05$).

Klíčová slova: králík, svaly, systém CIELab

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of sex, housing system and type of muscle on rabbit meat colour. Totally 22 purebred Burgundy (Bu) rabbits were included in the experiment (9 males and 13 females). Animals were divided into 2 groups with 11 pieces depending on the housing technology. Average age of the rabbits was 223 days with average weight 3.88 kg and carcass yield 58.55%. The values of system CIELab (L^* - lightness, a^* - redness and b^* - yellowness) were evaluated. The darkest meat was detected in *Musculus quadriceps femoris* ($p < 0.01$). The brightest meat was found in *Musculus semimembranosus* ($p < 0.01$). No sex, no housing system had effect on meat colour ($p > 0.05$).

Keywords: rabbit, musculus, system CIELab

ÚVOD

Chov králíků má v českých zemích dlouholetou tradici. V roce 2019 došlo v ČR k poklesu chovaných králíků. Avšak Leiblová (2021) uvádí, že vlivem pandemie Covid-19 se chov králíků nepatrně zvýšil. Hlavním významem chovu králíků je produkce nutričně velmi hodnotného, lehce stravitelného masa. Králíčí maso obsahuje méně tuku, méně cholesterolu, více bílkovin a má vysokou koncentraci nenasycených mastných kyselin. Králíčí maso je také zdrojem draslíku, fosforu, vitamínu B a má nízký obsah purinů a neobsahuje kyselinu močovou. Barva masa souvisí zejména s obsahem hemových barviv, především myoglobinu, ale i v menší míře hemoglobinu. Burgundský králík je střední masné plemeno a je třetím nejvíce zastoupeným plemenem v ČR (Šimek et al., 2020). Vlivem ustájení na kvalitu králíčího masa se zabývali Kront et al. (2021), kteří zjistili ve svalu *biceps femoris* signifikantně vyšší hodnotu parametru b^* (7,76) u králíků chovaných v kotcích. Xiccato et al. (2013) uvádějí ve své práci, že barva masa může být ovlivněna technologií ustájení, avšak rozdíly jsou stěží vnímatelné spotřebitelem.

Cílem práce bylo zjistit vliv pohlaví, typu technologie ustájení a druhu svalu na barvu masa burgundského králíka.

MATERIÁL A METODIKA

Do pokusu bylo vybráno 22 králíků (9 samců a 13 samic) masného užitkového typu - střední plemeno – Burgundský králík (Bu). Podle technologie ustájení byly rozděleny do dvou skupin po 11 kusech (kotcový systém a volný způsob). V kotcích o ploše 0,92 m² byly chováni 2 králíci, zatímco u volného způsobu, kde byla plocha 12,25 m², bylo chováno králíků 6. Králíci byli chováni na podestýlce. Králíci byli krmeni adlibitně tradičním způsobem bez granulí. Krmná dávka se skládala z ovsa, ječmene, lučního sena, sušených bylin a byl zajištěn adlibitní přísun vody. Králíci byli poraženi v průměrném věku 223 dnů s průměrnou porážkovou hmotností králíků 3,88 kg. Průměrný denní přírůstek králíků byl 17 g.den⁻¹. Hmotnost jatečně upraveného těla (JUT) králíků byla 2,18 kg a jatečná výtěžnost byla 58,55 %. Analýza byla provedena

ze vzorků 4 svalů (*Musculus quadriceps femoris*, *Musculus biceps femoris*, *Musculus semitendinosus* a *Musculus semimembranosus*) 24 hodin *post mortem*.

V králíčím mase byly stanoveny parametry v barevném systému CIELab, kde sledujeme světlost (L^*), podíl červeného (a^*) a žlutého (b^*) spektra stanovené spektrofotometrem Konica Minolta CM - 2600d (Konica Minolta, Japonsko). Pro zabezpečení standardních podmínek při měření byla nastavena měřicí štěrbina 8 mm, zdroj osvětlení denní světlo – D65, 10° standardní úhel pozorovatele a režim SCI. Sledované ukazatele byly vyhodnocovány v závislosti na pohlaví a typu technologie ustájení a druhu svalu králíků.

Statistické vyhodnocení bylo provedeno prostřednictvím programu STATISTICA 14.0. (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA) s využitím ANOVY s interakcemi.

$$Y_{ijk} = \mu + PO_i + TU_j + PO_i * SV_k + TU_j * SV_k + e_{ijk}$$

Y – výsledná korigovaná hodnota

μ – průměrná hodnota závisle proměnné

PO_i – pohlavní příslušnost králíků (samci, samice)

TU_j – technologie ustájení králíků (kotcový systém, volný způsob)

SV_k – druh svalu králíka (*M. quadriceps femoris*, *M. biceps femoris*, *M. semitendinosus*, *M. semimembranosus*)

e_{ijk} – reziduum.

Statistická průkaznost rozdílů u technologie ustájení byla stanovena za použití Tukeyova HSD testu a statistická průkaznost rozdílů u pohlavní příslušnosti byla stanovena za použití HSD testu.

VÝSLEDKY

Vliv pohlaví (tab. 1) na parametr světlosti (L^*) byl v našem experimentu prokázán u svalů *semitendinosus* ($p < 0,05$; samci L^* 59,97 a samice L^* 63,86) a *semimembranosus* ($p < 0,01$; samci L^* 62,25 a samice L^* 66,27). U svalu *quadriceps femoris* byla zjištěna diference ($p < 0,05$) u podílu červeného spektra (samci a^* -0,64

a samice $a^* -2,01$), a také u svalu *semitendinosus* byly zjištěny rozdíly u parametru a^* (samci $a^* -0,16$ a samice $a^* -2,53$), avšak statisticky vysoce průkazné ($p < 0,01$). Pouze u svalu *semitendinosus* byla zjištěna difference ($p < 0,01$) u podílu žlutého spektra (samci $b^* 10,05$ a samice $b^* 7,15$). Volek et al. (2012) uvádějí ve svalu *biceps femoris* hodnotu parametru L^* v rozmezí 59,71 až 63,40, kde u samic je hodnota L^* vyšší. Také v našem pokusu byla ve svalu *biceps femoris* zjištěna vyšší hodnota L^* u samic (61,84) než u samců (59,99).

U samců byly prokázány vysoce statisticky průkazné rozdíly ($p < 0,01$) u hodnoty světlosti L^* mezi svalem *quadriceps femoris* ($L^* 56,08$) a ostatními třemi svaly ($L^* 59,99$; 59,97 a 62,25). Dále byl zjištěn průkazný rozdíl ($p < 0,05$) mezi svalem *semimembranosus* ($L^* 62,25$) a svaly *biceps femoris* ($L^* 59,99$) a *semitendinosus* ($L^* 59,97$). U podílu červeného spektra a^* byla zjištěna difference ($p < 0,01$) mezi svaly *quadriceps femoris* ($a^* -0,64$) a *biceps femoris* ($a^* -2,77$), respektive svalem *semimembranosus* ($a^* -2,70$). A také byl prokázán vysoce signifikantní rozdíl ($p < 0,01$) u hodnoty a^* mezi svalem *semitendinosus* ($a^* -0,16$) a svaly *biceps femoris* ($a^* -2,77$) a *semimembranosus* ($a^* -2,70$). Podíl žlutého (b^*) spektra nevykazoval průkazné rozdíly ($p > 0,05$) mezi svaly samců, protože hodnoty se pohybovaly v úzkém rozpětí od 8,71 do 10,05.

U samic byl prokázán vysoce signifikantní rozdíl ($p < 0,01$) u hodnoty L^* mezi svalem *quadriceps femoris* ($L^* 58,34$) a svalem *semitendinosus* ($L^* 63,86$), respektive svalem *semimembranosus* ($L^* 66,27$). A dále byl zjištěn vysoce průkazný rozdíl ($p < 0,01$) mezi svaly *semimembranosus* a *biceps femoris* ($L^* 61,84$). Podíl červeného (a^*) spektra vykazoval vysoce průkazné rozdíly ($p < 0,01$) mezi svalem *quadriceps femoris* ($a^* -2,01$) a svaly *biceps femoris* ($a^* -3,26$) a *semimembranosus* ($a^* -3,32$). U samic stejně jako u samců nebyly zjištěny průkazné rozdíly ($p > 0,05$) u podílu žlutého spektra (b^*). I zde se pohybovaly hodnoty v úzkém rozpětí (7,15 až 8,31).

Tabulka 1: Ukazatele barvy svaloviny králíků podle pohlaví a druhu svalu

Sval	Faktor	Kategorie pohlaví			
		samci		samice	
		n	9	13	
		<i>LSM</i>	<i>SE</i>	<i>LSM</i>	<i>SE</i>
<i>M. quadriceps femoris</i>	L*	56,08 ^A	1,78	58,34 ^A	2,92
	a*	-0,64 ^{A*}	1,23	-2,01 ^{A*}	0,93
	b*	8,88	2,09	8,31	1,79
<i>M. biceps femoris</i>	L*	59,99 ^{BCa}	1,73	61,84 ^{AC}	4,24
	a*	-2,77 ^B	0,80	-3,26 ^B	0,76
	b*	8,71	0,97	7,99	1,12
<i>M. semitendinosus</i>	L*	59,97 ^{BCa*}	2,10	63,86 ^{BC*}	3,49
	a*	-0,16 ^{A**}	1,24	-2,53 ^{**}	1,03
	b*	10,05 ^{**}	0,59	7,15 ^{**}	1,61
<i>M. semimembranosus</i>	L*	62,25 ^{BCb**}	1,26	66,27 ^{B**}	2,58
	a*	-2,70 ^B	0,97	-3,32 ^B	0,72
	b*	8,98	1,24	8,04	1,57

Statistická významnost mezi hodnocenými pohlaví králíků: ** = $p < 0,01$; * = $p < 0,05$

Rozdílná písmena znamenají statisticky průkazný rozdíl (A, B = $p < 0,01$; a, b = $p < 0,05$) mezi jednotlivými svaly v rámci jednotlivých barevných spekter

LMS – Least Squares Means (průměr nejmenších čtverců)

SE – Standard Error (směrodatná střední chyba průměru); n – počet zvířat

Vliv technologie ustájení (tab. 2) na parametry barvy u jednotlivých svalů nebyl v našem experimentu prokázán ($p > 0,05$). Pouze u svalu *semimembranosus* byla zjištěna difference ($p < 0,05$) u podílu červeného spektra (kotec a^* -1,47 a volný způsob a^* -1,65). Combes et al. (2010) zjistili u svalu *biceps femoris*, že technologie ustájení neměla vliv na parametr barvy masa L^* , ale u parametrů a^* a b^* byl vliv prokázán.

U králíků chovaných v kotcích u parametru světlosti L^* byl prokázán statisticky významný rozdíl ($p < 0,01$) mezi svaly *quadriceps femoris* (L^* 57,81) a *semimembranosus* (L^* 64,34). Dále byla zjištěna difference na úrovni 95 % mezi svačem *quadriceps femoris* (L^* 57,81) a svačem *semitendinosus* (L^* 62,13). Podíl červeného spektra (a^*) vykazoval u svalu *quadriceps femoris* (a^* -1,61) vysoce

průkaznou diferenci ($p < 0,01$) mezi svaem *biceps femoris* ($a^* -3,47$) a svaem *semimembranosus* ($a^* -3,41$). I u svalu *semitendinosus* ($a^* -1,47$) byla prokázána difference na úrovni 99 % mezi svaly *biceps femoris* a *semimembranosus*. U podílu žlutého spektra nebyl prokázán vliv technologie ustájení králíků. Hodnoty b^* se pohybovaly od 7,82 do 8,48. Kront et al. (2022) nezjistili průkazné rozdíly v barvě svalů *biceps femoris* a *semitendinosus* mezi sledovanými typy ustájení králíků.

Tabulka 2: Ukazatele barvy svaloviny králíků podle technologie ustájení a druhu svalu

Sval	Faktor	Technologie ustájení			
		Kotcový systém		Volný způsob	
		11		11	
	n	LSM	SE	LSM	SE
<i>M. quadriceps femoris</i>	L*	57,81 ^{Aa}	3,16	57,02 ^{Aa}	2,27
	a*	-1,61 ^A	1,42	-1,29 ^a	1,07
	b*	8,46	1,84	8,62	2,03
<i>M. biceps femoris</i>	L*	61,40	3,46	60,76 ^{ABb}	3,68
	a*	-3,47 ^B	0,58	-2,65	0,80
	b*	7,91	1,07	8,66	1,04
<i>M. semitendinosus</i>	L*	62,13 ^b	3,50	62,40 ^B	3,73
	a*	-1,47 ^{A*}	1,37	-1,65 [*]	1,90
	b*	8,48	1,87	8,18	2,08
<i>M. semimembranosus</i>	L*	64,34 ^B	2,80	64,90 ^{Bc}	3,14
	a*	-3,61 ^B	0,75	-2,72 ^b	0,87
	b*	7,82	1,43	9,02	1,35

Statistická významnost mezi hodnocenými technologiemi ustájení králíků: * = $p < 0,05$

Rozdílná písmena znamenají statisticky průkazný rozdíl (A, B = $p < 0,01$; a, b = $p < 0,05$) mezi jednotlivými svaly v rámci jednotlivých barevných spekter

LMS – Least Squares Means (průměr nejmenších čtverců)

SE – Standard Error (směrodatná střední chyba průměru); n – počet zvířat

U volného ustájení králíků byla prokázána statisticky průkazná difference ($p < 0,01$) u parametru světlosti mezi svaem *quadriceps femoris* (L* 57,02) a svaly *semitendinosus* (L* 62,40) a *semimembranosus* (L* 64,90) a dále byla zjištěna difference ($p < 0,05$) mezi svaly *quadriceps femoris* a *biceps femoris* (L* 60,76). I mezi svaem

biceps femoris a svalem *semimembranosus* byl prokázána průkazný rozdíl ($p < 0,05$). Rossi et al. (2020) u novozélandského bílého králíka zjistili průkazně světlejší barvu svalu *semimembranosus* ($L^* 64,24$) oproti hřbetní svalovině ($L^* 55,91$). U podílu červeného spektra byla prokázána difference ($p < 0,05$) mezi svalem *semimembranosus* ($a^* -2,72$) a svalem *quadriceps femoris* ($a^* -1,29$). I u volného způsobu ustájení nebyly zjištěny průkazné rozdíly ($p > 0,05$) u podílu žlutého spektra (b^*) mezi svaly. Také zde byly hodnoty v úzkém rozpětí (od 8,18 do 9,02).

ZÁVĚR

Nejtmavší barva byla zaznamenána u svalu *quadriceps femoris*, naopak nejsvětlejší u svalu *semimembranosus*. Světlejší svalovina byla zjištěna u samic. U parametrů barvy svalů jsme neprokázali difference mezi pohlavím a technologií ustájení ($p > 0,05$).

LITERATURA

Combes, S., Postollec, G., Cauquil, L., Gidenne, T. (2010): Influence of cage or pen housing on carcass traits and meat quality of rabbit. *Animal*, 4: 295–302.

Krunt, O., Zita, L., Kraus, A., Bureš, D., Needham, T., Volek, Z. (2022): The effect of housing system on rabbit growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of different muscles. *Meat Science*, 193: 108953.

Krunt, O., Zita, L., Kraus, A., Volek, Z. (2021): How can housing system affect growth and carcass traits, meat quality and muscle fiber characteristics in *biceps femoris* and mineral content of tibia and femur bones in growing rabbits? *Livestock Science*, 249: 104531.

Leiblová, J. (2021): Současná situace v chovu králíků v ČR. XVI. celostátní seminář: Nové směry v intenzivních a zájmových chovech králíků. Praha, 7–11.

Rossi, R., Vizzarri, F., Chiapparini, S., Ratti, S., Casamassima, D., Palazzo, M., Corino, C. (2020): Effects of dietary levels of brown seaweeds and plant polyphenols on growth and meat quality parameters in growing rabbit. *Meat Science*, 161: 1–9.

Šimek, V., Martinec, M., Fasora, P., Patras, J., Šíp, J., Caithamlová, D., Červinka, T., Zens, H., Jahoda, J. (2020): Vzorník plemen králíků 2020. Praha: Český svaz chovatelů. ISBN 978-80-270-7257-6.

Volek, Z., Tůmová, E., Chodová, D., Volková, L., Kudrnová, E. (2012): Kvalita masa králíků plemene Český albín v závislosti na způsobu ustájení. Maso, 4: 53–56.

Xiccato, G., Trocino, A., Majolini, D., Tazzoli, M., Zuffellato, A. (2013): Housing of growing rabbits in individual, bicellular and collective cages: growth performance, carcass traits and meat quality. Animal, 7: 627–632.

Kontaktní adresa: Ing. Eliška Dračková, Ph.D., Ústav chovu a šlechtění zvířat, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: drackova@mendelu.cz

MIKROBIOLOGICKÁ KVALITA OCHUTENÝCH PARENÝCH SYROV OD MALÝCH PRODUCENTOV

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF FLAVOURED STEAMED CHEESES FROM SMALL PRODUCENTS

Viera Ducková¹ – Zuzana Brieniková¹ – Miroslav Kročko¹ – Jana Tkáčová¹

¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko

ABSTRAKT

Cieľom práce bolo zhodnotiť mikrobiologickú kvalitu pareného syra vyrobeného na farmách alebo u malých výrobcov v regióne Orava. 22 vzoriek parených syrov bolo ochutených cesnakom, medvedím cesnakom, gyrosom, chilli, paprikou a pikantnou paprikou alebo zmesou bylín. Na stanovenie koliformných baktérií, kvasiniek a plesní (ako ukazovateľov úrovne hygieny) a streptokokov a laktobacilov sa použila platňová metóda. Koliformné baktérie boli zistené v 8 vzorkách a pohybovali sa v rozmedzí od 1,95 do 3,70 log KTJ.g⁻¹. Kvasinky boli stanovené v 14 vzorkách na úrovni od 1 do 5,72 log KTJ.g⁻¹. Výskyt plesní bol sporadický (len 2 vzorky, rádovo 2 log KTJ.g⁻¹). Streptokoky boli stanovené s priemernou hodnotou 7,05 log KTJ.g⁻¹ a laktobacily 5,98 log KTJ.g⁻¹. Záverom možno konštatovať, že vzhľadom na vysoký podiel ručnej práce pri výrobe parených syrov je potrebné dodržiavať všetky hygienické zásady a všetky parametre výrobného procesu a pravidelne sledovať mikrobiologickú kvalitu syrov.

Kľúčové slova: ochutené parené syry, koliformné baktérie, kvasinky a MVH, baktérie mliečneho kysnutia

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the microbiological quality of steamed cheese produced on farms or by small producers in the Orava region. 22 samples of steamed cheeses were flavoured with garlic, bear garlic, gyros, chilli, paprika and spicy paprika or mixed herbs. The plate method was used to determine coliform bacteria, yeast, and moulds (as an indicator of the level of hygiene) and streptococci and lactobacilli.

Coliform bacteria were detected in the 8 samples and ranged from 1.95 to 3.70 log CFU.g⁻¹. Yeasts were determined in 14 samples on the level from 1 to 5.72 log CFU.g⁻¹. The occurrence of moulds was sporadic (only 2 samples, on the order of 2 log CFU.g⁻¹). Streptococci were determined with an average value of 7.05 log CFU.g⁻¹, and lactobacilli 5.98 log CFU.g⁻¹. In conclusion, given the high proportion of manual labour involved in the production of steamed cheeses, it is necessary to observe all hygiene principles and all parameters of the production process and to monitor the microbiological quality of the cheeses regularly.

Keywords: flavoured steamed cheese, coliform bacteria, yeast and moulds, lactic acid bacteria

ÚVOD

Orava je turistami vyhľadávaným regiónom Slovenska a okrem historických, kultúrnych, či prírodných zaujímavostí ponúka turistom aj svoje gastronomické špeciality, ku ktorým sa radia aj tradičné parené syry. Podľa Heriana (2022) sú práve parené syry veľmi rozšírenou skupinou syrov na Slovensku, ktoré sa vyrábajú parením vykysnutého hrudkového syra a tvarujú sa do rôznych foriem v tvare hranolov, bochníčkov, do foriem oštiepkov alebo sa vypracovaná parená syrenina natáhuje do tvaru pareníc, syrových nití, korbáčikov a podobne. Z Oravy pochádzajú tradičné syry s CHZO (chránené zemepisné označenie) ako sú Oravské korbáčky, Zázrivské korbáčky, či Zázrivské vojky. Okrem tradičných syrov s CHZO sa tu vyrábajú aj parené syry v rôznych chuťových modifikáciách, napr. ochucované rôznymi bylinkami, či koreninami, ktoré sú vyrábané predovšetkým na malých farmách, resp. v domácnostiach tradičným spôsobom - ručnou výrobou. Používanie bylín a korenín pri výrobe syrov je rozšírené už od staroveku a častokrát to súviselo s tradíciami v jednotlivých krajinách. Napríklad v Taliansku sú to syry Casaperuto, Marzolino, Romano pepato, Piacentinu Ennese, v Švajčiarsku sú to syry Swissalp Panorama a Bellevue, vo Francúzsku sú to napr. Le Roule, Boulette d'Avesnes atď. Pri použití bylín alebo korenín sa ako hlavný problém ich využitia uvádza najmä ich vysoká mikrobiálna kontaminácia (Ritota – Manzi, 2020). Na druhej strane je tiež ale známe,

že mnohé bioaktívne zlúčeniny z korenín a bylín majú antimikrobiálny potenciál a zabraňujú rastu niektorých patogénnych baktérií a mikroskopických vlákнитých húb (MVH) (El-Sayed – Youssef, 2019; Generalić Mekinić et al., 2019).

Mikrobiologickú kvalitu syrov ovplyvňujú viaceré faktory ako sú mikrobiologická kvalita mlieka, pridané čisté mliekarenské kultúry ako i výrobné prostredie, kde sa syry vyrábajú a použitá technológia (Anastasiou et al., 2022).

Cieľom práce bolo preto zhodnotiť mikrobiologickú kvalitu ochutených parených syrov produkovaných na farmách, resp. malými producentmi v regióne Orava.

MATERIÁL A METODIKA

V práci sme analyzovali 22 vzoriek ochutených parených syrov zakúpených od 11 malých výrobcov (výroba na farmách, v domácnostiach) v regióne Orava. Vzorky boli balené v plastových vreckách. Bližšia charakteristika analyzovaných vzoriek je uvedená v tabuľke č. 1.

Po zakúpení sme vzorky syrov previezli pri teplote do 10 °C na Katedru technológie a kvality živočíšnych produktov, Ústav potravinárstva, FBP, SPU v Nitre, kde sme ich mikrobiologicky analyzovali.

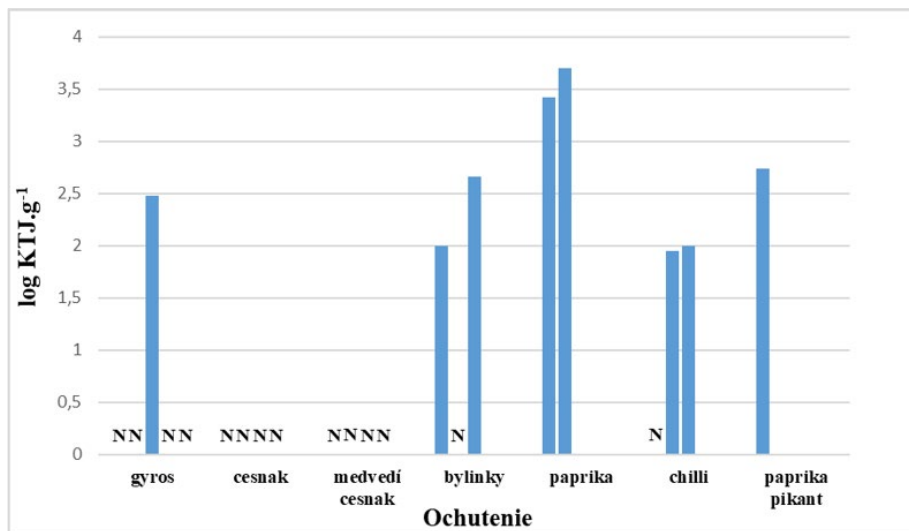
Vo vzorkách sme platňovou metódou ako indikátor úrovne hygieny stanovili koliformné baktérie a kvasinky a MVH. V rámci ušľachtilých baktérií mliečneho kysnutia sme stanovili streptokoky a laktobacily. Koliformné baktérie sme stanovovali na VRB agare (*HiMedia*, India) pri teplote 30 °C po dobu 24 hodín, kvasinky a MVH na DRBC agare (*Merc*, Nemecko) pri teplote 25 °C po dobu 5 dní, streptokoky na M17 agar (*HiMedia*, India) pri teplote 37 °C po dobu 72 hodín a laktobacily v anaeróbných podmienkach na MRS agare (*HiMedia*, India) pri teplote 37 °C po dobu 72 hodín.

Tabulka 1: Charakteristika analyzovaných vzoriek ochutených parených syrov

Výrobca	Mlieko	Ochutenie	Tvar
1.	pasterizované	gyros, cesnak	uzlíky
2.	pasterizované	gyros	uzlíky
3.	surové	paprika, bylinky, paprika pikant	uzlíky
4.	surové	paprika, bylinky	uzlíky
5.	pasterizované	chilli, medvedí cesnak	uzlíky
6.	pasterizované	chilli, medvedí cesnak	uzlíky
7.	pasterizované	cesnak, medvedí cesnak, gyros	uzlíky
8.	pasterizované	medvedí cesnak	uzlíky
9.	pasterizované	gyros, cesnak	tyčinky
10.	pasterizované	gyros, cesnak	tyčinky
11.	pasterizované	chilli, bylinky	uzlíky

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Koliformné baktérie ako indikátor úrovne hygieny sme detegovali v 14 z 22 analyzovaných vzoriek, čo naznačuje dobré hygienické podmienky počas výroby týchto syrov. Počty koliformných baktérií sa vo zvyšných 8 vzorkách pohybovali v rozmedzí od 1,95 log KTJ.g⁻¹ do 3,70 log KTJ.g⁻¹ s priemernou hodnotou 2,62 log KTJ.g⁻¹. Išlo o 4 vzorky od výrobcov, ktorí vyrábajú syry zo surového mlieka (v priemere 2,97 log KTJ.g⁻¹) a ďalšie 4 vzorky boli od výrobcov, ktorí syry produkujú z pasterizovaného mlieka (v priemere 2,27 log KTJ.g⁻¹). Z hľadiska ochucujúcich bylín a korenín vo vzťahu ku koliformným baktériám, sme najlepšiu kvalitu vzoriek stanovili pri použití cesnaku a medvedieho cesnaku, kde sme nezistili prítomnosť koliformných baktérií. Pri parených syroch ochutených korením gyros, boli z 5 vzoriek detegované koliformné baktérie len v 1 vzorke. Najvyššie počty koliformných baktérií boli detegované v parených syroch ochutených paprikou. Počty koliformných baktérií vo vzorkách parených syrov v závislosti od ochutenia sú znázornené na obrázku 1.

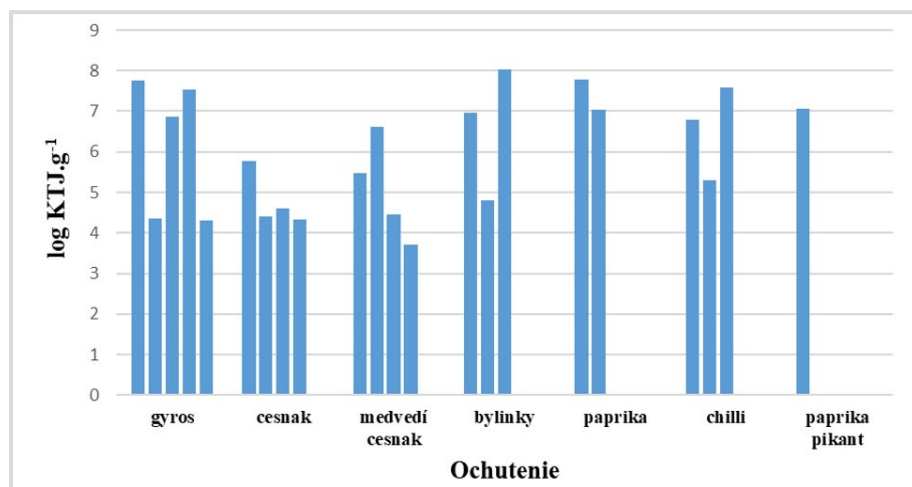


Obrázok 1: Počty koliformných baktérií v parených syroch v závislosti od ochutenia
(N= nedetegované)

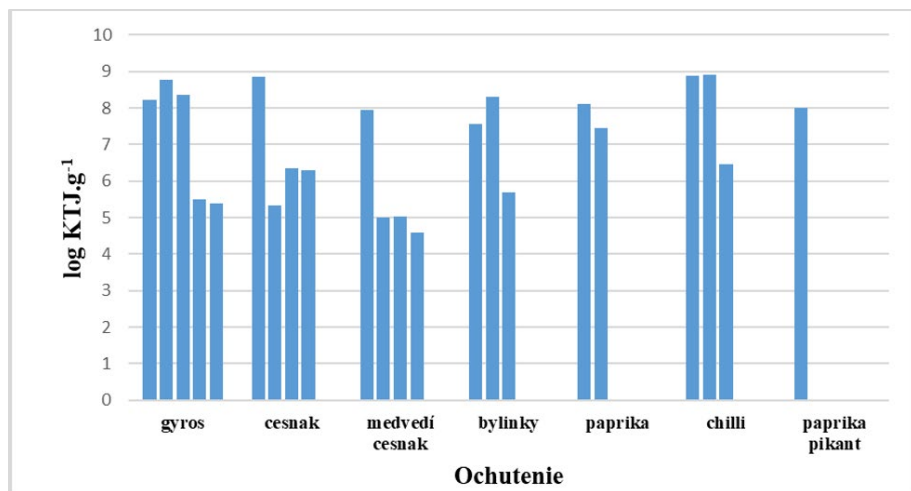
Kontaminácia syrov koliformnými baktériami mohla byť v prípade použitia surového mlieka priamo z neho a v prípade použitia pasterizovaného mlieka z dôvodu nedodržania hygienických podmienok počas výroby. V prípade syrov z oboch typov mliek však mohli byť zdrojom kontaminácie aj použité bylinky a korenie. Vzhľadom k tomu, že v dostupnej literatúre sme nenašli výsledky analýz ochutených parených syrov, uvádzame na porovnanie len výsledky neochutených neúdených parených syrov produkovaných v SR alebo v okolitých krajinách (Poľsko, Ukrajina).

Prítomnosť koliformných baktérií v parených syroch typu Oscypek vyrábaných zo surového ovčieho mlieka sledovali aj Berthold-Pluta et al. (2011). Títo autori stanovili koliformné baktérie vo všetkých 32 analyzovaných vzorkách, pričom hodnoty na úrovni rádovo 2 log KTJ.g⁻¹ uvádzajú u 81 % údených a 88 % neúdených syrov. Maľová et al. (2017) zo 16 analyzovaných vzoriek parených syrov od slovenských, poľských a ukrajinských výrobcov stanovili koliformné baktérie iba v 4 vzorkách rádovo 2 až 3 log KTJ.g⁻¹.

Počty laktobacilov ako ušľachtilej mikroflóry v analyzovaných vzorkách kolísali v rozpätí od 3,70 log KTJ.g⁻¹ do 8,02 log KTJ.g⁻¹, s priemernou hodnotou 5,98 logKTJ.g⁻¹ (Obrázok 2). Počty streptokokov v parených ochutených syroch sa pohybovali od 4,6 log KTJ.g⁻¹ do 8,9 log KTJ.g⁻¹, s priemernou hodnotou 7,05 log KTJ.g⁻¹ (Obrázok 3). Vo vzorkách parených ochutených syrov vyrobených zo surového mlieka boli počty laktobacilov ako aj streptokokov vyššie v porovnaní so vzorkami z pasterizovaného mlieka. Počty laktobacilov aj streptokokov v jednotlivých vzorkách v závislosti od ochutenia kolísali. Predpokladáme, že ochutenie bylinkami alebo korením nemalo zásadný vplyv na počty laktobacilov a streptokokov. Predpokladáme, že počty mliečnych baktérií boli ovplyvnené skôr použitým mliekom (surové, pasterizované) a množstvom a typom kultúry, ktorú producenti syrov pridávali do mlieka. Maľová et al. (2017) stanovili vo vzorkách neúdených a údených parených syrov počty laktobacilov a streptokokov na úrovni rádovo log 6 až 8 KTJ.g⁻¹ a Kačániová et al. (2018) stanovili priemerné počty mliečnych baktérií 6,75 ± 0,48 KTJ.g⁻¹.



Obrázok 2: Počty laktobacilov v parených syroch v závislosti od ochutenia



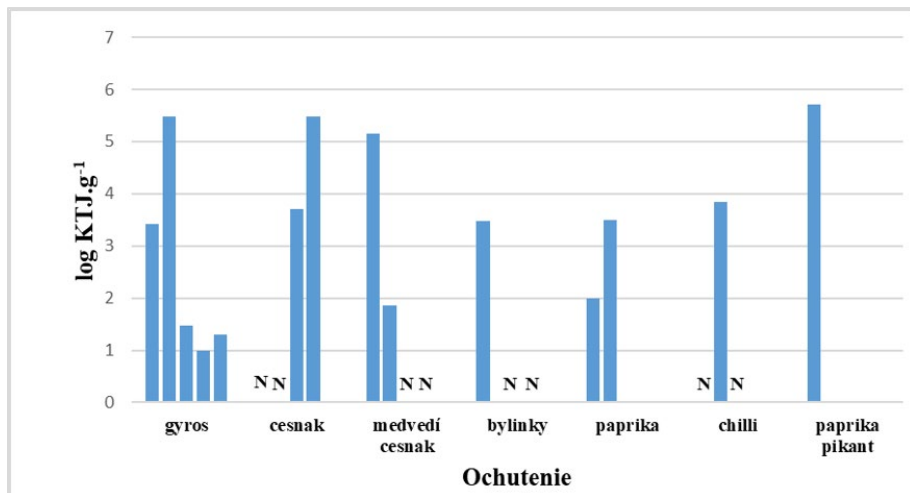
Obrázok 3: Počty streptokokov v parených syroch v závislosti od ochutenia

Kvasinky ako indikátor úrovne hygieny boli detegované v 14 vzorkách ochutených parených syrov a pohybovali sa od 1,00 log KTJ.g⁻¹ do 5,72 log KTJ.g⁻¹ s priemernou hodnotou 3,38 log KTJ.g⁻¹ (Obrázok 4). Až v 4 vzorkách (syry zo surového aj pasterizovaného mlieka) sa však stanovili počty kvasiniek rádovo na úrovni 5 log KTJ.g⁻¹, kde je potrebné výrobcov upozorniť na zlepšenie hygienických podmienok výroby.

Na základe uvedených výsledkov možno konštatovať, že aj v tomto prípade stanovené počty kvasiniek vypovedajú viac o hygienickej úrovni počas výroby syrov, než o stimulačnom alebo inhibičnom účinku pridaných korenín a bylín. Kačániová et al. (2018) uvádzajú priemerné počty kvasiniek a mikroskopických húb v pareniciach na úrovni $1,43 \pm 0,19$ KTJ.g⁻¹. Bethold-Pluta et al. (2011) stanovili v syroch typu osczypek kvasinky a vláknité mikroskopické huby v rozsahu 10^1 – 10^3 KTJ.g⁻¹ a 10^1 – 10^5 KTJ.g⁻¹ v údených syroch a v rozsahu 10^1 – 10^4 KTJ.g⁻¹ a 10^3 – 10^5 KTJ.g⁻¹ v neúdených syroch.

Z 22 analyzovaných vzoriek sme detegovali prítomnosť MVH iba v 2 vzorkách a to na úrovni 2 log KTJ.g⁻¹. MVH sme stanovili vo vzorkách syrov z farmy a od malého

výrobcu. Išlo o vzorku syra z pasterizovaného mlieka ochutenú korením gyros a vzorku syra zo surového mlieka ochutenú paprikou.



Obrázok 4: Počty kvasiniek v parených syroch v závislosti od ochutenia

(N= nedetegované)

ZÁVER

Na základe uvedených výsledkov predpokladáme, že spomínané značné rozdiely v počtoch mikroorganizmov, v rámci vzoriek ochutených rovnakým korením, resp. bylinkami, súviseli najmä s úrovňou hygieny počas výroby syrov, použitým mliekom, pridaným typom a množstvom kultúry ako aj s kolísaním technologických parametrov počas výroby syrov (pH, teplota), ktoré si malí producenti na farme alebo v domácnostiach nemonitorovali. S výsledkami tejto práce boli výrobcovia oboznámení a boli s nimi prediskutované aj návrhy na možnosti zlepšenia mikrobiologickej kvality ich syrov. Vzhľadom k vysokému podielu ručnej práce pri výrobe parených syrov, je potrebné dodržiavať pri výrobe všetky hygienické zásady ako aj všetky parametre technologického procesu výroby a mikrobiologickú kvalitu syrov ďalej monitorovať.

POĎAKOVANIE

Príspevok vznikol za podpory projektu KEGA034SPU-4/2021 a VEGA 1/0402/23.

LITERATÚRA

Anastasiou, R., Kazou, M., Georgalaki, M., Aktypis, A., Zoumpopoulou, G., Tsakalidou, E. (2022): Omics Approaches to Assess Flavor Development in Cheese. *Foods* 11 (2): 188.

Berthold-Pluta, A., Pluta, A., Zaniecka, M. (2011): Jakość mikrobiologiczna oscypków. *Medycyna weterynaryjna* 67 (5): 335–338.

El-Sayed, S., Youssef, A. M. (2019): Potential application of herbs and spices and their effects in functional dairy products. *Heliyon* 5 (6): 1989.

Gneralić Mekinić, I., Skroza, D., Ljubenkov, I., Katalinić, V., Šimat, V. (2019): Antioxidant and Antimicrobial Potential of Pheonolic Metabolites from Traditionally Used Mediterranean Herbs and Spices. *Foods* 8 (11): 579.

Herian, K. (2022): Výroba syrov. Príručka pre malovýrobcov a priateľov syrov. Žilina: OZ Vidiecky parlament na Slovensku. 2. vyd., 208. ISBN 978-80-973886-1-4.

Kačániová, M., Kunová, S., Haščík, P., Nagyová, Ľ., Horská, E. (2018): Mikrobiologická kvalita údených a neúdených pareníc vyrobených z kravského mlieka. *Journal of Tourism, Hospitality and Commerce*. IX (2): 93–103.

Maľová, J., Výrostková, J., Semjon, B., Dudriková, E., Čopíková, M. (2017): Parené syry v prihraničných oblastiach Slovenska. *Hygiena a technológia potravín – XLVII. Lenfeldovy a Höklovy dny*. Brno: Veterinárni a farmaceutická univerzita, 183–186. ISBN 978-80-7305-793-0.

Ritota, M., Manzi, P. (2020): Preservatives from Plant in Cheese Making. *Animals* 10(4): 749.

Kontaktná adresa: Ing. Viera Ducková, Ph.D., Ústav potravín, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, e-mail: viera.duckova@uniag.sk

VEDLEJŠÍ VÝROBNÍ ZBYTKY V INOVOVANÝCH A ZDRAVOTNĚ BEZPEČNÝCH POTRAVINÁCH PRO FENYLKETONURIKY A CELIATIKY

BY-PRODUCTS IN INNOVATED AND HEALTHY SAFE FOODS FOR PEOPLE SUFFERING FROM PHENYLKETONURIA AND CELIAC DISEASE

**Martina Fikselová¹ – Anna Mária Zelenajová¹ – Stanislava Lukáčová¹
Lucia Zeleňáková¹ – Jozef Golian¹**

¹Ústav potravinárstva, FBP, SPU, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra

ABSTRAKT

Práca je zameraná na aplikáciu vedľajších produktov spracovania jablák (JV) do potravín určených pre špeciálne skupiny ľudí, ako sú fenylnketonúria a celiakia. JV boli aplikované do knäckebrotov v množstve 4 a 5 % v dvoch sadách produktov a súčasne boli pripravené kontrolné vzorky bez prídavku JV. Vo vyvinutých produktoch sa stanovil obsah bielkovín Kjehdalovou metódou a vykonalo sa senzorické hodnotenie kvality produktov. Zvolené prídavky JV (4–5 %) do výrobkov pre fenylnketonurikov význame nezvýšili obsah bielkovín čo hodnotíme pozitívne. Naopak, v bezgluténových výrobkoch prídavkom JV obsah bielkovín významne neklesol, čo hodnotíme taktiež pozitívne, keďže v bezgluténovej strave celiatika sú často bielkoviny chýbajúce.

Obohatením knäckebrotov o JV sme získali nové chute výrobkov, čím je možné zvýšiť pestrosť sortimentu výrobkov pre daných pacientov. Pri oboch setoch produktov sa s prídavkom jablčných výliskov zvyšovala sladká chuť taktiež a chuť po JV, môžeme konštatovať, že zo senzorického i nutričného hľadiska je 5 % prídavok JV postačujúci.

Kľúčové slova: celiakia, fenylnketonúria, jablčné výlisky, obsah proteínu, senzorická kvalita

ABSTRACT

This work is focused on application of by-products from apple processing (JV) into foodstuffs intended for special groups of people, such as suffering from phenylketonuria and celiac disease. JV were applied into knäckebröts in the amount of 4 and 5 % in two sets of products and control samples were prepared as well. The protein content by Kjehdal method and sensory quality evaluation of products were performed. Selected JV additions (4–5%) to products for phenylketonurics slightly increased the protein content of these products (up to 6.6%), and on the other side JV additions slightly reduced the protein content in gluten-free products (9%), which can be evaluated positively, since the gluten-free diet of celiacs often lacks proteins, but other valuable substances as well.

From the sensory point of view by enriching knäckebröts with JV, we obtained new taste of the products, which makes it possible to increase the variety of the product range for the given patients. At both sets of products, by the addition of apple pomace the sweet taste increased, so 5% addition of JV is sufficient from the sensory and nutrition point of view.

Keywords: celiac disease, phenylketonuria, apple pomace, protein content, sensory quality

ÚVOD

Spracovateľský priemysel jabĺk ročne vyprodukuje približne 10 miliónov ton výliskov. V súčasnosti sa prevažné množstvo vznikajúcich jablčných výliskov likviduje (Zhang et al., 2023), hoci jablčné výlisky ako vedľajší produkt spracovania jabĺk majú veľký potenciál využitia v rozličných sférach potravinárskeho priemyslu.

Celiakia je chronické autoimunitné ochorenie, ktoré je vyvolané gluténom u geneticky vnímavých jedincov, charakterizované rôznou kombináciou klinických príznakov za prítomnosti špecifických protilátok a enteropatie (Frühau et al., 2022). Medzi najčastejšie prejavy spájané s celiakiou patrí úbytok hmotnosti, plynatosť a chronická hnačka, dôsledkom malabsorpcie, čiže neschopnosti gastrointestinálneho traktu

adekvátne absorbovať živiny, spôsobenej difúznym poškodením črevnej sliznice. U dospelaj populácie je častejšia celiakia spojená skôr s príznakmi z nedostatku živín a vitamínov (Thompson a Mannon, 2022). Jedinou súčasnou liečbou celiakie je prísna bezlepková diéta, ktorá sa predpisuje pacientovi na neurčitú dobu (Jivraj et al., 2022).

Fenylketonúria je zriedkavé ochorenie, pre ktoré je charakteristická zvýšená hladina fenylalanínu v krvi. Ide o autozomálne recesívne dedičné ochorenie v dôsledku nedostatku alebo defektu enzýmu fenylalanínhydroxylázy (Tarbiat et al., 2021). Fenylalanínhydroxyláza je nevyhnutný enzým pre metabolizmus fenylalanínu na tyrozín (Brown et al., 2022). Základom liečby fenylketonúrie je diéta s nízkym obsahom fenylalanínu (Tarbiat et al., 2021). Diéta je charakteristická konzumáciou proteínových náhradiek bez fenylalanínu a špeciálnymi nízkoproteínovými potravinami (Haitjema et al., 2022). V prípade ak fenylketonúria nie je liečená, môže viesť k závažným kognitívnym a neurologickým poruchám. Následky môžu zahŕňať veľmi nízke skóre intelligenčného kvocientu, významné oneskorenie vo vývoji motoriky, zvýšený výskyt mikrocefálie a epileptické záchvaty (Brown et al., 2022).

Cieľom práce bolo vyvinúť knäckebroty určené pre pacientov s celiakiou a s fenylketonúriou, s využitím jablčných výliskov. Navrhnuté produkty vyhodnotiť v súvislosti s obsahom bielkovín, ako významným parametrom najmä pre výrobky určené fenylketonurikom ale i pre celiatikov, a súčasne ich vyhodnotiť aj senzoricky.

MATERIÁL A METODIKA

Boli vyvinuté dva sety výrobkov knäckebrotov: prvý set výrobkov (3) bol určený pre pacientov s fenylketonúriou, pripravených z nízkobielkovinovej múčnej zmesi, v zložení deproteínovaný pšeničný škrob, zahusťovadlo, vláknina, cukor, dextróza, emulgátor.

Druhý set výrobkov (3) tvorili knäckebroty určené pre pacientov s celiakiou (bezgluténové), v ktorých sa použila kukuričná múka, slnečnicové semená, sezam a lanové semená.

Oba sety knäckebrotov sme pripravili súčasne v kontrolnej vzorke bez prídavku jablčných výliskov (JV) a súčasne sa pripravili knäckebroty s 4 a 5 % prídavkom JV. JV sa získali priamo od spracovateľa jabĺk z ekologického poľnohospodárstva v suchom stave, ktoré boli ďalej zomleté na laboratórnom mlynčeku na jemný prášok a takto ďalej aplikované do uvedených výrobkov.

Pečenie a príprava výrobkov

Príprava knäckebrotov spočívala v navážení použitých surovín, pridaní vody zmiešanej s droždím, zhomogenizovaní cesta mixérom, rozvaľkaní na hrúbku približne 1,5–2 mm a následným vykrajovaním. Pri príprave druhého setu knäckebrotov sme si vopred pripravili záparu semien, ktorú sme nechali 30 min. odstáť a potom použili do cesta. Po nakysnutí v kysniarni sme pripravené cesto vložili do etážovej pece, kde sa výrobky piekli cca 30 minút pri teplote 190 °C s počiatočným zaparením. Po 5 minútach pečenia sa cesto sa dopekalo do krehkého vysušenia.

Stanovenie obsahu bielkovín

Obsah bielkovín v jednotlivých knäckebrotoch sme stanovovali Kjeldahlovou metódou. Pri každej vzorke sme použili navážku 0,3 g. Vzorka sa mineralizovala kyselinou sírovou v prítomnosti katalyzátora. Kyslý roztok sa zalkalizoval roztokom hydroxidu sodného. Následne sa amoniak oddestiloval a jeho množstvo v destiláte sme stanovili titráciou. Prístroj Kjeltec (Foss, Tecator Hoganas Sweden) bol použitý na stanovenie a vo výpočte sme aplikovali nasledovný vzorec:

$$\text{Obsah bielkovín v \% hm/m/m/} = \text{Spotreba HCl ml} \cdot 0,14 \cdot 6,25 \text{ návažok (g)}$$

Senzorické hodnotenie výrobkov

Senzorické hodnotenie vzoriek bolo vykonané prostredníctvom senzorického panelu pozostávajúceho zo zaškolených hodnotiteľov. Ako prvé sa pri každom type vzoriek podávali kontrolné vzorky anonymne, následne so 4 % a 5 % prídavkom. Pri každej vzorke sa hodnotilo päť základných parametrov: celkový vzhľad, štruktúra a povrch, krehkosť a lámavosť, vôňa a chuť. Každému parametru sa pridelovalo hodnotenie

od 1 do 5 bodov. Stupne hodnotenia: nedostačujúce, dostačujúce, dobré, veľmi dobré a vynikajúce.

Ďalej sa pri parametroch vône a chuť hodnotili súčasne profily, v rámci ktorých sa pri jednotlivých deskriptoroch udeľovali percentá, vyznačením na úsečke. Deskripty vône boli nasledovné: typická knäckebrotová, sladká, potuchnutá, s cudzím pachom (chemická a i.), po zoxidovanom tuku, po jablčných výliskoch a spálená alebo pripiečená. Pri parametri chuť sa hodnotili: sladká, slaná, horká, kyslá, po jablčných výliskoch, typická pre knäckebroty, po surovom ceste alebo nedopečená a cudzia (chemická, zoxidovaná,...).

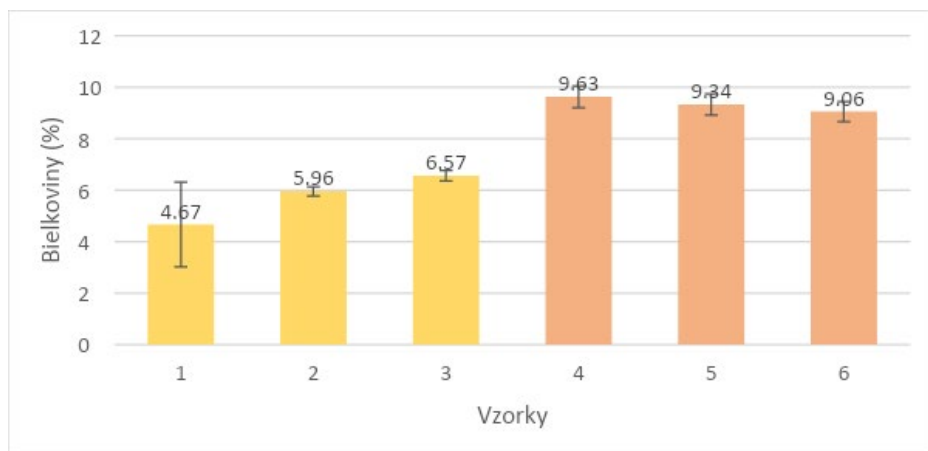
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Jablčné výlisky sú bohaté na živiny, ako sú sacharidy, fenolové zlúčeniny, vláknina a minerálne látky. Preto je možné jablkové výlisky aplikovať priamo alebo po minimálnom spracovaní ako funkčné prísady do rôznych druhov potravinárskych výrobkov. Napríklad môžu zlepšiť obsah vlákniny a zdraviu prospešné vlastnosti pekárenských výrobkov, ako sú chlieb či sladké pekárenské výrobky (Lyu, 2020).

Jablčné výlisky ako vedľajší výrobný produkt zo spracovania jablák sme navrhli otestovať do knäckebrotov určených pre pacientov s ochorením celiakia, keďže sú prirodzene bezlepkové a pacientov s ochorením fenylketonúria, keďže sme predpokladali nízky obsah bielkovín. Waldbauer et al. (2017) uvádzajú obsah bielkovín v jablčných výliskoch od 0,002–7,1 %. V predchádzajúcej práci (Matejová et al., 2019) sme stanovili obsah bielkovín v jablčných výliskoch 2,2 %.

Zistený obsah bielkovín v knäckebrotoch určených pre fenylketonurikov v kontrolnej vzorke bol 4,7 %. S pridaním JV do výrobkov sa obsah bielkovín mierne zvýšil nasledovne: so 4 % prídavkom JV bol zistený obsah bielkovín 6 % a v knäckebrotoch s 5 % prídavkom JV bol obsah bielkovín 6,6 %. Obsah bielkovín sa s pridaním JV do knäckebrotov pre fenylketonurikov mierne zvýšil, keďže v suchých JV bol zistený vyšší obsah bielkovín (6,7 %) ako v kontrolných vzorkách knäckebrotov zložených len z nízkobielkovinovej múčnej zmesi.

V bezpečkových knäckebrotoch určených pre celiatikov v kontrolnej vzorke bol zistený obsah bielkovín 9,6 % a s prídáním JV sa obsah bielkovín vo výrobkoch nepatrne klesol nasledovne: so 4 % prídavkom JV bol zistený priemerný obsah bielkovín 9,3 % a v knäckebrotoch s 5 % prídavkom JV bol zistený obsah bielkovín 9 % (Obrázok 1).



Obrázok 1: Obsah bielkovín v modelových knäckebrotoch (%)

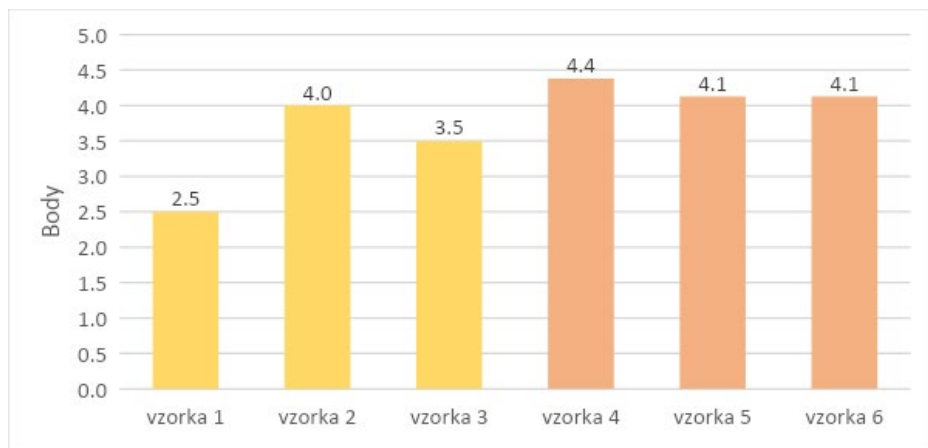
*1. Knäckebroty pre fenylketonurikov- kontrolná vzorka, 2. Knäckebroty pre fenylketonurikov 4 % JV, 3. Knäckebroty pre fenylketonurikov 5 % JV, 4. Knäckebroty bezpečkové-kontrolná vzorka, 5. Knäckebroty bezpečkové 4% JV, 6. Knäckebroty bezpečkové 5% JV

Senzorické vyhodnotenie výrobkov

Obohatením knäckebrotov o JV sme získali nové chute výrobkov, čím je možné zvýšiť pestrosť ich sortimentu. Z trojice vzoriek určených pre fenylketonurikov získala jednoznačne najvyšší priemerný počet bodov za celkový vzhľad vzorka knäckebrotov so 4 % prídavkom JV (4 body z max. 5). Výrobky určené pre celiatikov mali veľmi podobné bodové ohodnotenie od 4,1 (vz. 5,6) do 4,4 (kontrola), teda nepatrne lepšie bola ohodnotená kontrolná vzorka knäckebrotu bez prídavku JV (Obrázok 2).

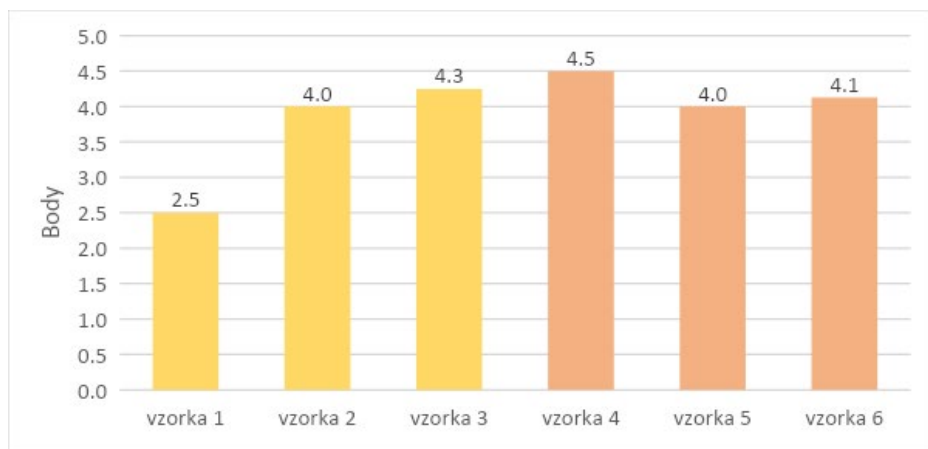
Najlepšie hodnotená štruktúra a povrch výrobkov boli vo vzorke knäckebrotu pre fenylketonurikov s 5 % prídavkom JV (4,3 b.), nasledovala vzorka s 4 % JV a najhoršie ohodnotená bola vzorka bez prídavku JV (2,5 b.). Naopak knäckebrat pre celiatikov bez

prídavku jablčných výliskov (Obrázok 3), získal v rámci bezgluténového setu najvyššie ohodnotenie (4,5 b), nasledovala vzorka s 5 % prídavkom JV (4,1 b).



Obrázok 2: Vyhodnotenie celkového vzhľadu knäckebratov

*1. Knäckebraty pre fenylketonurikov- kontrolná vzorka, 2. Knäckebraty pre fenylketonurikov 4 % JV, 3. Knäckebraty pre fenylketonurikov 5 % JV, 4. Knäckebraty bezlepkové-kontrolná vzorka, 5. Knäckebraty bezlepkové 4 % JV, 6. Knäckebraty bezlepkové 5 % JV

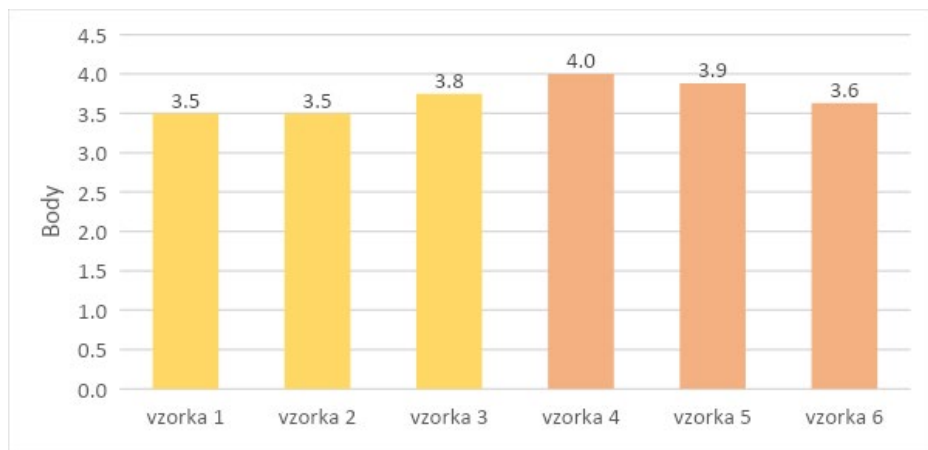


Obrázok 3: Vyhodnotenie štruktúry a povrchu vzoriek knäckebratov

*1. Knäckebraty pre fenylketonurikov- kontrolná vzorka, 2. Knäckebraty pre fenylketonurikov 4 % JV, 3. Knäckebraty pre fenylketonurikov 5 % JV, 4. Knäckebraty bezlepkové-kontrolná vzorka, 5. Knäckebraty bezlepkové 4% JV, 6. Knäckebraty bezlepkové 5% JV

Vzorka knäckebrotu pre fenylketonurikov s 4 % prídavkom JV získala najvyšší priemerný počet bodov v rámci parametra krehkosť a lánavosť a zo setu vzoriek pre celiatikov bola najlepšie opäť hodnotená kontrolná vzorka bez prídavku JV.

V rámci vône bol najlepšie vyhodnotený výrobok pre fenylketonurikov s 5 % prídavkom JV a zo vzoriek pre celiatikov získalo najlepšie hodnotenie vône kontrolný knäckebrat bez prídavku JV (Obrázok 4).



Obrázok 4: Vyhodnotenie vône knäckebrotov

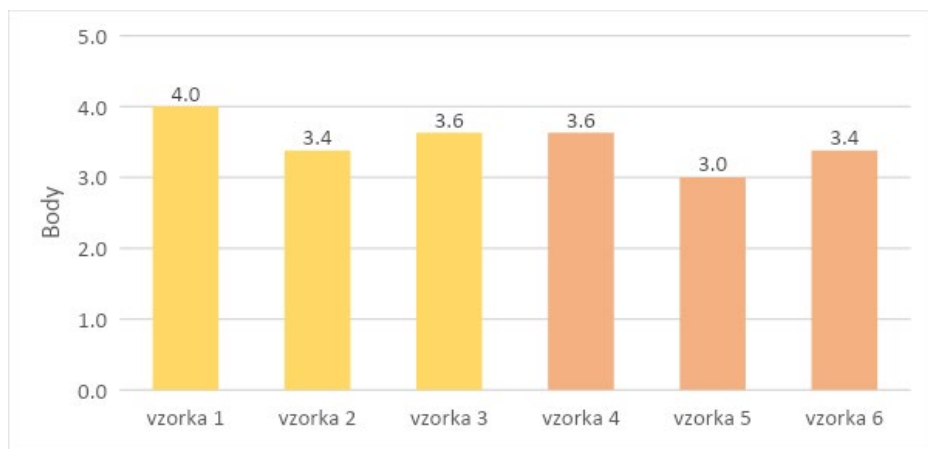
*1. Knäckebroty pre fenylketonurikov- kontrolná vzorka, 2. Knäckebroty pre fenylketonurikov 4 % JV, 3. Knäckebroty pre fenylketonurikov 5 % JV, 4. Knäckebroty bezlepkové-kontrolná vzorka, 5. Knäckebroty bezlepkové 4% JV, 6. Knäckebroty bezlepkové 5% JV

V rámci setu vzoriek pre fenylketonurikov bolo pridelené najvyššie priemerné percento pre typickú knäckebrotovú vôňu pre kontrolnú vzorku (52 %). Výrobky s prídavkami JV mali pridelené zhodne v tomto parametri 41%. S prídavkom JV hodnotitelia viac cítili sladkú vôňu knäckebrotov, sladkej vône v kontrolnej vzorke udelili priemerne 7 %, vo vzorkách s 4 % JV stúplo na 15 % a s 5 % JV na 18 %. Potuchnutej vône, cudziemu pachu a pachu po zoxidovalom tuku hodnotitelia udelili veľmi nízke percentá, čo môžeme hodnotiť pozitívne.

Podobne pri vzorkách pre celiatikov najvyššie percento vyhodnotenia typickej knäckebrotovej vône bolo pridelené kontrolnej vzorke, 65 %. Sladkú vôňu cítili najviac

hodnotitelia vo vzorke knäckebrotov s 5 % prídavkom JV (20 %). Potuchnutej vôni, cudziemu pachu a pachu po zoxidovanom tuku hodnotitelia taktiež udelili veľmi nízke percentá pri všetkých vzorkách.

V rámci hodnotenia chuti bola najlepšie hodnotená kontrolná vzorka pre fenylketonurikov (4 b.) a nasledovala vzorka s 5 % JV (3,6 b). Podobne aj v sete vzoriek pre celiatikov bola v tomto parametri najlepšie hodnotená vzorka bez prídavku výliskov (3,6 b) a nasledovala vzorka s 5 % JV (3,4 b).



Obrázok 5: Vyhodnotenie chuti knäckebrotov

*1. Knäckebroty pre fenylketonurikov- kontrolná vzorka, 2. Knäckebroty pre fenylketonurikov 4 % JV, 3. Knäckebroty pre fenylketonurikov 5 % JV, 4. Knäckebroty bezlepkové-kontrolná vzorka, 5. Knäckebroty bezlepkové 4% JV, 6. Knäckebroty bezlepkové 5% JV

Pri oboch setoch výrobkov sa s prídavkom jablčných výliskov zvyšovala sladká chuť taktiež aj chuť po JV. Kyslá, horká, po surovom ceste a cudzia chuť boli hodnotené veľmi nízkymi percentami, čo môžeme považovať za pozitívne.

Bezlepkové muffiny a knäckebroty, do ktorých boli aplikované rôzne rastlinné vedľajšie výrobné zvyšky v množstve 3 % boli hodnotené senzorickými a texturo-metrickými metódami v práci Matejová et al. (2019). Hroznové a jablčné výlisky sa tu odporúčili v bezlepkovom variante pre výrobu muffinov a paradajkové výlisky pri výrobe bezlepkového knäckebrotu (Matejová et al., 2019).

ZÁVER

Ochorenia celiakia alebo fenylketonúria pacientom v podstatnej miere zmenia život a stravovacie návyky. Diétny režim, ktorý je určený týmto osobám je mnohokrát jednotvárnny. Preto je snaha tieto potraviny obohacovať surovinami, ktoré by im pridávali nové chute, vône vzhľad a nutričnú hodnotu. Jablčné výlisky, ktoré vznikajú ako vedľajší produkt pri spracovaní jabĺk sú likvidované zvyčajne ako odpad, napriek tomu, že obsahujú množstvo prospešných látok, na základe čoho ich použitie v potravinárstve má veľký potenciál nie len z ekologického a ekonomického hľadiska, ale aj z hľadiska zdravia konzumentov.

Jablčné výlisky ako vedľajší výrobný produkt zo spracovania jabĺk sme otestovali do knäckebratov určených pre pacientov s celiakiou, keďže sú prirodzene bezlepkové a pacientov fenylketonúriou, keďže sme predpokladali nižší obsah bielkovín. Obohatením knäckebratov o JV sme získali nové chute výrobkov, čím je možné zvýšiť pestrosť sortimentu výrobkov. Pri oboch setoch produktov sa s prídavkom jablčných výliskov zvyšovala sladká chuť taktiež aj chuť po JV a záverom môžeme konštatovať, že 5 % prídavok JV je postačujúci zo senzorického tak aj nutričného hľadiska.

POĎAKOVANIE

Príspevok bol spracovaný s podporou projektov VEGA 1/0239/21 a KEGA 020SPU-4/2021.

LITERATÚRA

Zhang, J et al. (2023): Three-dimensional porous hydrogel based on hyperbranched polyethyleneimine functionalized apple pomace derived cellulose for efficient removal of methyl orange. Chemical Engineering Journal, 456.

Frühauf, P. et al. (2022): Celiakie dětí a dospívajících 2021. 1. vydanie. vyd. Praha: Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví. 81 s. ISBN 978-80-87023-59-4.

Thompson, J. S., Mannon, P. (2022): Celiac disease and the surgeon. The American Journal of Surgery, 224, 1: 332–338.

Jivraj, A. et al. (2022): Micronutrient deficiencies are frequent in adult patients with and without celiac disease on a gluten-free diet, regardless of duration and adherence to the diet. *Nutrition*, 103–104 .

Tarbiat, M. et al. (2021): Short-time anesthesia of a child with phenylketonuria: a case report. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, 71(5): 585–587.

Haitjema, S. et al. (2022): Dietary treatment in Dutch children with phenylketonuria: An inventory of associated social restrictions and eating problems. *Nutrition*, 97.

Brown, A. et al. (2022): The relationship between metabolic control and basal ganglia morphometry and function in individuals with early-treated phenylketonuria. *Molecular Genetics and Metabolism*, 137 (3): 249–256.

Lyu, F., Luiz, S. F., Azeredo, D. R. P., Cruz, A. G., Ajlouni, S., Ranadheera, C. S. (2020): Apple Pomace as a Functional and Healthy Ingredient in Food Products: A Review. *Processes*, 8(3):319.

Waldbauer, K., McKinnon, R., Kopp, B. (2017): Apple Pomace as Potential Source of Natural Active Compounds. *Planta Med*, 83(12/13): 994–1010.

Matejová, S., Fikselová, M., Mendelová, A et al. (2019): By-products of plant processing and their possible application into innovative gluten-free foodstuffs. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 9, special iss.: 434–438.

Kontaktná adresa: Doc. Ing. Martina Fikselová, PhD., SPU Nitra, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, e-mail: martina.fikselova@uniag.sk

EXPERIMENTÁLNÍ POROVNÁNÍ NEPŘÍMÝCH METOD PRO STANOVENÍ VYBRANÝCH KVALITATIVNÍCH UKAZATELŮ MLÉKA

EXPERIMENTAL COMPARISON OF INDIRECT METHODS FOR DETERMINATION OF SELECTED QUALITATIVE MILK PARAMETERS

Karolína Hálová¹ – Eva Samková¹ – Luboš Smutný² – Dominik Smutný²
Radim Stehlík² – Natalia Climová¹ – Simona Honesová¹ – Pavel Smetana¹
Kateřina Janoušková¹ – Petr Bartoš²

¹Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých
Budějovicích, Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských
produktů, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice

²Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých
Budějovicích, Katedra techniky a kybernetiky, Studentská 1668,
370 05 České Budějovice

ABSTRAKT

Cílem práce bylo porovnat vybrané nepřímé metody pro stanovení hlavních složek mléka dojníc (obsah tuku, bílkovin, laktózy, tukuprosté sušiny (TPS), sušiny) a bodu mrznutí mléka a porovnat vybrané nepřímé metody pro stanovení počtu somatických buněk (PSB). Individuální vzorky mléka byly odebrány od dojníc převážně českého strakatého skotu v září (n=30) a říjnu 2022 (n=30). Pro posouzení složení mléka byly použity analyzátory CombiFoss™ 7, MilkoScan™ Mars a NIRMasteR™ 3000, pro stanovení PSB přístroje CombiFoss™ 7, Ekomilk Horizon ESSENTIAL a DeLaval Cell Counter DCC. Ve složení mléka se nejvíce shodovaly průměrné hodnoty sušiny (13,31; 13,30; 13,42 %; $p > 0,05$). Průměrné hodnoty PSB se sice lišily (po logaritmické transformaci 2,128; 2,471; 1,996), korelační analýza však prokázala poměrně těsné závislosti (0,9759; 0,9181; 0,8969). Pro lepší shodu průměrů a větší těsnost korelačních koeficientů by bylo vhodné korigovat kalibraci použitých přístrojů.

Klíčová slova: syrové mléko, složení, somatické buňky, individuální vzorky, nepřímé metody

ABSTRACT

The aim of the work was to compare selected indirect methods for determining the main components of dairy cows' milk (content of fat, protein, lactose, non-fat solids, total solids) and the freezing point depression and to compare selected indirect methods for determining the somatic cell counts (SCC). Individual milk samples were taken from dairy cows (mainly Czech Fleckvieh) in September (n=30) and October 2022 (n=30). CombiFoss™ 7, MilkoScan™ Mars and NIRMasteR™ 3000 analyzers were used to assess milk composition. CombiFoss™ 7, Ekomilk Horizon ESSENTIAL and DeLaval Cell Counter DCC devices were used to determine SCC. In the milk composition, the average values of total solids were the most consistent (13.31; 13.30; 13.42%; $p > 0.05$). Although the average values of SCC (after logarithmic transformation 2.128; 2.471; 1.996) differed, the correlation coefficients were relatively high (0.9759; 0.9181; 0.8969). It would be advisable to correct the calibration of the used instruments for a better agreement of the averages and greater tightness of the correlations.

Keywords: raw milk, composition, somatic cells, individual samples, indirect methods

ÚVOD

Pro zajištění vysoké hygienické kvality mléka, odpovídajícího technologického zpracování a také pro přehled o zdravotním stavu dojníc je nezbytné sledovat kvalitu mléka přesnými metodami. Pro sledování nejrůznějších ukazatelů kvality mléka jsou využívány jak metody přímé (referenční), tak nepřímé (rutinní) – Bonfatti et al. (2017), Palii et al. (2020), Bahadi et al. (2021).

Z referenčních lze jmenovat například Kjeldahlovu metodu pro stanovení obsahu bílkovin, Gerberovu metodu pro stanovení obsahu tuku nebo vysokoúčinnou kapalinovou chromatografii pro stanovování minoritních složek mléka nebo cizorodých látek aj. (Karageorgou et al., 2018; Kala et al., 2018, 2019; Samková et al., 2020). Z nepřímých metod lze jmenovat Ramanovu spektroskopii, infračervenou (IR) spektroskopii ve střední oblasti IR spektra s Fourierovými transformacemi (FT-MIR), nefelometrii nebo fluoro-opto-elektronickou metodu ve variantě průtočné cytometrie

(zde je tato již v pozici velmi blízké referenčnímu postupu) pro stanovování počtu somatických buněk (PSB) aj. (Hanuš et al., 2011, 2014; Kala et al., 2018, 2019; Samková et al., 2020)).

Pro analýzu mléka se již mnoho let využívají metody IR, které s každou inovací ve svém úspěšném vývoji nabízejí přesnější a rychlejší způsob stanovování hlavních i minoritních složek mléka (Samková et al., 2020; Bahadi et al., 2021), zjišťování technologických vlastností mléka (De Marchi et al., 2014) a přehled o zdravotním stavu stáda (Grelet et al., 2016). IR nabízí svou příznivou cenou další výhodu při zpeněžování analyzovaného mléka, které musí splňovat jak zdravotní, tak nutriční požadavky mléčného potravinového řetězce (Grelet et al., 2016; Samková et al., 2020).

Rutinní metody IR je možné využívat v několika dosažených technologických oblastech spekter jako je blízká IR oblast (NIR: 14 000–4000 cm^{-1}), střední IR oblast (MIR: 4000–4,00 cm^{-1}) a vzdálená IR oblast (FIR: 400–50 cm^{-1}) (Gengler et al., 2016; Rahman et al., 2020). V současné době je nejrozšířenější FT-MIR (Davis et al., 2010; Ribeiro et al., 2023), jelikož střední frekvence IR zaznamená všechny absorpční frekvence a primární molekulární vibrace molekul, kdežto nižší nebo vyšší oblasti spektra zachytí menší rozsah molekul.

Porovnáváním výsledků měření různých metod (přímých či nepřímých) se věnovala řada autorů. Například Hanuš et al. (2011) se zabývali sledováním PSB a porovnávali referenční metodu přímé mikroskopie s nepřímými metodami fluoro-opto-elektronickou a fluorescenční. V další práci se pak kolektiv autorů (Hanuš et al., 2014) zaměřil na složení mléka a rovněž porovnával referenční metody stanovující jednotlivé složky mléka s nepřímými metodami (MIR, FT-MIR, ultrasonická analýza a metoda blue-red box (BRB)). Autoři dospěli k závěru, že nepřímé metody se po úpravě vhodnými statistickými transformacemi dají využít v běžné praxi nejen při kontrole kvality mléka, ale i při kontrole výskytu mastitid.

Cílem této práce bylo porovnat vybrané nepřímé metody pro stanovování hlavních složek mléka dojníc a porovnat vybrané nepřímé metody pro stanovení PSB.

MATERIÁL A METODIKA

Odběry a analýzy vzorků

Odběry byly provedeny ve dvou termínech – září 2022 (etapa 1) a říjen 2022 (etapa 2). V každém odběru bylo získáno, vždy ve třech sadách, 30 individuálních vzorků mléka od dojníc převážně českého strakatého skotu (80 %) v různém pořadí (1 až 8) a stadiu (dni) laktace (8 až 430). Vzorky mléka nebyly konzervovány a po převezení do laboratoře byly ihned analyzovány.

V etapě 1 byly stanoveny následující parametry kvality mléka: obsah tuku (g/100 g), bílkovin (g/100 g), laktózy (g/100 g), tukuprosté sušiny (TPS; g/100 g), sušiny (g/100 g), a dále bod mrznutí mléka (BMM; °C × -1 000) a PSB (tis./ml). Pro porovnání spolehlivosti stanovení byly použity tři analytické přístroje – CombiFoss™ 7, MilkoScan™ Mars a NIRMaster™ 3000. V etapě 2 byla stanovena hodnota PSB (tis./ml) pomocí tří analytických přístrojů: CombiFoss™ 7, Ekomilk Horizon ESSENTIAL a DeLaval Cell Counter DCC.

Specifikace přístrojů

CombiFoss™ 7 (dále jen CombiFoss) kombinuje MilkoScan™ 7 RM (FT-MIR) pro stanovení složek mléka a Fossomatic™ 7 (průtoková cytometrie pro stanovení PSB). Přístroj stanovuje u syrového mléka až 18 parametrů a testuje až 600 vzorků za hodinu (FOSS, 2023a).

MilkoScan™ Mars 6 (dále jen MilkoScan) je analyzátor s technologií FTIR, který stanovuje základní parametry složení (tuk, bílkoviny, laktóza, celková sušina, TPS) a BMM. Doba trvání jedné analýzy je 1 minuta (FOSS, 2023b).

NIRMaster™ 3000 (dále jen NIRMaster) je analyzátor využívající FT-NIR technologii k identifikaci a kvantifikaci sledovaných analytů, s kalibračním modulem pro mléko a mléčné produkty (BÜCHI, 2023).

DeLaval Cell Counter DCC (dále jen DeLaval) je příruční zařízení sloužící ke kontrole PSB, které pracuje na principu optického měření. Vzorek mléka se nasaje do speciální

kazety obsahující fluorescenční činidlo, které obarví somatické buňky. Tyto buňky jsou následně vyfoceny digitální kamerou a spočítány (DeLaval, 2023).

Ekomilk Horizon ESSENTIAL (dále jen Horizon) je přístroj na kontrolu PSB založený na měření viskozity, která se zvyšuje se zvýšeným PSB. Směs mléka s povrchově aktivní látkou, která rozpouští membrány somatických buněk i obaly jejich jádra, vytváří gel zvyšující viskozitu mléka. Přístroj měří dobu průtoku mléka kapilárou nálevky a podle této doby určuje PSB (EkomilkHorizon, 2023).

Pro statistické vyhodnocení byly použity programy Microsoft Excel a Statistica 12 (StatSoft CR s.r.o.). U souboru byly vyhodnoceny předpoklady pro užití parametrických metod (normalita dat a homogenita rozptylů). Hodnoty PSB byly logaritmicky transformovány. Pro jednotlivé datové soubory ($n = 30$ měření v každé etapě) byly vypočteny základní statistické charakteristiky, variační koeficient byl vypočítán dle vzorce: $v \% (\text{variační koeficient}) = (s/\bar{x}) \times 100$. Pro zjištění statistické významnosti mezi průměry by použit t -test pro závislá měření. Pro vyhodnocení těsnosti a průběhu závislosti byla využita korelační a regresní analýza.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Jak již bylo uvedeno, metody využívající IR jsou v analýze mléka velmi často používanou metodou, nejen pro stanovení základních složek, ale také pro minoritní složky (Samková et al., 2020). V laboratořích pro rozbor mléka se nejčastěji využívá CombiFoss, tedy přístroj, který stanovuje současně složky mléka, včetně minoritních, dále pak BMM i PSB.

V této experimentální práci byly vybrané parametry kvality mléka (obsah tuku, bílkovin, laktózy, TPS a sušiny, BMM, PSB) stanoveny pomocí rutinních (nepřímých) metod, z nichž dvě pracují na principu FT-MIR (analýzátory CombiFoss a MilkoScan), jedna na principu FT-NIR technologie (analýzátor NIRMasteR) – tabulka 1. Z údajů, které stanovují všechny tři analyzátory (obsah tuku, bílkovin, laktózy a sušiny, a BMM) panovala nejvyšší shoda v obsahu sušiny (13,31; 13,30; 13,42 %; $p > 0,05$), relativní

rozdíly se pohybovaly do 1 %. U BMM se statisticky významně lišila ($p < 0,05$) pouze hodnota BMM stanovená MilkoScanem ($-0,5134$ °C).

Ze základních složek mléka (obsah tuku, bílkovin a laktózy) byly zaznamenány nejvyšší rozdíly v obsahu bílkovin. Zatímco hodnoty stanovené pomocí přístrojů CombiFoss a MilkoScan se statisticky významně nelišily (3,38 %, resp. 3,35 %), hodnota stanovená přístrojem NIRMaster byla statisticky významně vyšší (3,79 %; $p < 0,01$). Relativní rozdíly činily +12, resp. +13 %. Výrazné rozdíly byly zjištěny rovněž u laktózy ($p < 0,01$). V porovnání s přístrojem CombiFoss (4,81 %) stanovil MilkoScan statisticky významně nižší hodnotu (4,64 %) a NIRMaster statisticky významně vyšší hodnotu (5,04 %). Relativní rozdíly činily od 4 do 9 %. Poměrně malé rozdíly byly zjištěny v obsahu tuku (4,43; 4,38; 4,45 %), relativní rozdíly se pohybovaly do 2 %.

Při porovnávání nepřímých metod stanovení PSB bylo zjištěno, že nejnižší hodnoty PSB stanovil analyzátor DeLaval (160 tis./ml; po logaritmické transformaci 1,996), nejvyšší přístroj Horizon (357 tis./ml; 2,471) – tabulka 2. Relativní rozdíl mezi logaritmicky transformovanými hodnotami byl 19 %. Statisticky významné rozdíly ($p < 0,001$) však byly zjištěny mezi všemi sledovanými metodami.

Složení mléka stanovenému rutinními a referenčními metodami používanými v České republice se věnovali Hanuš et al. (2014). Jako referenční metody byly využity: metoda dle Röse–Gottlieba (tuk), Kjeldahlova metoda (bílkoviny), polarimetrie (laktóza) a gravimetrie (sušina). Jako rutinní metody byly využity MIR, FT-MIR, ultrasonická analýza a metoda blue + red box (BRB). Výsledky prokázaly poměrně vysokou spolehlivost. Analýzy pomocí ultrasonického zařízení a BRB by autoři doporučili kalibrovat přímo dle výsledků referenčních metod, než je kalibrovat až v laboratoři podle FT-MIR a MIR.

Tři metody stanovení PSB (přímá mikroskopie, metoda fluoro-opto-elektronická (Fossomatic) a fluorescenční (DeLaval)) v mléce různých druhů savců (kraví, kozí, ovčí, lidské) porovnávali rovněž Hanuš et al. (2011).

Korelační analýza potvrdila výše popsané rozdíly v průměrných hodnotách složek mléka a v průměrných hodnotách BMM (tabulka 3). Velmi těsné pozitivní korelační koeficienty (+0,9051 až +0,9972; $p < 0,001$) byly zjištěny, s výjimkou BMM (0,4049; $p < 0,05$), mezi oběma MIR metodami (CombiFoss vs. MilkoScan). Méně těsné pak byly zjištěné korelační vztahy mezi přístroji NIRMaster a CombiFoss, resp. MilkoScan. V obsahu tuku, bílkovin a sušiny se korelační koeficienty pohybovaly od +0,7243 do +0,8399 ($p < 0,001$), v obsahu laktózy byly zjištěny nevýznamné negativní korelační koeficienty (-0,1065 a -0,1219). K obdobným závěrům (vysoká těsnost mezi MIR metodami, vyšší přesnost pro tuk a bílkoviny a menší pro laktózu) dospěli i Hanuš et al. (2014).

Pro lepší shodu průměrů a větší těsnost korelačních koeficientů by bylo vhodné korigovat kalibraci použitých přístrojů, tj. využít referenční mléčné standardy nebo zúčastnit se testu analytické způsobilosti (proficiency testing) za účelem provedení relevantního posunu (bias). V případě nízkých záporných korelačních koeficientů u laktózy pak mohla sehrát roli primárně chybná adjustace.

I přes poměrně velké rozdíly v průměrných hodnotách PSB (tis./ml) byly zjištěny významné pozitivní korelační koeficienty pro transformované hodnoty PSB (log), nejvyšší opět mezi oběma MIR metodami (+0,9759; $p < 0,001$). Nižší korelační koeficient byl zjištěn mezi fluoro-opto-elektronickou metodou (CombiFoss) a fluorescenční (DeLaval; +0,9181; $p < 0,001$) – tabulka 3.

Tabulka 1: Základní statistické charakteristiky vybraných kvalitativních ukazatelů u individuálních vzorků mléka stanovené různými nepřímými metodami – etapa 1 (září 2022)

Ukazatel	CombiFoss™ 7					MilkoScan™ Mars					NIRMaster™ 3000				
	\bar{x}	s_x	min.	max.	v %	\bar{x}	s_x	min.	max.	v %	\bar{x}	s_x	min.	max.	v %
Tuk (g/100 g)	4,43 ^b	0,72	3,22	6,19	16,3	4,38 ^a	0,75	3,10	6,22	17,2	4,45 ^{ab}	1,04	3,47	9,43	23,3
Bílkoviny (g/100 g)	3,38 ^a	0,34	2,72	4,07	10,0	3,35 ^a	0,27	2,79	3,87	8,1	3,79 ^b	0,19	3,38	4,10	5,0
Laktóza (g/100 g)	4,81 ^b	0,24	4,24	5,23	5,0	4,64 ^a	0,22	4,11	5,00	4,8	5,04 ^c	0,27	4,28	5,69	5,3
TPS (g/100 g)	8,86	0,40	7,97	9,57	4,5	8,83	0,37	7,91	9,49	4,1	*	*	*	*	*
Sušina (g/100 g)	13,31	0,81	11,96	14,62	6,1	13,30	0,92	11,70	14,74	6,9	13,42	1,47	11,77	19,77	10,9
BMM (°C × -1 000)	527,4 ^B	6,2	516,0	538,0	1,2	513,4 ^A	30,1	422,0	570,0	3,6	527,0 ^B	18,8	500,0	550,0	3,6
PSB (tis./ml)	571	1040	34	4254	182,0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PSB (log)	2,351	0,557	1,531	3,629	23,7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

^{a,b,c} průměry s odlišnými horními indexy v řádku se statisticky významně liší ($p < 0,01$);

^{A,B} průměry s odlišnými horními indexy v řádku se statisticky významně liší ($p < 0,05$);

v % (variační koeficient) = $(s_x / \bar{x}) \times 100$; * = přístroj parametr nestanovuje;

TPS = tukuprostá sušina; BMM = bod mrznutí mléka; PSB = počet somatických buněk

Tabulka 2: Základní statistické charakteristiky počtu somatických buněk (PSB) u individuálních vzorků mléka stanovené různými nepřímými metodami na přístrojích – etapa 2 (říjen 2022)

Ukazatel	CombiFoss™ 7							Ekomilk Horizon ESSENTIAL							DeLaval Cell Counter DCC						
		\bar{x}	x _G	s _x	min.	max.	v %		\bar{x}	x _G	s _x	min.	max.	v %		\bar{x}	x _G	s _x	min.	max.	v %
PSB	(tis./ml)	228	134	269	31	1 233	118,1		357	296	241	143	1 040	67,6		160	99	175	23	805	110
	(log)	2,128 ^b	-	0,448	1,491	3,091	21,1		2,471 ^c	-	0,262	2,155	3,017	10,6		1,996 ^a	-	0,429	1,362	2,906	21,5

^{a,b,c} průměry s odlišnými horními indexy v řádku se statisticky významně liší ($p < 0,001$); x_G = geometrický průměr; v % (variační koeficient) = $(s_x / \bar{x}) \times 100$

Tabulka 3: Vyhodnocení korelační a regresní analýzy pro vybrané kvalitativní ukazatele individuálních vzorků mléka stanovené různými nepřímými metodami – etapa 1 a 2 (září, říjen 2022)

	Ukazatel	CombiFoss™ 7 vs. MilkoScan™ Mars			CombiFoss™ 7 vs. NIRMaster™ 3000			MilkoScan™ Mars vs. NIRMaster™ 3000		
		r_{xy}	p	regresní rovnice	r_{xy}	p	regresní rovnice	r_{xy}	p	regresní rovnice
<i>Etapa 1</i>	Tuk (g/100 g)	+0,9972	<0,001	$y = -0,2408 + 1,0425x$	+0,7883	<0,001	$y = -0,5788 + 1,1356x$	+0,7889	<0,001	$y = -0,3065 + 1,0871x$
	Bílkoviny (g/100 g)	+0,9911	<0,001	$y = 0,6396 + 0,8027x$	+0,8129	<0,001	$y = 2,2511 + 0,4557x$	+0,8399	<0,001	$y = 1,8425 + 0,58129x$
	Laktóza (g/100 g)	+0,9714	<0,001	$y = 0,3252 + 0,8971x$	-0,1065	0,575	$y = 5,6118 - 0,1190x$	-0,1219	0,521	$y = 5,7234 - 0,1474x$
	TPS (g/100 g)	+0,9757	<0,001	$y = 0,8529 + 0,9003x$						
	Sušina (g/100 g)	+0,9051	<0,001	$y = -0,3542 + 1,0258x$	+0,7751	<0,001	$y = -5,196 + 1,3984x$	+0,7243	<0,001	$y = -1,916 + 1,1530x$
	BMM (°C × -1000)	+0,4049	0,036	$y = -280,2 + 1,5133x$	+0,4048	0,036	$y = -127,6 + 1,2400x$	+0,6460	<0,001	$y = 252,45 + 0,52941x$
<i>Etapa 2</i>	Ukazatel	CombiFoss™ 7 vs. Ekomilk Horizon ESSENTIAL			CombiFoss™ 7 vs. DeLaval Cell Counter DCC			Ekomilk Horizon ESSENTIAL vs. DeLaval Cell Counter DCC		
		r_{xy}	p	regresní rovnice	r_{xy}	p	regresní rovnice	r_{xy}	p	regresní rovnice
	PSB (log)	+0,9759	<0,001	$y = 1,2572 + 0,5706x$	+0,9181	<0,001	$y = 0,1248 + 0,8793x$	+0,8969	<0,001	$y = -1,635 + 1,4691x$

TPS = tukprosta sušina; BMM = bod mrznutí mléka; PSB = počet somatických buněk

Poměrně dobrou shodu metod a spolehlivost dosažených výsledků prokázali u kravského mléka Hanuš et al. (2011), kteří zjistili mezi fluoro-opto-elektronickou (Fossomatic) a fluorescenční metodou (DeLaval; +0,995; resp. +0,996; $p < 0,001$) velmi těsné závislosti. Autoři tyto metody porovnávali i s referenční metodou přímé mikroskopie a dospěli k velmi těsným výsledkům (pro Fossomatic +0,999; pro DeLaval +0,991).

Zmíněné tři metody (CombiFoss, Horizon, DeLaval) lze tedy pro stanovení PSB využít, ale bylo by vhodné nejprve zohlednit výsledky měření referenčních (kalibračních) standardů, příp. zúčastnit se respektovaného testu analytické způsobilosti, jako je např. Cecalait. Na základě výsledků těchto mezilaboratorních porovnání by pak bylo třeba provést relevantní posuny (bias) nastavených hladin měření směrem k lepší shodě průměrů.

ZÁVĚR

Ve složení mléka stanoveném třemi analyzátory (CombiFoss a MilkoScan a NIRMaster) se ukázala nejvyšší shoda v průměrných hodnotách sušiny, menší shoda u bílkovin a laktózy. Poměrně spolehlivé výsledky poskytly analyzátory i v případě hodnot bodu mrznutí. Ačkoliv průměrné hodnoty PSB stanovené třemi přístroji (CombiFoss, Horizon, DeLaval) byly i po logaritmické transformaci značné, korelační analýza prokázala poměrně těsné závislosti. Pro další využití přístrojů by bylo vhodné nejprve zohlednit výsledky měření referenčních (kalibračních) standardů, příp. zúčastnit se testů mezilaboratorního porovnávání.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství ČR (NAZV ZEMĚ QK1910174) a Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (GAJU 005/2022/Z). Autoři zároveň děkují společnosti MILCOM servis a.s. za zapůjčení přístroje MilkoScan™ Mars 6.

LITERATURA

Bahadi, M., Ismail, A. A., Vasseur, E. (2021): Fourier transform infrared spectroscopy as a tool to study milk composition changes in dairy cows attributed to housing modifications to improve animal welfare. *Foods*, 10, 450.

Bonfatti, V., Vicario, D., Degano, L., Lugo, A., Carnier, P. (2017): Comparison between direct and indirect methods for exploiting Fourier transform spectral information in estimation of breeding values for fine composition and technological properties of milk. *Journal of Dairy Science*, 100, 2057–2067.

BÜCHI Labortechnik. (2023): NIRMasteTM3000. BÜCHI Labortechnik: Flawil, Švýcarsko. [online]. [cit. 2023-07-02].

Dostupné z: <https://www.donserv.pl/files/959756424/images-dbnirmastertechnicalen1109-140522-1.pdf>.

Davis, R. and Mauer, L. J. (2010): Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy. A rapid tool for detection and analysis of foodborne pathogenic bacteria. In: Mendez-Vilas, A. (Ed.), *Current research, technology and education topics in applied microbiology and microbial biotechnology*, vol. II. Formatex research center, 1582–1594.

DeLaval. (2023): DeLaval Cell Counter (DCC). Hamilton, New Zealand. [online]. [cit. 2023-07-02]. Dostupné z: <https://www.delaval.com/en-nz/milking-essentials/milking-accessories/occ-dcc/delaval-cell-counter-dcc/>.

De Marchi, M., Toffanin, V., Cassandro, M., Penasa, M. (2014): Invited review: Mid-infrared spectroscopy as phenotyping tool for milk traits. *American Dairy Science Association*, 97(3): 1171–1186.

EkomilkHorizon. (2023): Stara Zagora, Bulgaria. Ekomilk Horizon ESSENTIAL [online]. [cit. 2023-10-02].

Dostupné z: <https://ekomilkhorizon.com/products/milk-analyzers/ekomilk-horizon-essential>.

- FOSS. (2023a): CombiFoss™ 7. FOSS: Hillerød, Danmark. [online]. [cit. 2023-07-02]. Dostupné z: https://www.milcomservis.cz/images/letaky/CombiFoss_7.pdf.
- FOSS. (2023b): MilkoScan™ Mars 6. FOSS: Hillerød, Danmark. [online]. [cit. 2023-07-02]. Dostupné z: https://www.milcomservis.cz/images/letaky/MilkoScan_Mars.pdf.
- Gengler, N., Soyeurt, H., Dehareng, F., Bastin, C., Colinet, F., Hammami, H., Vanrobays, M. L., Lainé, A., Vanderick, S., Grelet, C., Vanlierde, A., Froidmont, E., Dardenne, P. (2016): Capitalizing on fine milk composition for breeding and management of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 99(5): 4071–4079.
- Grelet, C., Bastin, C., Gelé, M., Davière, J. B., Johan, M., Werner, A., Reding, R., Fernandez Pierna, J. A., Colinet, F. G., Dardenne, P., Gengler, N., Soyeurt, H., Dehareng, F. (2016): Development of Fourier transform mid-infrared calibrations to predict acetone, β -hydroxybutyrate, and citrate contents in bovine milk through a European dairy network. *Journal of Dairy Science*, 99, 4816–4825.
- Hanuš, O., Sojková, K., Hanušová, K., Samková, E., Hronek, M., Hyšpler, R., Kopecký, J., Jedelská, R. (2011): An experimental comparison of methods for somatic cell count determination in milk of various species of mammals *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 59(1): 67–82.
- Hanuš, O., Říha, J., Samková, E., Ledvina, D., Chládek, G., Kučera, J., Kopecký, J. (2014): A comparison of result reliability for investigation of milk composition by alternative analytical methods in Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 62(5): 929–937.
- Kala, R., Samková, E., Pecová, L., Hanuš, O., Sekmokas, K., Riaukienė, D. (2018): An overview of determination of milk fat: development, quality control measures and application. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66(4): 1055–1064.

Kala, R., Samková, E., Hanuš, O., Pecová, L., Sekmokas, K., Riaukienė, D. (2019): Milk protein analysis: an overview of the methods - development and application. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 67(1): 345–359.

Karageorgou, E., Christoforidou, S., Ioannidou, M., Psomas, E., Samouris, G. (2018): Detection of β -lactams and chloramphenicol residues in raw milk—development and application of an HPLC-DAD method in comparison with microbial inhibition assays. *Foods*, 7(6): 82.

Palii, A. P., Handola, Yu.M., Shevchenko, I. O., Stotskyi, A. O., Stotskyi, O. G., Sereda, A. I., Levkin, D. A., Ulko, L. G., Shkromada, O. I., Paliy, A. P. (2021): Effect of various milking equipment on milk ejection in high-yielding cows. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11(1): 18–24.

Rahman, A., Ghazali, M.A.B., Windarsih, A., Irnawati, Riyanto, S., Yusof, F. M., Mustafa, S. (2020): Comprehensive review on application of FTIR spectroscopy coupled with chemometrics for authentication analysis of fats and oils in the food products. *Molecules*, 25(22): 5485.

Ribeiro, D. C. S. Z., Neto, H. A., Lima, J. S., Sampaio, D. C., Keller, K. M., Campos, S. V. A., Oliveira, D. A., Fonseca, L. M. (2023): Determination of the lactose content in low-lactose milk by spectroscopy FTIR and convolutional neural network. *Heliyon*, 9 (1): e12898.

Samková E., Špička J., Hanuš O., Roubal P., Pecová L., Hasoňová L., Smetana P., Klimešová M., Čítek J. (2020): Comparison of fatty acid proportions determined by mid-infrared spectroscopy and gas chromatography in bulk and individual milk samples. *Animals*, 10(6): 1095.

Kontaktní adresa: Ing. Karolína Hálová, Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice, Česká republika, e-mail: halovk03@zf.jcu.cz

**MONITORING MALONDIALDEHYDU A TVB-N V MÄSE PSTRUHA
DÚHOVÉHO (3,5KG) POČAS 2. MESIACOV SKLADOVANIA
V MRAZIARENSKÝCH PODMIENKACH**

**MONITORING OF MALONDIALDEHYDE AND TVB-N IN RAINBOW
TROUT MEAT (3.5KG) DURING 2. MONTHS OF STORAGE
IN FREEZER CONDITIONS**

**Peter Herc¹ – Juraj Čuboň¹ – Matej Čech¹ – Peter Haščík¹ – Lukáš Jurčaga¹
Marek Bobko¹ – Andrea Mesárošová¹ – Miroslav Kročko¹**

**¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU Nitra,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra**

ABSTRAKT

Mäso rýb patrí svojim zložením patrí medzi ľahko stráviteľné potraviny, a preto je vhodné aj na diétne stravovanie. Vyznačuje sa vysokým obsahom nenасыtených mastných kyselín a bielkovín, ktoré ale rýchlo podliehajú degradácii. Cieľom práce bolo monitorovať vplyv skladovania v mraziarenských podmienkach (-18°C) počas 2 mesiacov skladovania na tvorbu malondialdehydu a TVB-N (celkový prchavý zásaditý dusík). Do experimentu bol zaradený pstruh dúhový nad 3,5 kg (n=10). Po zabíí boli odobrané vzorky z každej ryby následne boli merané počiatocné hodnoty malondialdehydu a TVB-N. Po prvom meraní boli vzorky uskladnené do mrazničky (-18°C) a po 1. a 2. mesiaci skladovania prebehli merania obsahu malondialdehydu a TVB-N. Koncentrácia malondialdehydu a TVB-N mala počas skladovania stúpajúci charakter. Hodnota malondialdehydu nameraná po dvoch mesiacoch u pstruha dúhového nad 3,5kg bola preukazne vyššia $P \leq 0,05$ ($0,662 \pm 0,138$ mg.kg⁻¹) ako počiatocná koncentrácia ($0,336 \pm 0,242$ mg.kg⁻¹). Koncentrácia TVB-N po dvoch mesiacoch skladovania u pstruha dúhového nad 3,5 kg bola vyššia $5,75 \pm 0,584$ mg.100g⁻¹ ako po zabíí avšak nie preukazne.

Kľúčové slová: ryby, mäso, malondialdehyd, TVB-N, degradácia, oxidácia

ABSTRACT

Due to its composition, fish meat belongs to easily digestible foods, which is why it is also suitable for dieting. It is characterized by a high content of unsaturated fatty acids

and proteins, which, however, are quickly subject to degradation. The aim of the work was to monitor the effect of storage in freezer conditions (-18°C) during 2 months of storage on the formation of malondialdehyde and TVB-N (total volatile alkaline nitrogen). Rainbow trout over 3.5 kg (n=10) were included in the experiment. After killing, samples were taken from each fish, then the initial values of malondialdehyde and TVB-N were measured. After the first measurement, the samples were stored in a freezer (-18°C) and after the 1st and 2nd months of storage, the malondialdehyde and TVB-N content were measured. The concentration of malondialdehyde and TVB-N increased during storage. The value of malondialdehyde measured after two months in rainbow trout over 3.5 kg was demonstrably higher $P \leq 0.05$ ($0.662 \pm 0.138 \text{ mg.kg}^{-1}$) than the initial concentration ($0.336 \pm 0.242 \text{ mg.kg}^{-1}$). The concentration of TVB-N after two months of storage in rainbow trout over 3.5 kg was higher by $5.75 \pm 0.584 \text{ mg.100g}^{-1}$ than after slaughter, but not conclusively.

Keywords: fish, meat, malondialdehyde, TVB-N, degradation, oxidation

ÚVOD

Bielkoviny, tuky, minerály a vitamíny sú dôležité makro a mikroživiny, ktoré sú zodpovedné za to, že rybie mäso má vysokú nutričnú hodnotu. V porovnaní s inými zdrojmi bielkovín sú tieto nutrienty lepšie využiteľné z rybieho mäsa z rastlinnej alebo inej živočíšnej stravy (Balami et al., 2019; Tacon a Metian, 2013). Okrem toho, že ryby sú zdrojom potravy, fungujú aj ako prevencia pred rôznymi civilizačnými ochoreniami (Abraha et al., 2019). Mäso a ryby sú tiež cenným zdrojom základných stopových prvkov (meď, železo, jód, mangán, selén, vápnik, fosfor a zinok), väčšiny vitamínov skupiny B, A, D3 a B12. Obsah základných výživných látok v mäse a rybách závisí od mnohých faktorov (Smet, 2012; Lund, 2013).

Ryby sú hlavným zdrojom n-3 PUFA, majú vyvážené zloženie aminokyselín, obsahujú vysoký podiel taurínu a cholínu. Bielkovinový komplex, ktorý sa nachádza v mäse rýb sa už dlho považuje za bielkoviny s vysokou nutričnou hodnotou. Konzumácia rýb má

a pozitívny vplyv na ľudské zdravie vďaka obsahu esenciálnych aminokyselín a mastných kyselín. Okrem toho niektoré amíny, ako spermin a spermidín sú veľmi dôležité ako prevencia rakoviny (Wang et al., 2017). Bielkoviny tohto živočíšneho druhu obsahujú esenciálne aminokyseliny, ktoré sú vo vyváženom a priaznivom pomere pre človeka. (Buchtová, 2001). Koncentrácia aminokyselín v rybom mäse a ich stráviteľnosť je vysoká a to až 85–95%. Rybí proteín je zodpovedný najmä za budovanie a regeneráciu svalového tkaniva, zlepšuje imunitu a kvalitu krvi (Arumugam et al., 2016). Ryby, sladkovodné aj morské, sú mimoriadne bohatým zdrojom polynenasýtených mastných kyselín určených na ľudskú konzumáciu. Morské druhy rýb sa zvyčajne vyznačujú vysokou hladinou n-3 PUFA, najmä EPA a DHA, čo z nich robí vynikajúci zdroj týchto živín v strave človeka (Xiyang, 2020). Zloženie mastných kyselín v rybách sa líši v závislosti od faktorov, ako sú druh ryby, strava a faktory prostredia, ako je slanosť, teplota, ročné obdobie, geografická poloha a či ide o ryby voľne žijúce alebo chované ryby (Balami et al., 2019). Počas skladovania a prepravy dochádza k znehodnocovaniu mäsa rýb prostredníctvom mikrobiálnych a enzymatických reakcií. Chemické a biologické zmeny vyvolané pôsobením enzýmov, najmä proteáz. V záujme zachovania kvality mäsa rýb by mala byť minimalizovaná degradácia proteínov sprostredkovaných proteázami. Okrem bežne používaných spôsobov konzervácie, ako je napríklad mrazenie alebo chladenie, sa môžu použiť prísady, ktoré znižujú aktivitu proteázy. Na získanie prvotriednej kvality rybieho mäsa a výrobkov z neho sa môžu použiť potravinové inhibítory proteázy (PI) (Singh, Benjakul, 2018). Proteázy, ktoré hydrolyzujú peptidové väzby bielkovín, je možné rozdeliť do 2 podtried podľa miesta štiepenia: endopeptidázy a exopeptidázy (García-Carreño, 1992). Endopeptidázy štiepia peptidové väzby na vnútorných peptidových väzbách, zatiaľ čo exopeptidázy hydrolyzujú peptidové väzby na amino alebo karboxylových koncoch (Sternlicht, Werb, 2001). Obsah celkového prchavého bázičského dusíka (TVB-N) je zásadný priamy ukazovateľ hodnotenia čerstvosti a bezpečnosti mäsa. TVB-N je látka obsahujúca alkalický dusík, ktorá sa vytvára rozkladom bielkovín v dôsledku enzymatickej degradácie a mikrobiálny účinok počas

zhodnocovania potravín na báze zvierat. TVB-N v mäse obsahuje amoniak, trimetylamin a dimetylamin. Počas kazenia sa môže TVB-N kombinovať s rozkladateľnými organickými kyselinami, za vzniku soli základného dusíka ($+ \text{NH}_4 \cdot \text{R}-$), ktorá sa môže zvýšiť obsah TVB-N v mäse (Li et al., 2019). Celkový obsah prchavého bázeického dusíka (TVB-N) v mäse je kľúčovým faktorom pri meraní kvality mäsa a takisto jeho čerstvosti počas skladovania (Lee et al., 2018). Degradácia tukov sa začína získaním produktu čiže pri mäse usmrtením zvierat a končí sa konzumáciou. Proces degradácie ovplyvňuje skladovanie, spracovanie, manipulácia a preprava, preto by sa mali pri týchto úkonoch dbať na kontrolu ideálnych podmienok (Dominguez et al., 2019). Oxidačné reakcie nielen znižujú výživovú hodnotu mäsa v dôsledku straty nevyhnutných látok, mastných kyselín a vitamínov. Ďalej sem patria zmeny farby, textúry a vzhľadu, vône a chuti, ktoré ovplyvňujú senzorické vnímanie spotrebiteľa (Purinos et al., 2011). Zloženie mastných kyselín je rozhodujúci faktor pri tvorbe malondialdehydu a je dôležitejšie ako celkový obsah tuku (Min et al., 2008). V chudom mäse (s veľmi nízkym obsahom intramuskulárneho tuku) je obsiahnuté vysoké percento fosfolipidov a je veľmi citlivé na oxidáciu (Cheng, 2016). Vytvorené produkty oxidáciou môžeme deliť na primárne a sekundárne, ktoré sú ďalej ukazovateľmi oxidácie. Primárne produkty oxidácie sú napríklad hydroperoxidy a konjugované diény (Niki et al., 2005). Malondialdehyd (MDA), čo je trojuhlíkatá zlúčenina, ktorá vzniká po štiepení peroxidovaných PUFA, je jedným z hlavných produktov peroxidácie lipidov. V dôsledku toho dochádza v oxidácii lipidov k podstatnému množstvu aldehydov (Pereira, Abreu, 2018). Schopnosť MDA meniť rôzne biologické makromolekuly môže prispievať k jeho toxicite a jeho mutagénym a karcinogénym vlastnostiam. (Reitznerová et al., 2017).

MATERIÁL A METODIKA

Na analýzu bol použitý pstruh dúhový do 3,5 kg (2–3 roky). Uvedená váha rýb je už po spracovaní. Z každého jedinca (10 jedincov) boli odobraté vzorky z chrbtovej svaloviny. Ryby boli usmrtené a spracované v spracovni spoločnosti podľa platnej legislatívy:

- Omráčenie – elektricky,
- pitvanie – a pstruh do 3,5 kg (ručne),
- umytie rýb od nečistôt vodou,
- rýchle schladenie v šupinkovom ľade,
- odobratie vzoriek a prvá analýza,
- skladovanie (-18°C).

Kŕmna zmes

Na výkrm pstruhov do 3,5 kg bolo použité krmivo EFICO E 921 Adv od výrobcu BioMar. Chemické zloženie EFICO Enviro 921: proteín 47 %, tuk 26 %, sacharidy (NFE) 12,7%, hrubá vláknina 0,8%, popol 7,5%, stráviteľná energia 21,2 MJ/kg

Analýza oxidačnej stability stanovením koncentrácie malondialdehydu

Princíp: spektrofotometrické stanovenie farebného komplexu, ktorý vzniká reakciou 2 molekúl TBA a MDA pri vlnovej dĺžke 532 nm.

Postup:

- Naváženie 1,5g pomletej vzorky do 50 ml centrifugačnej skúmavky
- prídavok 1 ml EDTA (komplexotvorné činidlo) + premiešanie
- prídavok 5 ml 0,8 % BHT + premiešanie
- pred homogenizáciou prídavok 8 ml 5 % TCA
- homogenizácia 30 sekúnd 10 000 ot.min⁻¹
- odstátie vzorky 10 min a následná centrifugácia 5 minút (3 500 x g, 4 °C)
- Odstránenie hexánovej vrstvy po centrifugácii a následná filtrácia vzorky
- doplnenie do 10 ml 5 % TCA
- prídavok 1ml TBA k 4 ml vzorky
- inkubácia vo vodnom kúpeli 90 min pri teplote 70 °C.
- ochladenie a temperácia na izbovú teplotu 45 min.
- extinkcia vzoriek na UV – VIS spektrofotometri pri vlnovej dĺžke 532 nm
- prepočítanie získaných údajov a stanovenie koncentrácie malondialdehydu v mg.kg⁻¹

Stanovenie celkových prchavých dusíkatých zásad (TVB-N) detiláciou vodnou parou a následnou titráciou (Nariadenie Komisie (ES) č. 2074/2005, Kapitola III)

Postup:

- Extrakcia prchavých dusíkatých zásad zo vzorky zhomogenizovaného mäsa použitím roztoku 0,6 mol l⁻¹ kyseliny chloristej.
- Destilácia extraktu vodnou parou a zachytenie prchavých zásaditých zložiek do nádrže na kyslý absorbent
- Stanovenie koncentrácie TVB-N titráciou absorbovaných zásaditých látok použitím Tashiro indikátora.

Titráciou roztoku v zbernej nádobke s kyselinou chlorovodíkovou, sa vypočítala koncentrácia TVB-N.

$$\text{TVB-N (mg 100g}^{-1}\text{)} = V_1 - V_0 \times 0,14 \times 2 \times 100M$$

V_1 = objem roztoku 0,01 mol kyseliny chlorovodíkovej v ml na vzorku,

V_0 = objem roztoku 0,01 mol kyseliny chlorovodíkovej v ml na slepý pokus,

M = hmotnosť vzorky v g.

Štatistická analýza

Jednotlivé analyzované parametre sme spracovali pomocou programov Microsoft Excel a GraphPad Prism 6 (GraphPad Software, San Diego, USA). Na analýzu sme použili Turkey multiple comparisons test a pomocou t-testu sme určili odchýlky na štyroch hladinách preukaznosti $P = 0,05; 0,01; 0,001$ a $0,0001$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah malondialdehydu sa v prvý deň po zabíí rýb pohyboval v rozmedzí 0,101–0,756 mg.kg⁻¹. Koncentrácia malondialdehydu v druhom mesiaci bola priemerne 0,583 mg.kg⁻¹. Počas posledného mesiaca skladovania, sme zaznamenali signifikantné ($P \leq 0,05$) zvýšenie oproti prvému mesiacu. Koncentrácia MDA v rybom mäse je v štúdií (Secii, Parisi, 2016) 1,2 mg.100g⁻¹ čo . Monitoring obsahu TVB-N v mäse pstruha dúhového počas skladovania ukázal, že sa jeho obsah v závislosti od dĺžky skladovania

nepreukazne zvýšil. V štúdií Emire et al. (2010) zaznamenali nárast koncentrácie TVB-N z $12,04 \pm 0,48$ na $21,75 \pm 0,35$ mg N.100g⁻¹. Popelka et al. (2014) uvádzajú, že obsah TVB-N v čerstvom mäse pstruha dúhového bol až $16,35 \pm 1,737$ mg.100g⁻¹.

Tabuľka 1: Obsah malondialdehydu (MDA) v mäse pstruha dúhového (3,5kg) počas dvoch mesiacov skladovania (mg.kg⁻¹)

Doba skladovania	1 meranie	1 mesiac	2 mesiac
Minimum	0,101	0,286	0,473
Priemer	0,336	0,583	0,662*
Maximum	0,756	0,810	0,911
SD	0,242	0,188	0,138
CV (%)	0,794	0,355	0,229

SD = smerodajná odchýlka; CV = koeficient variácie (%); * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001; *1.deň/1.mesiac; *1.deň/2.mesiac; *1.mesiac/2.mesiac

Tabuľka 2: Obsah celkového prchavého zásaditého dusíka (TVB-N) v mäse pstruha dúhového počas dvoch mesiacov skladovania (mg.100g⁻¹)

Doba skladovania	1 meranie	1 mesiac	2 mesiac
Minimum	4,6	5,1	5,0
Priemer	5,42	5,70	5,75
Maximum	6,5	6,3	6,7
SD	0,565	0,356	0,584
CV (%)	10,43	6,24	10,15

SD = smerodajná odchýlka; CV = koeficient variácie (%); * P≤0,05; ** P≤0,01; *** P≤0,001; *1.deň/1.mesiac; *1.deň/2.mesiac; *1.mesiac/2.mesiac

ZÁVER

Cieľom našej práce bolo sledovanie vybraných degradačných produktov počas skladovania rýb v mraze počas dvoch mesiacov od zabitia. Na základe dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že aj pri skladovaní v mraze (-18°C) dochádza k degradácii sledovaných parametrov a zhoršeniu kvality mäsa. Oxidácia tukov a degradácia bielkovín môže vo veľkej miere spôsobiť senzorickú neprijateľnosť mäsa po akomkoľvek skladovaní.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla aj vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

Abraha, B., Admassu, H., Mahmud, A., Tsighe, N., Shui, X. W., Fang, Y. (2018): Effect of processing methods on nutritional and physico-chemical composition of fish: a review. *MOJ Food Processing & Technology*, 6(4).

Arumugam, S., Sigamani, S., Samikannu, M., Perumal, M. (2016): Assemblages of phytoplankton diversity in different zonation of Muthupet mangroves. *Regional Studies in Marine Science*, 3, 234–241.

Balami, S., Sharma, A., Karn, R. (2019): Significance of nutritional value of fish for human.

Buchtová, H. (2001): Hygiena a technologie zpracování ryb a ostatních vodních živočichů: Alimentární onemocnění z ryb; Mrazírenství. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinární hygieny a ekologie. ISBN 80-7305-401-9, 164.

Dominguez, R., Pateiro, M., Gagaouna, M., Barba, J. F., Zhang, W., Lorenzo, J. M. (2019): A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. In *Antioxidants*, vol 8, no.10, 429. ISSN 2076-3921.

Emire, S. A., Gebremariam, M. M. (2010): Influence of frozen period on the proximate composition and microbiological quality of Nile tilapia fish (*Oreochromis niloticus*). In *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 34, 743–757.

Garcia Carreno, F. L., Hernandez Cortes, P. M., Haard, F. N. (1994): Enzymes with Peptidase and Proteinase Activity from the Digestive Systems of a Freshwater and a Marine Decapod. In *Journal of Agricultural and Food Science*, vol 42, no. 7, 1456–1461. ISSN 1520-5118.

Health. *Malaysian journal of halal research*, 2(2), 32–34.

Cheng, J. (2016): Lipid Oxidation in Meat. In *Journal of Nutrition and Food science* [online], vol 6, no. 3, 3. ISSN 2155-9600.

Lee, H., Kim, M. S., Lee, W. H., Cho, B. K. (2018): Determination of the total volatile basic nitrogen (TVB-N) content in pork meat using hyperspectral fluorescence imaging. In *Sensors and Actuators B: Chemical*, vol 259, 532–539. ISSN 0925-4005.

Li, Y., Tang, X., Shen, Z., Dong, J. (2019): Prediction of total volatile basic nitrogen (TVB-N) content of chilled beef for freshness evaluation by using viscoelasticity based on airflow and laser technique. In *Food Chemistry*, vol 287, 126–132. ISSN 0308-8146.

Lund, E. K. (2013): Health benefits of seafood; Is it just the fatty acids? *Food Chemistry*, 140(3), 413–420.

Min, B., Nam, K. C., Cordray, J., Ahn, D. U. (2008): Endogenous Factors Affecting Oxidative Stability of Beef Loin, Pork Loin, and Chicken Breast and Thigh Meats. . In *Journal of Food science*, vol 73, no. 6, 439–446. ISSN 1750-3841.

Niki, E., Yoshida, Y., Saito, Y., Noguchi, N. (2005): ba In *Biochemical and Biophysical Research Communications*, vol 338, no. 1, 668–676. ISSN 0006-291X.

Pereira, F.A. L., Abreu, G. K. V. (2018): Lipid Peroxidation in Meat and Meat Products. *IntechOpen*,

Popelka, P., Nagy, J., Pipová, M., Marinčák, S., Lenhardt, I. (2014): Comparison of chemical, microbiological and histological in fresh, frozen and double frozen rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In *ACTA VET. BRNO*, vol. 83, 157–161.

Purinos, L., Bermudes, R., Franco, D., Carballo, J. (2011): Development of Volatile Compounds during the Manufacture of Dry-Cured “Lacón,” a Spanish Traditional Meat Product. In *Journal of Food science*, vol 76, no. 1, 89–97. ISSN 1750-3841 .

Reitznerová, A., Šuleková, M., Nagy, J., Marcincak, S. (2017): Lipid Peroxidation Process in Meat and Meat Products: A Comparison Study of Malondialdehyde Determination between Modified 2-Thiobarbituric Acid Spectrophotometric Method and Reverse-Phase High-Performance Liquid Chromatography. In *Molecules*, vol 22, no 11, 1988. ISSN 1420–3049.

Secci, G., Parisi, G. (2016): From farm to fork: lipid oxidation in fish products. A review. *Italian Journal of Animal Science*, 15(1), 124–136.

Singh, A., Benjakul, S. (2018): Proteolysis and Its Control Using Protease Inhibitors in Fish and Fish Products: A Review. In *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* , vol 17, no. 2, 496–509. ISSN 1541-4337.

Smet, D. S. (2012): Meat, poultry, and fish composition: Strategies for optimizing human intake of essential nutrients In *Animal Frontiers*, vol 2, no. 4, 10–16. ISSN 2160-6064.

Sternlicht, M. D., Werb, Z. (2001): How Matrix Metalloproteinases Regulate Cell Behavior. In *Annual Review of Cell and Developmental Biology*, vol 17, 463–516. ISSN 1081-0706.

Tacon, A. G. J., Metian, M. (2013): Fish Matters: Importance of Aquatic Foods in Human Nutrition and Global Food Supply. *Reviews in Fisheries Science*, 21(1), 22–38.

Wang, C., Ruan, P., Zhao, Y., Li, X., Wang, J., Wu, X., Xie, S. (2016): Spermidine/spermine N1-acetyltransferase regulates cell growth and metastasis via AKT/ β -catenin signaling pathways in hepatocellular and colorectal carcinoma cells. *Oncotarget*, 8(1), 1092–1109.

Xiyang, Z., Xi, N., Xiaoxiao, H., Xian, S., Xinjian, Y., Yuanxiong, Ch., Ri-Qing, Y., Yuping, W. (2020): Fatty acid composition analyses of commercially important fish species from the Pearl River Estuary, China. In PLoS One, vol 15, no. 1, ISSN 1932-6203.

Kontaktná adresa: Ing. Peter Herc, Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xhercp@uniag.sk

EVALUATION OF ANTIOXIDANT ACTIVITY OF FRUIT USING FIA-ECD AND COMPARISON OF THE EFFECT OF CULTIVATION CONDITIONS (ECO, IMP)

Aleš Horna¹ – Kateřina Veselá¹

¹RADANAL s.r.o.

Okružní 613, 530 01 Pardubice, Czech Republic

ABSTRACT

This work discusses the use of flow injection analysis in conjunction with multi-channel electrochemical detection (FIA-ECD) to evaluate the antioxidant activity of fruits, specifically cherries, blackcurrants, redcurrants, white currants, green gooseberries and red gooseberries analysed in 2021 and apples analysed in 2022. The effect of cultivation in organic (ECO; BIO) and chemical protection mode (IPM = Integrated Protection Mode) was also monitored. FIA-ECD proved to be a fast and reliable tool for monitoring the antioxidant activity of the submitted samples.

Keywords: antioxidants, cherry, currant, gooseberry, apple, flow injection analysis

INTRODUCTION

Antioxidants such as polyphenolic compounds have proven benefits for human health, especially anticarcinogenic and anti-inflammatory effects, as they eliminate oxidative stress caused by free radicals. The determination of total antioxidant activity is one way how to compare biological and nutritional value of fruits. Because the effect of antioxidants is not isolated but synergistic it is preferable to determine their content in fruit as the overall quantity with total antioxidant activity. This approach we also use to evaluate the antioxidant activity of fruit at our institute.

In addition to the total antioxidant activity, the effect of fruit cultivation regime was also evaluated, when the same varieties were grown in two different regimes, namely in organic (ECO; BIO) mode without pesticides and in chemical protection mode (IPM = Integrated Protection Mode).

The FIA-ECD method (flow injection analysis coupled with multichannel electrochemical detection using a CoulArray multichannel electrochemical detector (ESA, Inc, Chelmsford, MA, USA)) was used to evaluate the antioxidant activity. We came to this method after more than 20 years of experience with electrochemical detection and liquid chromatography, and its development at RADANAL Ltd. has been ongoing since 2018. FIA-ECD can objectively assess differences in antioxidant content between different fruit samples. The main advantage of using FIA-ECD is the ability to measure a large number of samples in a short time.

With the FIA-ECD method, electroactive compounds are quantified based on the charge transferred at different potentials on the working electrodes and the total antioxidant activity is observed as the average of the total charge in μC calculated by automatic integration of the area under the curve.

MATERIAL AND METHODS

All fruit samples for the antioxidant activity evaluation in 2021 (Fig. 1), namely black currants, red currants, white currants, green gooseberries, red gooseberries and cherries, were delivered frozen. Before analysis, the fruit samples were thawed slowly at room temperature and without access to direct sunlight. Subsequently, a representative sample of 10 cleaned and deseeded cherries, 10 currant bunches and 10 deseeded gooseberries was selected and homogenized.

In 2022, an apple analysis was carried out (Fig. 1). All apple varieties were delivered fresh and were processed immediately after receipt. Representative sample of apples was created by quartering 4 apples of each variety, selecting one quarter of each apple and homogenizing it with the others.

All subsequent steps were identical in both years. The fruit homogenates were extracted in ultrasonic bath with 100 % methanol with the addition of 0,1 % formic acid, each sample was analysed in duplicate. The extracts were diluted 20 times with mobile phase consisted of a 0.05 M solution of potassium dihydrogen phosphate and acetonitrile in a 9:1 ratio. The diluted extracts were filtered, poured into vials, and then measured

with 3 replicate injections. The mobile phase flow rate was 1 ml/min and the volume injected was 10 μ l.

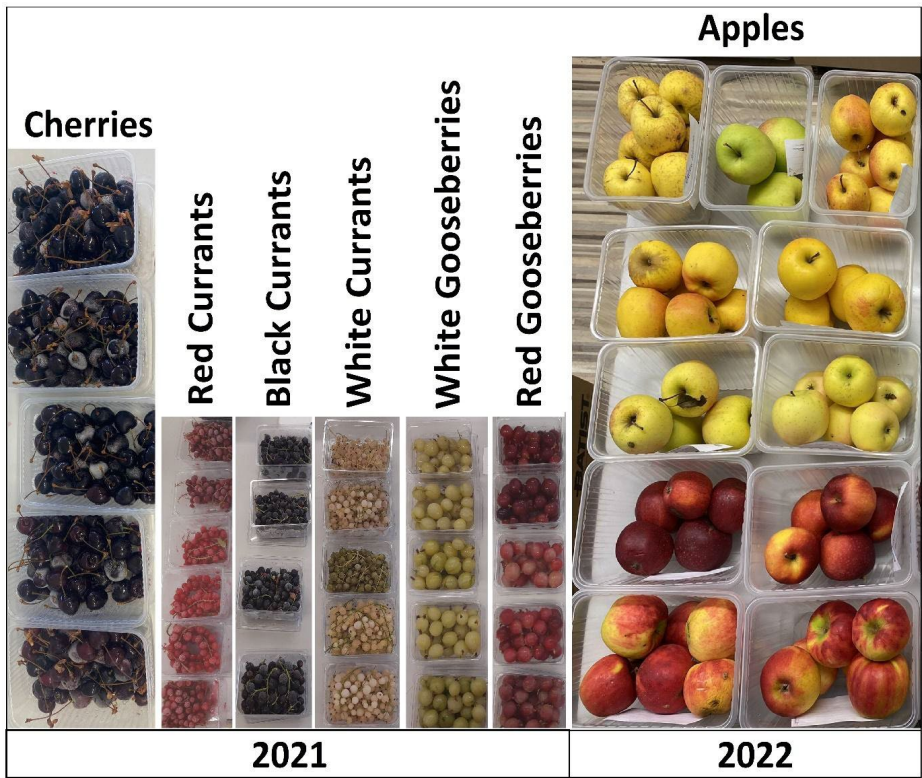


Figure 1: Fruit samples

The FIA method is based on the injection of a liquid sample into a mobile phase stream which brings it into the detector. The advantage of electrochemical detection is both high sensitivity and high selectivity. This means that FIA-ECD selectively monitors the content of electro-active substances in the injected sample and is not interfered with by other substances that are present in the extract in multiple amounts. The use of a multi-channel electrochemical detector (CoulArray detector), (Fig. 2) brings the additional advantage of being able to measure the surrender charge at 4 potentials of 200, 400, 600 and 800 mV of the coulometric cell, (Fig. 2) with working electrodes of porous graphite (220 nm) in conjunction with eight hydrogen-palladium reference

and eight auxiliary electrodes to maintain a stable potential at the working electrodes. To protect the porous graphite working electrodes, two in-line peek filters of 220 nm porosity were used to prevent the passage of insoluble particles into the electrochemical cell that could clog it.



Figure 2: A: FIA-ECD equipment with the CoulArray detector B: Coulometric cell model 6210 with in-line filters stored in a thermostatic organizer C: Cooled autosampler

By integrating the response peak areas (Fig. 3), the value of the charge transferred at the working electrodes by the electroactive substances at constant potential was obtained. Due to the porous graphite in the working electrodes, the coulometric efficiency of the measured charge transfer is achieved.

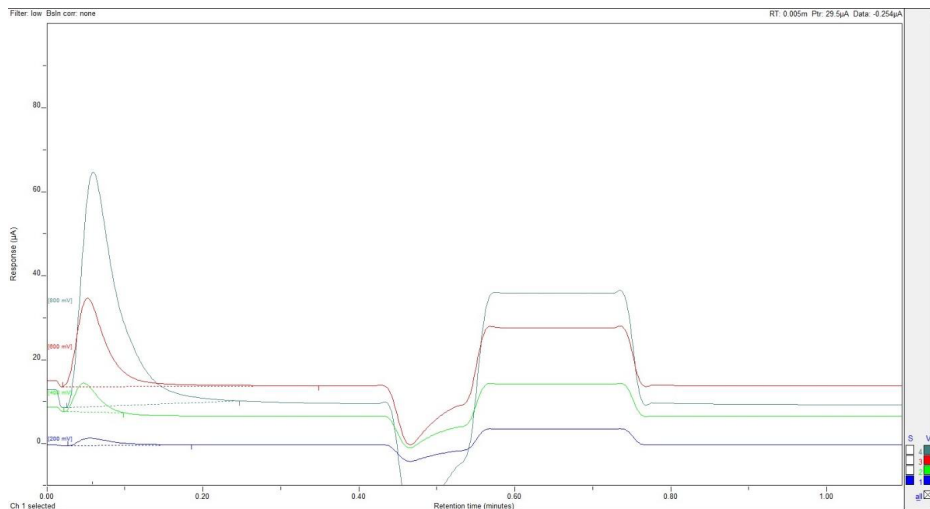


Figure 3: FIA/ECD analysis record at potentials 200, 400, 600, 800 mV

In (Fig. 3) is the FIA/ECD record of the analysis at the applied working potentials at 200, 400, 600, 800 mV. The current responses at the working electrodes induced by the injection of electroactive species are seen in time a). The area under the response curve corresponds to the magnitude of the charge transfer between the electroactive analytes and the working porous graphite electrode. In time step b), automatic electrochemical cleaning of the working electrode takes place by switching to a negative and then to a positive potential value. In time step (c), the signal is reset to baseline (autozero). The time sequence of each sequence is given in (Table I).

Table 1: Sequence of antioxidant activity measurements by the FIA/ECD method

Time (min)	Sequence
0,00–0,3	Injection, acquisition
0,45–0,55	Electrochemical cells cleaning
0,57	Baseline zeroing
1,10	Stop

RESULTS AND DISCUSSION

As can be seen in Figure 4, the antioxidant activity evaluation of fruit extractable substances took place over two years. The results from 2021, evaluating black currants, red currants, white currants, cherries, white gooseberries and green gooseberries showed, that currants have the highest antioxidant activity (Fig. 5), especially blackcurrants with an average value of 0.95 C/g for IPM grown samples (with integrated chemical protection) and 0.82 C/g for ECO (organically grown) samples. The sample of the cultivar Ben Hope grown under IPM regime showed the highest value 1.68 C/g.

Red currants ranged between 0.13 C/g (Jvt ECO) and 0.34 C/g (Junifer IPM) with average values of 0.22 C/g for IPM and 0.20 C/g for ECO. White currants ranged between 0.11 C/g (Viktoria IPM) and 0.66 C/g (Vilma IPM) with average values of 0.27 C/g for IPM and 0.21 C/g for ECO. The average values of blackcurrant are up to 4 times higher than the average values of red and white currants.

Lower antioxidant activity was observed in gooseberry samples (Fig.6), primarily in the two green gooseberry samples measured, with average values of 0.06 C/g for IPM and 0.09 C/g for ECO. Red gooseberries showed values slightly higher than the green gooseberries, ranging between 0.08 C/g (Remarka IPM) and 0.19 C/g (Hinnonmacki Rot ECO) with averages of 0.12 C/g for IPM and 0.10 C/g for ECO.

The antioxidant activity of cherries (Fig.7) ranged between 0.08 C/g (Helga ECO) and 0.5 C/g (Kordia ECO) with averages of 0.14 C/g for samples grown in IPM and 0.18 C/g for samples grown in the ECO regime.

In 2022, the antioxidant activity of apples was evaluated (Fig.8). Analysis showed values ranging from 0.027 C/g for the sample of the Idared variety grown in the Bilé Podolí Šenk location and in IPM mode to 0.174 C/g for the sample of the Golden Delicious variety grown in the Holovousy location and in ECO mode. Apples grown in ECO mode have an average antioxidant activity of 0.079 C/g and those grown in IPM mode with an average antioxidant activity of 0.054 C/g.

Antioxidant activity of all measured samples of fruit

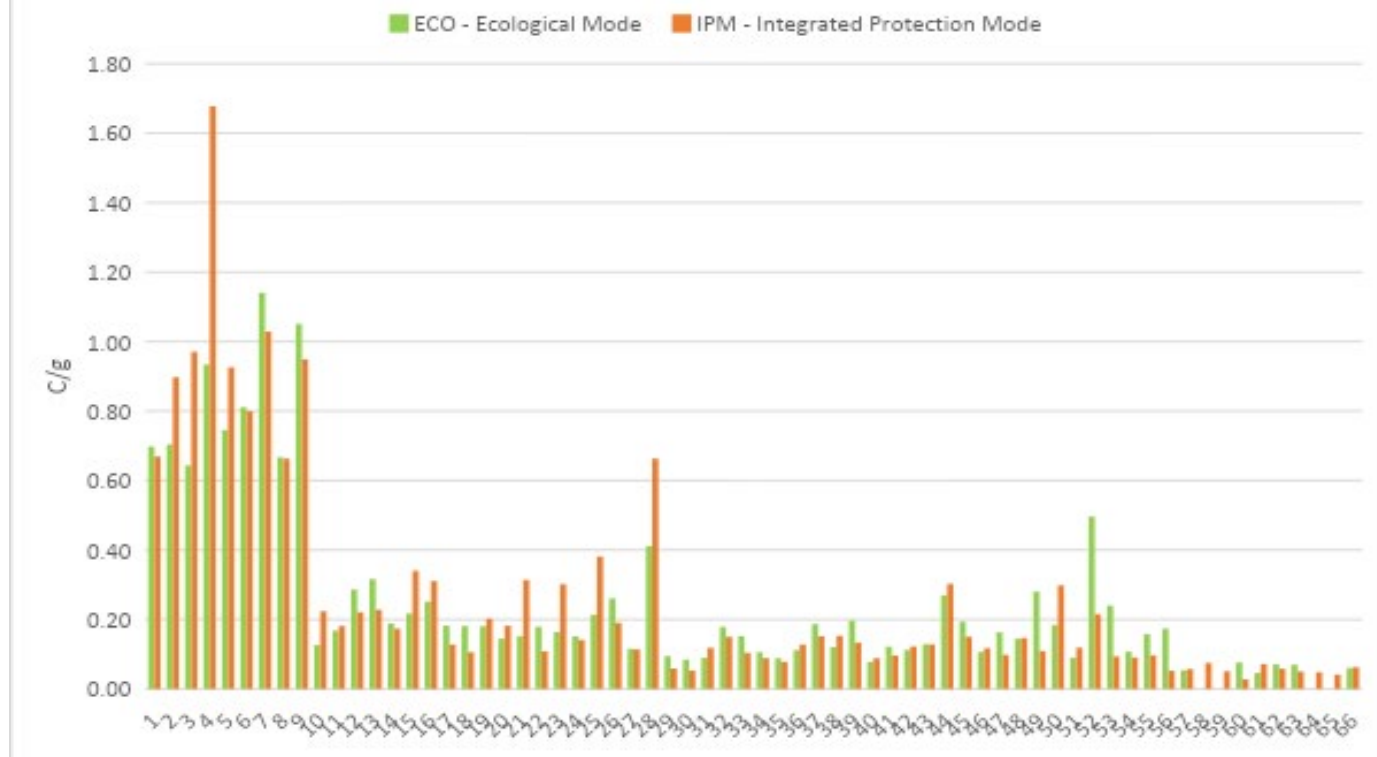


Figure 4: Antioxidant activity of all measured samples of fruit

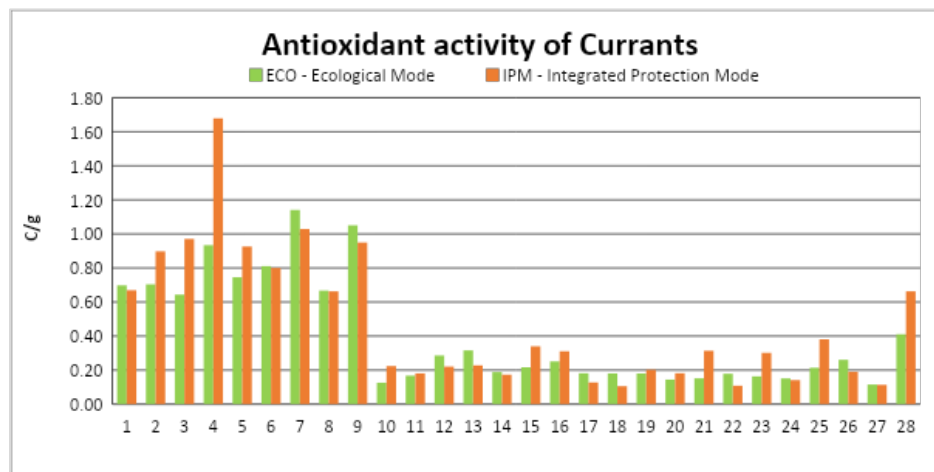


Figure 5: Antioxidant activity of Currants

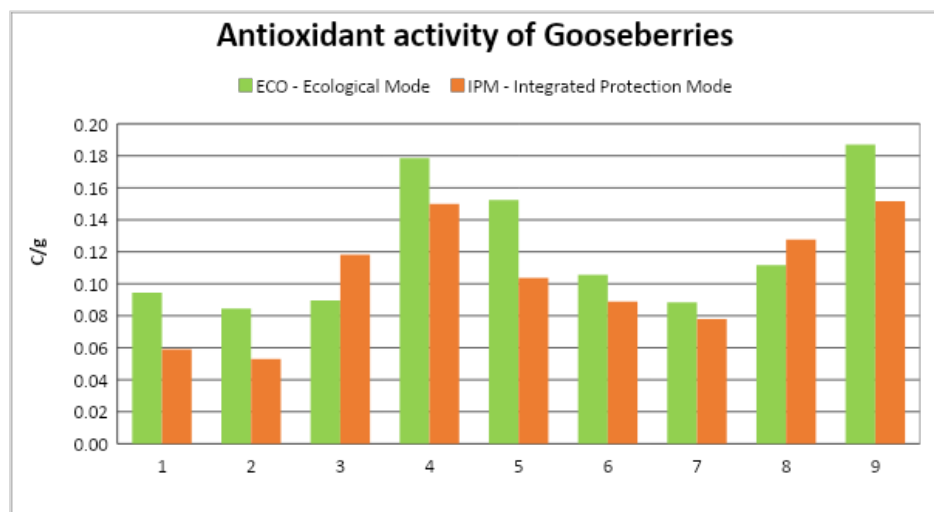


Figure 6: Antioxidant activity of Gooseberrie

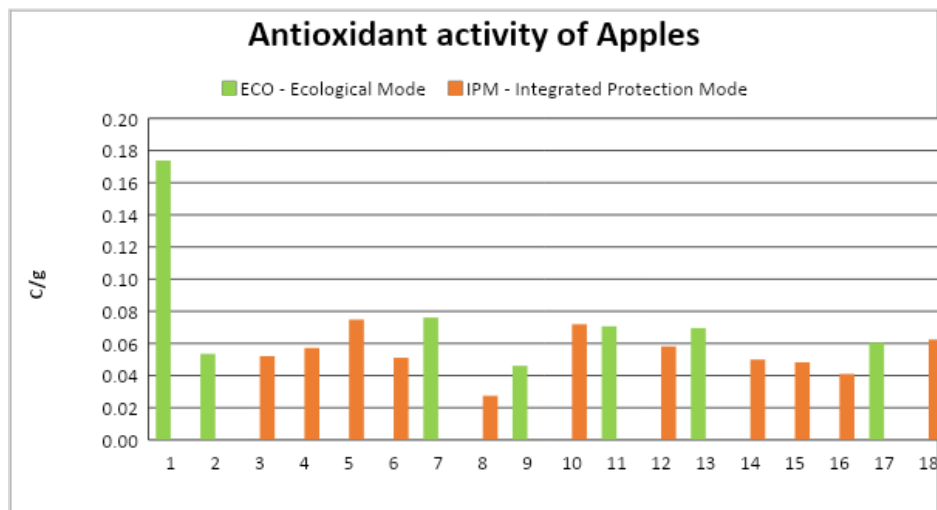


Figure 8: Antioxidant activity of Apples

Out of all 55 varieties of small fruit samples (currants, gooseberries, cherries) that were analysed in both ECO and IPM cultivation, 25 varieties showed higher values of antioxidant activity in ECO cultivation, 23 varieties had higher values in those with chemical protection and 7 varieties showed the same antioxidant activity in both ECO and IPM.

In the case of the apples antioxidant activity analysis, from 6 varieties, 3 have higher values for apples grown in ECO mode, 1 (Luna) has a higher value for those grown in IPM mode and 1 (Opal) shows similar values for the sheep mode of cultivation. The Golden Delicious variety shows an effect of cultivation location, as only one of the two ECO cultivation locations shows higher antioxidant activity, indeed the highest of all apple samples measured, but the second ECO cultivation location shows similar antioxidant activity to Golden Delicious grown in IPM mode.

CONCLUSIONS

Blackcurrant samples were found to have the highest antioxidant activity with an average value of 0.82 C/g for samples grown in ECO mode and 0.95 C/g for those grown in IPM mode. This average is almost 4 times higher than the average values of both red and white currants with 0.22 C/g for both IPM and ECO, 5 times higher than the average value of cherries with 0.14 C/g IPM and 0.18 C/g ECO, 8x higher than red gooseberries with 0.12 C/g IPM and 0.10 C/g ECO and up to 15x higher than green gooseberries with 0.06 C/g IPM and 0.09 C/g ECO and apples with averages of 0.079 C/g ECO and 0.054 C/g for IPM mode.

ACKNOWLEDGMENTS

The paper was prepared with the support of the project of the Ministry of Agriculture: Effectiveness of new techniques for regulating harmful factors in fruit growing QK1910296

Contact address: doc. Ing. Aleš Horna, CSc., RADANAL Ltd., Okružní 613, Pardubice, 530 03, +420 603440318, e-mail: info@radanal.cz

SLEDOVÁNÍ OBSAHU HISTAMINU A CELKOVÝCH BIOGENNÍCH AMINŮ V KOZÍCH A OVČÍCH ZRAJÍCÍCH SÝRECH

MONITORING OF HISTAMINE CONTENT AND TOTAL BIOGENIC AMINES IN GOAT AND SHEEP RIPENING CHEESES

**Silvia Jakabová¹ – Július Árvay¹– Lucia Benešová² –Peter Zajác¹ – Jozef Čapla¹
Jozef Čurlej¹ – Jozef Golian¹**

**¹Ústav potravinárstva, Fakulta Biotechnológie a Potravinárstva,
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A.Hlinku 2,
94976 Nitra, Slovenská republika**

**²Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska
univerzita v Nitre, Tr. A.Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská republika**

ABSTRAKT

V posledných rokoch je veľký záujem o biogénne amíny, ako je histamín, pretože sú spojené s kvalitou a bezpečnosťou určitých druhov fermentovaných potravín. Cieľom tejto štúdie bolo zhodnotiť obsah histamínu v zrejúcich kozích a ovčích syroch, určených pre slovenský trh. Vzorky tvrdých syrov boli analyzované metódou HPLC po derivatizácii vzoriek dansylchloridom. Histamín bol prítomný v 54,5 % vzoriek a jeho obsah kolísal od nedetegovateľných množstiev po 16,4 mg.kg⁻¹. Vo vzorkách kozích syrov sa histamín nepozoroval, u ovčích syrov kolísal od 2,05 mg.kg⁻¹ do 16,4 mg.kg⁻¹. Celkový obsah biogénnych amínov sa pohyboval od 14,35 mg.kg⁻¹ do 1322,26 mg.kg⁻¹.

Kľúčové slová: kozí syr, ovčí syr, histamin, celkové biogenné amíny, HPLC-DAD

ABSTRACT

In recent years, there has been a great interest in biogenic amines such as histamine because they are associated with the quality and safety of certain types of fermented foods. The aim of this study was to evaluate the histamine content in ripening goat and sheep cheeses, intended for the Slovak market. Samples of hard and semi-hard cheeses were analysed by the HPLC method after derivatization of the samples with dansyl chloride. Histamine was present in 54,5% of samples and its content varied from non-detectable amounts to 16,4 mg.kg⁻¹. In the samples of goat cheeses, histamine was

not observed, in sheep cheeses varied from 2,05 mg.kg⁻¹ to 16,4 mg.kg⁻¹. The total content of biogenic amines ranged from 14.35 mg.kg⁻¹ to 1322.26 mg.kg⁻¹.

Keywords: goat cheese, sheep cheese, histamine, total biogenic amines, HPLC-DAD

ÚVOD

Biogénne amíny (BA) sú dusíkaté zlúčeniny s rôznorodou štruktúrou (Hernández-Jover et al., 1997; Durak-Dados, et al., 2020). Sú prítomné v širokom spektre potravinových produktov, vrátane rýb, rybích produktov, mäsových výrobkov, vajec, syrov, fermentovanej zeleniny, ovocia, sójových produktov, piva, vína, orechov a čokolády (Hernández-Jover et al., 1997; Özogul, Özogul, 2019; Durak-Dados, et al., 2020). Najvýznamnejšie biogénne amíny vyskytujúce sa v potravinách sú histamín (HIS), tyramín (TYR), putrescín (PUT), kadaverín (CAD), tryptamín (TRY) a β-fenetylamín (PHE) a pochádzajú z prekurzorových aminokyselín histidín, tyrozín, ornitín, lyzín tryptofán, respektíve fenylalanín. Môžu sa formovať pri dekarboxylácii aminokyselín a aminácii alebo transaminácii ketónov a aldehydov vplyvom bakteriálnych mikroorganizmov (Santos, 1996; Özogul, Özogul, 2019). Na bunkovej úrovni majú BA vplyv na syntézu proteínov, hormónov a alkaloidov. BA tiež ovplyvňujú replikáciu DNA a priepustnosť bunkovej membrány. Okrem toho sa podieľajú na regulácii telesnej teploty, krvného tlaku a mozgovej aktivity (Berthold, Nowosielska, 2008).

Biogénne amíny možno nájsť v akejkoľvek skupine potravín obsahujúcej bielkoviny. BA sú indikátory čerstvosti a vhodnosti na konzumáciu určitých potravín, a v určitých prípadoch zlepšujú organoleptické vlastnosti potravín. Aromatické aminokyseliny v zrejúcich syroch tryptofán, tyrozín, fenylalanín a histidín môžu byť tiež dekarboxylované na ich zodpovedajúce amíny (tryptamín, tyramín, 2-fenetylamín a histamín) sú aromaticky aktívne (Fox et al., 2017; Durak-Dados, et al., 2020). V rôznych zrejúcich syroch bolo zistených viacero amínov, ako je histamín, tyramín, kadaverín, putrescín, tryptamín a fenetylamín (Diaz-Cinco et al., 1992; Linares et al. 2011). Tvorba a hromadenie týchto zlúčenín v syre závisí od viacerých faktorov, ako je dostupnosť substrátu, pH, vodná aktivita a hustota baktérií atď. Fermentácia a zrenie

syrov stimuluje proteázy a peptidázy s následnou prítomnosťou malých peptidov a voľných aminokyselín. Mnoho faktorov môže poskytnúť vhodné podmienky pre tvorbu BA, ako je pH v rozmedzí od 5,0 do 6,5, vysoká vodná aktivita od 0,9 do 1,0 a dostupnosť pyridoxalfosfátu, ktorý je dôležitým kofaktorom pre aktivitu dekarboxyláz aminokyselín. Naopak, obsah tuku inhibuje proteolytické baktérie. Teploty fermentácie (25–44 °C) a zrenia syra (10–20 °C) môžu tiež podporovať proteolýzu (Benkerroum, 2016).

Biogénne amíny sú tiež dôležitým markerom hygienickej kvality potravín. Biogénne amíny v potravinách predstavujú potenciálne riziko pre verejné zdravie z dôvodu ich fyziologických a toxikologických účinkov. Konzumácia potravín obsahujúcich vysoké koncentrácie biogénnych amínov je spojená so zdravotnými rizikami (Ruiz-Capillas, Herrero, 2019; Özogul, Özogul, 2019). Vysoký obsah biogénnych amínov v potravine môže indikovať nedodržiavanie hygienických požiadaviek pri spracovaní surovín a prítomnosť početných nežiaducich baktérií (Alberto et al., 2002). V nefermentovaných potravinách sa prítomnosť biogénnych amínov nad určitú prirodzenú sa vyskytujúcu úroveň považuje za znak možnej mikrobiologickej kontaminácie (Durak-Dados et al., 2020). Biogénne amíny, ako je histamín a tyramín, vznikajú dekarboxyláciou aminokyselín počas normálneho procesu zrenia syra, ale sú častejšie spojené s prítomnosťou mikroorganizmov bakteriálneho kazenja. Histamín a tyramín môžu u citlivých osôb vyvolať otravu a ich prítomnosť v syre je potrebné kontrolovať (O'Callaghan et al., 2017). V niektorých druhoch syrov je hladina biogénnych amínov počas zrenia vysoká na začiatku procesu a potom klesá. Túto zmenu možno využiť na posúdenie stupňa zrelosti týchto produktov (Diaz-Cinco et al., 1992; Rak, 2005). Pre zlepšenie kvality a bezpečnosti potravín je preto dôležité poznať vlastnosti biogénnych amínov, podmienky ich formovania a ich vplyv na zdravie konzumentov. Cieľom príspevku je zhodnotenie obsahu histamínu v kozích a ovčích zrejúcich tvrdých syroch určených na slovenský trh.

MATERIÁL A METODIKA

Chemikálie

Zásobný roztok štandardu histamínu bol pripravený rozpustením 100 mg štandardu histamínu (histamín dihydrochlorid, $\geq 99\%$, Merck KGaA, Darmstadt, Nemecko) v 100 ml deionizovanej vody (koncentrace štandardu každého z aminorov $1 \text{ mg} \cdot \text{ml}^{-1}$). Pracovný roztok sa získal z 0,5 ml zásobného roztoku zriedením na objem 50 ml. Ako extrakčné činidlo bola použitá 0,1 M HCl (pripravená z 35 % HCl p.a., Centralchem, Bratislava, Slovensko). Derivatizačné činidlo sa pripravilo rozpustením 50 mg dansylchloridu (DCI; 1-dimethyl-aminonafalen-5-sulfonylchlorid, $\geq 99\%$, Merck KGaA, Darmstadt, Nemecko) v acetóne (Chromasolv, $\geq 99\%$, Sigma-Aldrich, Darmstadt, Nemecko). Ďalšie použité roztoky boli: nasýtený roztok Na_2CO_3 (p.a., Centralchem, Bratislava, Slovensko), ktorého pH sa upravilo hydroxidom sodným na hodnotu 11,2; 10 mM roztok amoniaku (p.a., Centralchem, Bratislava, Slovensko; roztok bol pripravený rozpustením 1,48 ml 26% roztoku amoniaku v 1 dm^3 deionizovanej vody); dietyléter ($\geq 99\%$, Sigma-Aldrich, Darmstadt, Nemecko); acetonitril (Chromasolv, $\geq 99,9\%$, Sigma-Aldrich, Darmstadt, Nemecko).

Vzorky

Vzorky syrov sa získali od výrobcov v rámci súťaže hodnotenia syrov na výstave Agrokomplex 2022. Vzorky syrov patrili do kategórie zrejúcich tvrdých a polotvrdých syrov. Charakteristika vzoriek je v tabuľke 1.

Príprava vzoriek

Vzorky syrov sa extrahovali a derivatizovali mierne modifikovanou metodikou podľa autorov Komprda et al. (2014) a Dadáková et al. (2009). Vzorky nastrúhaných syrov s hmotnosťou $2,0 \pm 0,01 \text{ g}$ sa odvážili do 50 ml polypropylénových centrifugačných skúmaviek. Pridalo sa 20 ml HCl (0,1 M) a 0,5 ml roztoku vnútorného štandardu 1,7-diaminoheptánu. Vzorky sa homogenizovali pomocou dezintegrátora, následne sa odstredili pri 4°C 15 min. a supernatant sa prefiltroval cez filter (KA-1, Perštein, Česká republika) a následne sa prefiltroval cez striekačkový filter (PVDF, $0,22 \mu\text{m}$ s priemerom 25mm, Q-Max, Frisenette, Knebel). 1 ml extraktu sa odobral

na derivatizáciu do hnedých vialiek s celkovým objemom 12 ml, pridali sme 0,5 ml nasýteného roztoku Na_2CO_3 (pH=11,2) vzorka sa premiešala na vortexe počas a po 1 min sa pridal 1 ml derivatizačného činidla. Zmes sa miešala na vortexe 1 minútu. Následne sa vialky umiestnili do termostatu na dobu 60 min, kde prebiehala derivatizácia pri teplote 40 °C, pričom sme vzorku periodicky pretrepali v 15 min. intervaloch. Po ukončení derivatizačnej reakcie bola zmes ponechaná v kľude 15 min, pridalo sa 250 μl 10 mM roztoku amoniaku za účelom odstránenia nezreagovaného DCl, zmes sa opäť pretrepala 1 min a poté ponechána v kľude 30 min. Deriváty BA sa extrahovali 1 ml dietyléteru. Organická fáza sa odobrala do vialiek a odparila sa v prúde dusíka. Pevný podiel sa rekonštruoval v 0,5 ml acetonitrilu. Následne boli vzorky použité na HPLC stanovenie.

Tabuľka 1: Charakteristika vzoriek tvrdých a polotvrdých kozích a ovčích syrov

Kategória	Označenie vzorky	Typ syra
Syry z kozieho mlieka polotvrde a tvrdé zreúce	B3.1	Kozí syr zrejúci mladý
	B3.2	Kozí syr zrejúci polotvrдый
	B3.3	Kozí syr tvrdý
Syry z ovčieho mlieka polotvrde a tvrdé zreúce	C3.1	Ovčí syr zrejúci tvrdý
	C3.2	Ovčí syr zrejúci
	C3.3	Ovčí syr zrejúci tvrdý 12 mes.
	C3.4	Ovčí syr zrejúci tvrdý 3 mes.
	C3.5	Ovčí syr zrejúci
	C3.6	Ovčí syr zrejúci 20 mes.
Parené syry (bez rozdielu druhu mlieka)	D1.2	Ovčie nite parené neúdené
	D1.4	Ovčí oštiepok neúdený

HPLC separácia

Separácia prebehla pri gradientovej elúcii $\text{H}_2\text{O}/\text{ACN}$ (doba elúcie 25 min: H_2O 35 –0 %; ACN 65–100 %) na kolóne Zorbax Eclipse XDB C18 (150 mm x 3,0 mm, veľkosť častíc 3,5 μm) s predkolónou Agilent EC-C18 (30 mm x 4,6 mm, veľkosť častíc 2,7 μm) pri prietoku 0,6 $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$. Údaje sa zberali pri 254 nm a na identifikáciu

histamínu a ostatných biogénnych amínov sa použil retenčný čas štandardu a UV-VIS spektrum. Koncentrácia histamínu sa vyjadrila v mg.kg^{-1} pôvodnej hmoty syra.

Vyhodnotenie

Výsledky obsahu histamínu a celkového obsahu biogénnych amínov (súčet obsahov biogénnych amínov tryptamín, 2-fenyletylamín, kadaverin, histamín, tyramín, spermidín, spermin) sa vyjadrili v mg.kg^{-1} . Spracovanie výsledkov sa realizovalo s použitím programu Excel.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky obsahu histamínu a celkového obsahu biogénnych amínov (súčet obsahov biogénnych amínov tryptamín, 2-fenyletylamín, kadaverin, histamín, tyramín, spermidín, spermin) sú sumarizované v tabuľke 2.

Tabuľka 2: Obsah histamínu a celkových biogénnych amínov v tvrdých a polotvrdých kozích a ovčích syroch

Vzorka	Histamín (mg.kg^{-1})		Celkové množstvo biogénnych amínov (mg.kg^{-1})	
	priemer	SD	priemer	SD
B3.1	ND		15,03	0,97
B3.2	ND		16,40	0,01
B3.3	ND		91,23	13,39
C3.1	2,05	0,01	41,00	0,01
C3.2	10,25	0,01	830,94	16,77
C3.3	68,68	0,84	1160,65	3,38
C3.4	2,05	0,01	121,29	1,28
C3.5	15,38	0,84	1322,26	51,50
C3.6	ND		85,08	13,83
D1.2	ND		48,18	0,01
D1.4	7,18	0,01	14,35	0,01
priemer	9,60		340,58	
medián	2,05		74,83	

Z výsledkov vyplýva, že histamín bol prítomný v 54,5% vzoriek, pričom jeho priemerný obsah sa pohyboval vo vzorkách od nedetekovateľných množstiev

až po 68,68 mg.kg⁻¹. Najvyšší priemerný obsah histamínu sme zistili u vzorky C3.3 ovčieho tvrdého 12 mesiacov zrejúceho syra (68,68 mg.kg⁻¹). Všeobecne histamín nebol zistený vo vzorkách kozieho syra, v ovčom syre zrejúcom 20 mesiacov a v ovčích nitiach parených. Vyššie koncentrácie biogénnych amínov sa vo všeobecnosti nachádzajú vo fermentovaných alebo zrejúcich syroch. Kandasamy et al. (2021) zistili, že celkové hladiny BA v čerstvých syroch z farmy sa pohybovali od 11,21 do 62,1 mg.kg⁻¹, zatiaľ čo v zrejúcich syroch sa pohybovali medzi 257,7 a 384,3 mg.kg⁻¹, čo ukazuje postupný nárast počas obdobia zrenia. Údaje zozbierané v stanovisku Európskeho úradu pre bezpečnosť potravín (EFSA) uvádzajú maximálny obsah histamínu a tyramínu v čerstvých a tvrdých syroch, čo zodpovedá 119 a 1240 mg.kg⁻¹ a 457 a 1450 mg.kg⁻¹ (EFSA, 2011). Analyzované vzorky v našom prieskume mali obsahy oboch biogénnych amínov pod uvedenými prípustnými hodnotami. Celkové množstvo biogénnych amínov (ako súčet všetkých analyzovaných amínov) sa pohybovalo od 14,35 mg.kg⁻¹ po 1322,26 mg.kg⁻¹. Dominantnými biogénnymi amínmi boli tyramín, tryptamín a 2-fenyletylamín, ktoré sa najmä vo vzorke C3.3 a C3.5 podieľali na 100 násobne vyšších celkových koncentráciách BA v porovnaní s kozími syrmi.

Dicakova et al. (2004) uvádzajú množstvá biogénnych amínov v syroch sa od nedetegovateľných hladín až po 2 500 mg.kg⁻¹ (histamín), 2 210 mg.kg⁻¹ (tyramín), 300 mg.kg⁻¹ (tryptamín), 1 390 mg.kg⁻¹ (kadaverín) a 684 mg.kg⁻¹ (putrescín). V ovčích syroch sa zistili autori Durak-Dados, et al. (2020).histamín, kadaverín, tyramín a putrescín, hoci v nižších hladinách (13–52 mg.kg⁻¹). Vo väčšine testovaných syrov však autori uvádzajú, že sa nachádzalo v 1 kg menej ako 10 mg biogénnych amínov. V tvrdých a polotvrdých syroch uvádzajú O'Callaghan et al. (2017) priemerný obsah histamínu 100–110 mg.kg⁻¹ v syroch typu cheddar a ementál, nižšie koncentrácie boli stanovené v syroch typu eidam a gouda (35 mg.kg⁻¹). Mayer a Fiechter (2018) uvádzajú v práci priemerný obsah histamínu 204,9 mg.kg⁻¹ v tvrdých syroch a 38,3 mg.kg⁻¹ v polotvrdých syroch. Renes et al. (2021) zistili v ovčích syroch najvyššie zastúpenie (viac ako 90 % celkového obsahu biogénnych amínov) histamínu a tyramínu,

s výnimkou letných syrov po 100 dňoch zrenia, v ktorých bol hlavným biogénnym amínom kadaverín (25,87 %), po ktorom nasledoval tyramín (25,00 %) a histamín (18,20 %). Tieto 3 biogénne amíny boli prítomné vo všetkých vzorkách.

Renes et al. (2021) uvádzajú v ovčích syroch ako dominantné biogénne amíny histamín a tyramín. V ovčích zrejúcich syroch Pecorino stanovili Schirone et al. (2012) obsah histamínu značne variabilný v rozmedzí od 7,70 do 25,30 mg.kg⁻¹ v syroch zrejúcich 4 mesiace. V syroch s 5 mesiacmi zrenia bol priemerný obsah histamínu 65,5 mg.kg⁻¹.

Priemerný obsah histamínu v kozích syroch z mlieka spracovaného pod vysokým tlakom bol 48.7 ± 19.3 mg.kg⁻¹ a z pasterizovaného mlieka 23.2 ± 5.1 mg.kg⁻¹, pričom ako dominantné biogénne amíny sa v syre vyskytovali z romatických amínov tyramín, histamín a 2-fenyletylamín a z diamínov najmä putrescín a kadaverín. Celkový obsah biogénnych amínov mal počas zrenia stúpajúcu tendenciu (Novella-Rodríguez et al., 2002).

Výsledky nášho prieskumu poukazujú, že obsahy biogénnych amínov sú v rozmedzí uvádzanom v dostupných literárnych zdrojoch a zároveň pri obsahu histamínu neboli hladiny tohoto biogénneho amínu vyššie jeho maximálny obsah, uvádzaný úradom pre bezpečnosť potravín (EFSA).

ZÁVER

Biogénne amíny patria k rizikovým látkam, ktoré sa v syroch vyskytujú vo vyšších koncentráciách, a z tohoto hľadiska je potrebné uvedený typ potravín sledovať. Analýza biogénnych amínov sa realizovala v tvrdých a polotvrdých kozích a ovčích syroch po extrakcii 0,1 M HCl a predkolónovej derivatizácii dansylchloridom metódou HPLC-DAD. Analyzované vzorky tvrdých a polotvrdých syrov vykazovali prítomnosť biogénnych amínov, pričom obsah histamínu bol stanovený u 54,5 % vzoriek. Nedetekovateľné množstvo sme zistili u všetkých vzoriek kozích syrov. Obsah histamínu neprekročil maximálny obsah histamínu, uvádzaný úradom pre bezpečnosť potravín (EFSA).

POĎAKOVANIE

Práca bola podporená grantmi VEGA 1/0276/18, APVV-19-0180. Poďakovanie patrí projektu Demand-driven research for the sustainable and innovative food, Drive-4SIFood 313011V336, spolufinancovaným Európskou úniou.

LITERATÚRA

Alberto, M. R., Arena, M. E., de Nadra, M. C. M. (2002): A comparative survey of two analytical methods for identification and quantification of biogenic amines. *Food control*, 13(2), 125–129.

Benkerroum, N. (2016): Biogenic amines in dairy products: Origin, incidence, and control means. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(4), 801–826.

Berthold, A., Nowosielska, D. (2008): Biogenic amines in food. *Medycyna Weterynaryjna*, 64(6), 745–748.

Dadáková, E., Pelikánová, T., Kalač, P. (2009): Content of biogenic amines and polyamines in some species of European wild-growing edible mushrooms. *European Food Research and Technology*, 230, 163–171.

Diaz-Cinco, M. E., Fraijo, O., Grajeda, P., Lozano-Taylor, J., de Mejia, E. G. (1992): Microbial and chemical analysis of Chihuahua cheese and relationship to histamine and tyramine. *Journal of Food Science*, 57(2), 355–356.

Dicakova, Z., Dudriková, E., Cabadaj, R. (2004): Biogenic amines in ewe's milk lump cheese and bryndza. *Bulletin of the Veterinary Institute in Puławy*, 48(1).

Durak-Dados, A., Michalski, M., Osek, J. (2020): Histamine and other biogenic amines in food. *Journal of veterinary research*, 64(2), 281–288.

EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). (2011): Scientific opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. *Efsa Journal*, 9(10), 2393.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., McSweeney, P. L., Kilcawley, K. N. (2017): Cheese flavour. In *Fundamentals of cheese science* (443–474). Academic Press. Academic Press. Boston, MA, USA: Springer.

Hernández-Jover, T., Izquierdo-Pulido, M., Veciana-Nogués, M. T., Mariné-Font, A., Vidal-Carou, M. C. (1997): Biogenic amine and polyamine contents in meat and meat products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(6), 2098–2102.

Kandasamy, S., Yoo, J., Yun, J., Kang, H. B., Seol, K. H., Ham, J. S. (2021): Quantitative analysis of biogenic amines in different cheese varieties obtained from the Korean domestic and retail markets. *Metabolites*, 11(1), 31.

Komprda, T., Dohnal, V., Cwiková, O. (2014): Chromatografické stanovení biogenních aminů a polyaminů ve zrajících sýrech. *Chemické listy*, 108(12), 1140–1144.

Linares, D. M., Martín, M., Ladero, V., Alvarez, M. A., Fernández, M. (2011): Biogenic amines in dairy products. *Critical reviews in food science and nutrition*, 51(7), 691–703.

Mayer, H. K., Fiechter, G. (2018): UHPLC analysis of biogenic amines in different cheese varieties. *Food Control*, 93, 9–16.

Novella-Rodríguez, S., Veciana-Nogués, M. T., Trujillo-Mesa, A. J., Vidal-Carou, M. C. (2002): Profile of biogenic amines in goat cheese made from pasteurized and pressurized milks. *Journal of Food Science*, 67(8), 2940–2944.

O'Brien, N. M., O'Connor, T. P. (2017): Nutritional aspects of cheese. In *Fundamentals of cheese science* (603–611). Academic Press. Boston, MA, USA: Springer.

O'Callaghan, Y.C., O'Connor, T.P., O'Brien N.M. (2017): Nutritional Aspects of Cheese (715–730). Academic Press. Boston, MA, USA: Springer. DOI 10.1007/978-1-4899-7681-9_20.

Özogul, Y., Özogul, F. (2019): Biogenic amines formation, toxicity, regulations in food. In *Biogenic Amines in Food: Analysis, Occurrence and Toxicity*, (Eds. Saad, B., Tofalo, R.) 329, ISBN: 978-1-78801-581-3, <https://doi.org/10.1039/9781788015813>

Rak, L. E. C. H. (2005): Biogénne aminy w serach. *Medycyna Wet*, 61, 391–393.

Renes, E., Fernández, D., Abarquero, D., Ladero, V., Álvarez, M. A., Tornadillo, M. E., Fresno, J. M. (2021): Effect of forage type, season, and ripening time on selected quality properties of sheep milk cheese. *Journal of Dairy Science*, 104(3), 2539–2552.

Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M. (2019): Impact of biogenic amines on food quality and safety. *Foods*, 8(2), 62.

Santos, M. S. (1996): Biogenic amines: their importance in foods. *International journal of food microbiology*, 29(2–3), 213–231.

Schirone, M., Tofalo, R., Visciano, P., Corsetti, A., Suzzi, G. (2012): Biogenic amines in Italian Pecorino cheese. *Frontiers in microbiology*, 3, 171.

Kontaktná adresa: prof. Ing. Jozef Golian, Dr., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Česká republika, e-mail: jozef.golian@uniag.sk

ZVÝŠENÍ MIKROBIÁLNÍ STABILITY A ÚDRŽNOSTI MASA POMOCÍ ANTIOXIDANTŮ Z CIBULOVÝCH SLUPEK A VLIV TOHOTO OŠETŘENÍ NA SENZORICKÉ VLASTNOSTI MASA

INCREASING THE MICROBIAL STABILITY AND SHELF LIFE OF MEAT USING ANTIOXIDANTS FROM ONION PEELS AND THE EFFECT OF THIS TREATMENT ON SENSORY PROPERTIES OF MEAT

Kateřina Janoušková¹ – Dana Jirotková¹ – Pavel Smetana¹

**¹Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů
Fakulta zemědělská a technologická, JU, Studentská 1668,
370 05 České Budějovice**

ABSTRAKT

Celý proces před porážkou, ale i po ní, představuje mnoho možností pro mikrobiální kontaminaci i přes dodržení všech hygienických zásad a pravidel. Z těchto důvodů se hledají možnosti, jak snížit povrchovou mikrobiální kontaminaci jatečně upravených těl skotu. Alternativou ke kyselině mléčné je použití přírodních antioxidantů z rostlin nebo rostlinných vedlejších produktů. V rámci této práce byl proveden experiment, čtvrtiny jatečně upravených těl skotu (n=10) byly bezprostředně před zchlazením ošetřeny různými způsoby pomocí extraktu ze slupek cibule, který vykazoval mikrobiální aktivitu. U jednotlivých čtvrtí jatečně upravených těl byl zkoumán vliv postřiku na senzorické vlastnosti. Nebyl statisticky prokázán žádný negativní vliv mezi úpravou a barvou masa. Ošetření byla statisticky významná ve vztahu ke vzhledu a šťavnatosti. Extrakt z cibulové slupky nepůsobí výrazně negativně na barvu a vůni syrového masa, ale může mít negativní vliv na jeho celkový vzhled. Získané výsledky mají potenciál pro další výzkum způsobu úpravy masa po porážce.

Klíčová slova: ošetření po porážce, extrakt z cibulových slupek, hovězí maso, barva masa, senzorická analýza

ABSTRACT

The whole process before slaughter, but also after it, presents many possibilities for microbial contamination despite compliance with all hygiene principles and rules.

For these reasons, possibilities are being sought to reduce the surface microbial contamination of cattle carcasses. An alternative to lactic acid is the use of natural antioxidants from plants or plant by-products. As part of this work, an experiment was carried out, quarters of cattle carcasses (n=10) were treated in different ways immediately before cooling, using an extract from onion skins, which showed microbial activity. The influence of spraying on sensory properties was investigated for individual quarters of carcasses. No negative effect between treatment and meat color was statistically proven. Treatments were statistically significant in relation to appearance and juiciness. Onion peel extract does not have a significantly negative effect on the color and smell of raw meat, but it can have a negative effect on its overall appearance. The obtained results have the potential for further research into the method of post-mortem treatment.

Keywords: post-mortem treatment, onion peel extract, beef, meat color, sensory analysis

ÚVOD

Během zrání masa může docházet k oxidačním procesům, které mohou být vnímány jako vady. Jedná se například o oxidaci hemových barviv a tuků, při níž dochází ke vzniku mnoha sloučenin, které způsobují negativní změny v senzorycké, nutriční a hygienické kvalitě. Z praktického hlediska je lze zpomalit použitím antioxidantů, které potlačí výše popsané změny v potravinách během dlouhodobého skladování nebo zahřívání.

Antioxidanty jsou látky, schopné přímo zachytávat reaktivní formy kyslíku, inhibovat produkci těchto forem nebo nepřímo působit jako pozitivní regulátor antioxidační obrany. Podle mechanismu účinku se člení na primární, sekundární, sekvestranty a lapače kyslíku (Bedrníček, 2020). Přírodní antioxidanty jsou do masných výrobků přidávány běžně. Řadí se mezi ně například oregano, extrakt z rozmarýnu, majoránky nebo šalvěje. Tyto přídavné složky zajišťují ve výrobku zejména stálost barvy, vůně, zpomalení oxidace tuků nebo bílkovin (Riberio et al., 2019). Gulcin (2020) uvádí, že již od 90. let 20. století se v jatečných provozech provádí ošetřování povrchu jatečně

upravených těl mléčnou kyselinou pro snížení jejich povrchové kontaminace. Do masných výrobků jsou řadu let používány syntetické antioxidanty butylovaný hydroxyanisol (BHA), butylovaný hydroxytoluen (BHT), terc-buthylhydrochinon (TBHQ) a propylgalát (PG), které však mohou mít při dlouhodobém působení negativní dopad (potravinové alergie, poruchy trávení) na lidský organismus (Gupta, 2011).

To, že cibule (*Allium cepa* L.) obsahuje antioxidační látky, bylo známo již dávno, a proto byla přidávána do masných výrobků pro zpomalení oxidace lipidů. Cibule je jednou z nejvíce konzumovaných zelenin a je důležitým zdrojem flavonoidů v lidské výživě. Bylo zjištěno, že vysoký obsah těchto látek je i v cibulových slupkách, považovaných za odpad. Obsahují velké množství bioaktivních sloučenin, zejména flavonoidů – kvercetin a jeho derivátů (např. glykosidy) a v případě červených odrůd i anthokyanů (Manoj et al., 2022; Bedrníček et al., 2019). Cibulové flavonoidy jsou prozkoumané z hlediska zdravotních přínosů (antioxidační, protizánětlivé, antimikrobiální a protirakovinné účinky) a prevence oxidativního stresu. Cibulové extrakty nebo sušený prášek mohou být přidávány jako funkční složka např. do pšeničného a bezlepkového chleba, masových karbanátků nebo uzenin ze strojně odděleného rybího masa (Bedrníček et al., 2020). Manoj et al. (2022) a Shabir et al. (2022) prokázali, že kvercetin z cibulových slupek působí jako antimikrobiální činidlo tím, že narušuje energetický metabolismus a funkce cytoplazmatické membrány a inhibuje biosyntézu nukleových kyselin několika kmenům *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Streptococcus pneumoniae* a *Staphylococcus pyogenes*.

V námi provedeném experimentu byl prokázán pozitivní vliv extraktu z cibulových slupek na snížení mikrobiálního zatížení povrchu jatečně upravených těl, otázkou však zůstává, zda toto ošetření nebude ovlivňovat i senzorké vlastnosti masa.

MATERIÁL A METODIKA

Výluh z cibulových slupek (1000 ml vody, 50 g cibulových slupek, 60 minut var) byl po zchlazení scezen a doplněn vodou na 1000 ml.

Jalovice plemene masný simental (10 kusů, n=10) o stáří 30 měsíců, které byly chovány extenzivně v podmínkách ekologického hospodářství, byly poraženy na certifikované ekologické porážce jatek Maso Brejcha, s.r.o.. Na jednotlivé hovězí čtvrtě kusů byly na konci porážkové linky (po zvážení a klasifikaci) aplikovány roztoky 1, 2 a 3 s různou koncentrací antioxidantních a mikrobistatických látek (tabulka 1) pomocí rozprašovače tak, aby celá plocha hovězí čtvrtě byla pokryta a aplikovaná látka nestékala. Levá zadní čtvrť z každého kusu byla vždy ponechána bez ošetření (tabulka 2).

Tabulka 1: Složení postřiků k ošetření hovězích čtvrtí

Roztok	Pitná voda (ml/1000 ml)	Kyselina mléčná (ml/1000 ml)	Výluh z cibulových slupek (ml/1000 ml)
1. ML	875	125	-
2. C	625	-	375
3. C+ML	565	60	375

Tabulka 2: Aplikace roztoků s antioxidanty a mikrobistatiky na jednotlivé hovězí čtvrtě

Hovězí čtvrť	levá zadní (LZ)	pravá zadní (PZ)	levá přední (LP)	pravá přední (PP)
Roztok	bez ošetření	ML	C	C+ML

Hovězí čtvrtě byly ihned po nastříkání roztoků přesunuty do chladírny s teplotou vzduchu +2 °C a relativní vlhkosti vzduchu 82 %rh. Po 12 dnech od porážky byly odebrány vzorky masa z vysokého roštěnce (MLLT – *musculus longissimus lumborum et thoracis*), vakuově zabaleny a nechány zrát dalších 10 dní v chladírně při teplotě +2 °C.

Na všech vzorcích byla primokultivací potvrzena masivnost mikrobiologické kontaminace mikrokoky. Hodnota CPM (v KTJ – kolonie tvořící jednotky) (tabulka 3) byla řádově nižší u vzorků s ošetřením, nejnižší u vzorku ošetřeného kyselinou mléčnou $1,3 \cdot 10^2$ KTJ/cm², u ošetření zahrnující extrakt z cibulových slupek bylo množství v rádech 10^3 KTJ/cm², což je ale stále o řád nižší, než hodnota u vzorku referenčního $3,1 \cdot 10^4$ KTJ/cm².

Tabulka 3: Celkový počet mikroorganismů (KTJ/cm²) na povrchu hovězích čtvrtí (n=10)

	6. den od porážky	9. den od porážky
Roztok	CPM (KTJ/cm ²)	CPM (KTJ/cm ²)
bez ošetření	8,8x10 ¹	3,1x10 ⁴
ML	5,5x10 ¹	1,3x10 ²
C	8,7x10 ²	2,7x10 ³
ML+C	8x10 ¹	1,8x10 ³

Barva masa byla měřena na přenosném spektrofotometru ColorEye XTH (X-rite, Michigan, USA), systémem CIE pomocí hodnot L*, a*a b*. Z MLLT byl odkrojen plátek masa, který byl přes podložku přitlačen k měřicí ploše přístroje a 3x změřen. Z naměřených hodnot byl stanoven průměr.

Senzorické hodnocení proběhlo u skupiny 12 hodnotitelů pomocí senzorického skóre. Nejprve bylo masu z každé čtvrti přiřazeno číslo viz tabulka 4, poté byl zavakuovaný sáček otevřen a maso bylo rozděleno na jednotlivé vzorky. Vzorky masa byly rozmístěny na talíře a předloženy hodnotitelům.

Tabulka 4: Označení vzorků pro senzorickou analýzu

Číslo vzorku	Ošetření
62	bez
45	mléčná kyselina
37	extrakt cib. slupek
83	mléčná kyselina + extrakt cib. slupek

Každému hodnotiteli byl předložen talíř s čtyřmi vzorky a následně byl posuzován u tepelně neopracovaného masa vzhled, barva, rovnoměrnost barvy, celková příjemnost vůně, intenzita vůně a možná přítomnost cizí vůně. Pro senzorickou analýzu tepelně upravených vzorků masa bylo zavakuované maso ve vodní lázni temperováno po dobu 90 minut na teplotu 80 °C. Poté byly sáčky otevřeny a maso rozděleno na jednotlivé talíře stejně, jako tomu bylo u senzorické analýzy masa bez tepelného ošetření. Hodnocena byla konzistence, šťavnatost, příjemnost chuti, intenzita chuti a případná cizí chuť.

Statistická analýza dat byla provedena v programech Microsoft Excel 2019 a Statistica 12 CZ pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA) a pomocí Post hoc Tukey-HSD testu na hladině významnosti $p < 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Barva masa je jedním z důležitých ukazatelů kvality, spotřebitel často nakupuje podle vzhledu, a pokud se maso odlišuje od známého standardu, snižuje se zájem o koupi. Proto bylo nutné zjistit možné změny barvy u masa ošetřeného příslušnými postříky.



Obrázek 1: Barva masa

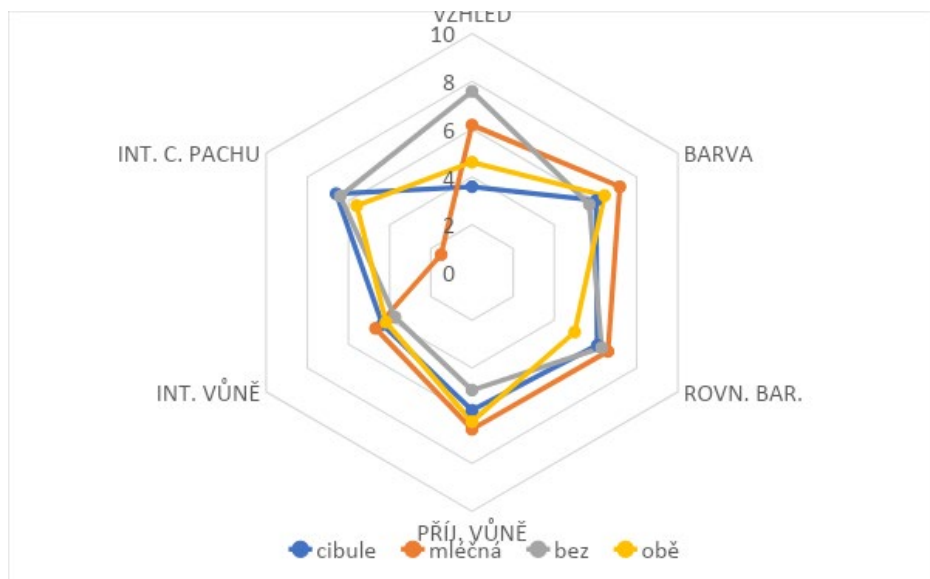
L* světlost (0 černá – 100 bílá), a* vztah červeno-zelené (v kladné ose je více červená, v záporné zelená), b* vztah žluto-modré (kladná osa žlutá, záporná modrá), B (referenční vzorek bez ošetření), ML (mléčná kyselina), C (extrakt z cibulových slupek), ML + C (mléčná kyselina + extrakt z cibulových slupek)

Wu et al. (2020) při pokusu na 14 vzorcích masa (7 vzorků bez vady DFD a 7 s hodnotou $\text{pH} > 6,1$) zjistili barvu u vzorků z MLLT bez vady DFD v průměru $L^* 39.34$, $a^* 26.51$ a $b^* 17.70$. V pokusu Rodríguez-Melcóna et al. (2017) barva hovězího masa při ošetření 2% roztokem kyseliny mléčné dosahovala po 120 hodinách hodnot $L^* 41.19 \pm 5.56$, $a^* 8.48 \pm 1.88$ a $b^* 14.77 \pm 3.05$. Námi zjištěné hodnoty se přibližují výše uvedeným poznatkům. Hodnoty a^* jsou nižší, což mohlo být způsobeno vyšší tučností masa způsobené vyšším stářím poraženého kusu. Aplikace mléčné kyseliny, výluhu z cibulových slupek ani kombinace obou nemá statisticky významný vliv na barvu masa u všech parametrů (L^* , a^* , b^*).

Při senzorické analýze byla hodnocena vůně, barva, vzhled a chuť hovězího masa v závislosti na různém způsobu ošetření hovězích čtvrtí po porážce. Tyto vlastnosti byly posuzovány jak u syrového masa (s výjimkou chuti), tak po jeho tepelné úpravě. Vyhodnocení bylo důležité pro ověření, zda vzorky ošetřené roztoky s různým složením aktivních látek nebudou u hodnotitelů hodnoceny negativně, což je důležité pro producenty masa s ohledem na snížení zájmu ze strany spotřebitelů o takto ošetřené maso. V pokusu Rodríguez-Melcóna et al. (2017) s ošetřením hovězího masa různě koncentrovanými roztoky kyseliny mléčné členové panelu nebyli schopni najít žádné rozdíly v barvě a vůni mezi neošetřenými vzorky a vzorky ošetřenými 2%, 3% nebo 4% roztokem mléčné kyseliny. Při použití 5% roztoku mléčné kyseliny hodnotitelé poznali změnu barvy masa, kdy vzorky mírně zbělely a vykazovaly mírně kyselý zápach. Hana et al. (2021) zjistili, že při senzorické analýze masa ošetřeného roztoky kyselin, hodnotitelé všechny vzorky shledali v rozmezí přijatelnosti a ošetření kyselinou mléčnou nemělo negativní vliv na senzorické vlastnosti steaků z hovězího masa. V případě hodnocení syrového masa hodnotitelé lépe hodnotili maso až po otevření obalu a uvolnění těkavých látek pachu, ve srovnání se vzorky před otevřením. Je to pravděpodobně způsobeno barvou syrového masa, která striktně závisí na stavu myoglobinu. Poté, co je maso vystaveno 30minutovému pobytu na vzduchu, mění se barva masa z fialové na jasně červenou, kterou preferují spotřebitelé a vůně postupně mizí, což má za následek vyšší skóre.

Z Obrázku 2 lze vyčíst výsledky hodnocení u masa bez tepelné úpravy. U syrového masa byl nejprve hodnocen vzhled předložené svaloviny, který hodnotitelé v průměru hodnotili jako nejméně přijatelný u vzorku ošetřeného cibulovým extraktem, lépe byl hodnocen vzorek ošetřený mléčnou kyselinou + extraktem z cibulových slupek. Nejlépe byly hodnoceny vzorky neošetřené a ošetřené mléčnou kyselinou. Barva byla hodnocena jako světlejší nebo tmavší oproti požadavku jen u vzorku bez ošetření, ostatní byly označovány jako s celkem odpovídající barvou. U vzorku ošetřeného mléčnou kyselinou + extraktem z cibulových slupek byla barva označována jako jemně nerovnoměrná, u ostatních vzorků jako rovnoměrná. Vůni u referenčního vzorku

a ošetřeného extraktem z cibulových slupek označovali hodnotitelé jako málo výraznou, slabě typickou a méně čistou, ostatní dva vzorky jako vůni méně výraznou, ještě typickou a čistou. Intenzitu vůně hodnotitelé označovali za málo intenzivní u všech vzorků. Ošetření bylo statisticky významné pouze v případě vzhledu masa. Referenční vzorek bez ošetření se liší významně od čtvrti ošetřené extraktem z cibulových slupek a také od čtvrti ošetřené mléčnou kyselinou + extraktem z cibulových slupek. Čtvrť ošetřená mléčnou kyselinou se liší pouze od čtvrti ošetřené extraktem z cibulových slupek.

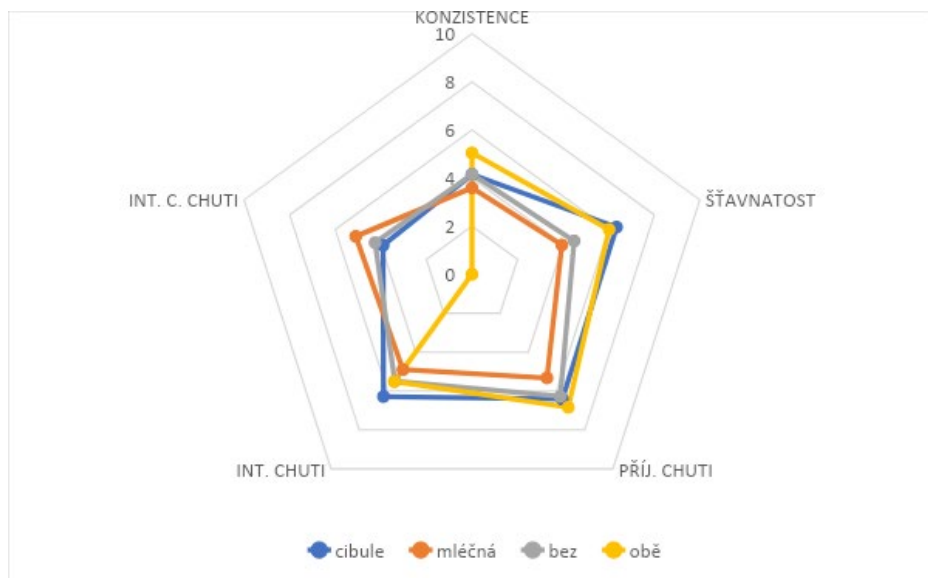


Obrázek 2: Výsledky senzoričké analýzy masa bez tepelné úpravy

cibule (extrakt z cibulových slupek), mléčná (mléčná kyselina), bez (referenční vzorek bez ošetření), obě (mléčná kyselina + extrakt z cibulových slupek)

Na obrázku 3 jsou uvedeny výsledky senzoričkého hodnocení masa po tepelné úpravě. U tepelně opracovaného masa hodnotitelé nejprve hodnotili konzistenci masa (křehkost, tvrdost, tuhost), kdy vzorek ošetřený mléčnou kyselinou označovali za tkáň tužší a méně křehkou a ostatní vzorky jako tkáň měkkou a křehkou, maso dle hodnotitelů bylo téměř

suché. Referenční vzorek byl hodnocen jako maso méně šťavnaté, ostatní dva vzorky jako maso šťavnaté.



Obrázek 3: Výsledky senzorického hodnocení masa po tepelné úpravě

cibule (extrakt z cibulových slupek), mléčná (mléčná kyselina), bez (referenční vzorek bez ošetření), obě (mléčná kyselina + extrakt z cibulových slupek)

Příjemnost chuti byla u masa ošetřeného mléčnou kyselinou označována jako málo výrazná, méně typická a se slabou cizí příchutí, ostatní vzorky byly s chutí méně výraznou, ještě typickou a bez znatelné cizí příchuti. Intenzita chuti byla u vzorku ošetřeného extraktem z cibulových slupek více intenzivní než u ostatních vzorků masa. Cizí chuť nebyla nalezena u vzorku ošetřeného mléčnou kyselinou + extraktem z cibulových slupek. Cizí chuť u vzorku ošetřeného extraktem z cibulových slupek cítil jen jeden hodnotitel, u vzorku ošetřeného mléčnou kyselinou tři hodnotitelé a u referenčního dva hodnotitelé.

ZÁVĚR

Výsledky experimentu prokázaly potenciál použití extraktu z cibulových slupek pro snížení celkového počtu mikroorganismů na povrchu hovězích čtvrtí. Jeho nespornou výhodou je biologická odbouratelnost a možnost využití v bioprodukci.

Statisticky nebyl prokázán vliv ošetření různými roztoky na barvu masa na konci zrání. U vzorků byly naměřeny nižší hodnoty a^* oproti standardní barvě hovězího masa, což mohlo být způsobeno zvýšeným množstvím tuku na povrchu vzorků díky vyššímu stáří zvířat.

Ošetření povrchu svaloviny bylo ve výsledcích zjištěných senzorickou analýzou statisticky významné pouze u znaků vzhled a šťavnatost. Nebyla detekována cizí vůně u žádného z předložených vzorků. Z těchto výsledků lze usoudit, že extrakt z cibulových slupek nemá výrazně negativní vliv na barvu a vůni syrového masa, ale může negativně působit na jeho celkový vzhled.

Použití extraktu z cibulových slupek na ošetření povrchu masa ve čtvrtích je inovativní postup, který dosud nebyl aplikován. Námi zjištěné výsledky ukazují antimikrobiální potenciál extraktu a případnou vhodnost použití nejen pro účinky antioxidační, ale i antimikrobiální. Nové možnosti ošetření povrchu jatečného těla vzbudily zájem jak u zpracovatele, tak u producentů hovězího masa. Zjištěné výsledky mají potenciál pro další výzkum metody ošetřování masa po porážce extrakty z přírodních látek s obsahem antioxidantů a jejich vlivu na prodloužení trvanlivosti masa.

PODĚKOVÁNÍ

Práce vznikla s podporou projektu Ministerstva zemědělství České republiky PRV 17/005/16220/232/000089 Vývoj inovativní technologie porážkové linky.

LITERATURA

Bedrníček, J., Kadlec, J., Laknerová, I., Mráz, J., Samková, E., Petrášková, E., Hasoňová, L., Vácha, F., Kron, V., Smetana, P. (2020): Onion Peel Powder as an Antioxidant-Rich Material for Sausages Prepared from Mechanically Separated Fish Meat. In *Antioxidants* [online], 9: 974 [cit. 2023-02-07]. eISSN 2076-3921. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/antiox9100974>.

Bedrníček, J. (2020): Obsah antioxidantu v surovinách a jejich stabilita v obohacených potravinách v závislosti na technologii výroby. Disertační práce. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. Vedoucí práce doc. Ing. Eva Samková, Ph.D., [cit. 2023-02-07]. Dostupné na: <https://theses.cz/id/qlenes/>.

Bedrníček, J., Paulíčková, I., Linhartová, Z., Kadlec, J., Samková, E., Bárta, J., Bártová, V., Mráz, J., Pešek, M., Winterová, R., Vrchotová, N., Triska, J., Smetana, P. (2019): Onion waste as a rich source of antioxidants for meat products. In *Czech Journal of Food Sciences* [online], 37(4): 268–275 [cit. 2023-02-07]. ISSN 1212-1800. Dostupné na: <https://doi.org/10.17221/68/2018-CJFS>.

Gulcin, İ. (2020): Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. In *Arch Toxicol* [online], 94: 651–715 [cit. 2023-02-06].

Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>.

Gupta, D. (2015): Methods for determination of antioxidant capacity: A review. In *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research* [online], 6: 546–566 [cit. 2023-02-07]. E-ISSN 0975-8232. Dostupné na: doi.: 10.13040/IJPSR.0975-8232.6(2).546-66.

Han, J., Liu, Y., Zhu, L., Liang, R., Dong, P., Niu, L., Hopkins, D. L., Luo, X., Zhang, Y. (2021): Effects of spraying lactic acid and peroxyacetic acid on the quality and microbial community dynamics of vacuum skin-packaged chilled beef during storage. In *Food Research International* [online], 142 [cit. 2023-02-08]. ISSN 0963-9969. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110205>.

Manoj, K., Mrunal, D. B., Muzaffar, H., Sneha, P., Sangram, D., Radha, Nadeem, R., Deepak, Ch., Pandiselvam, R., Anjineyulu, K., Maharishi, T., Varsha, S., Marisennayya, S., Anitha, T., Abhijit, D., Ali, A.S. S., Farouk, M. G., Ryszard, A., Mohamed, M. (2022): Onion (*Allium cepa* L.) peels: A review on bioactive compounds and biomedical activities. In *Biomedicine & Pharmacotherapy* [online], 146 [cit. 2023-02-07]. ISSN 0753-3322. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2021.112498>.

Ribeiro, J. S., Missão Cordeiro Santos, M. J., Silva, L. K. R., Lavinsky Pereira, L. C., Santos, I. A., Caetano da Silva Lannes, S., Viana da Silva, M. (2019): Natural antioxidants used in meat products: A brief review. In *Meat Science* [online], 148: 181–188 [cit. 2023-02-08]. ISSN 0309-1740.

Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.10.016>.

Rodríguez-Melcón, C., Alonso-Calleja, C., Capita, R. (2017): Lactic acid concentrations that reduce microbial load yet minimally impact colour and sensory characteristics of beef. In *Meat Science* [online], 129: 169–175 [cit. 2023-02-07]. ISSN 0309-1740. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.01.007>.

Savell, J. W., Mueller, S. L., Baird, B. E. (2005): The chilling of carcasses. In *Meat Science* [online], 70(3): 449–459 [cit. 2023-02-08]. ISSN 0309-1740. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.06.027>.

Shabir, I., Pandey, V. K., Dar, A. H., Pandiselvam, R., Manzoor, S., Mir, S. A., Shams, R., Dash, K. K., Fayaz, U., Khan, S. A., Jeevarathinam, G., Zhang, Y., Rusu, A. V., Trif, M. (2022): Nutritional Profile, Phytochemical Compounds, Biological Activities, and Utilisation of Onion Peel for Food Applications: A Review. In *Sustainability* [online], 14(11958) [cit. 2023-02-07]. eISSN 2071-1050. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/su141911958>.

Wu, S., Han, J. N., Liang, R. R., Dong, P. C., Zhu, L. X., Hopkins, D. L., Zhang, Y. M., Luo, X. (2020): Investigation of muscle-specific beef color stability at different ultimate pHs. In *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* [online], 33(12): 1999–2007 [cit. 2023-02-08]. ISSN 1011-2367. Dostupné na: <https://doi.org/10.5713/ajas.19.0943>

Kontaktní adresa: Ing. Kateřina Janoušková, Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Fakulta zemědělská a technologická, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice, Česká republika, e-mail: janouskova@fzt.jcu.cz

THE CHANGES IN THE TASTE PROFILE OF SMOKED PARENICA CHEESE USING THE TDS METHODOLOGY

ZMENY CHUŤOVÉHO PROFILU ÚDENÝCH PARENÍC VYUŽITÍM TDS METODIKY

Patrícia Joanidis¹ – Jana Štefániková¹ – Vladimír Vietoris²

¹AgroBioTech Research Centre, SUA in Nitra, Tr. A. Hlinku 2,
949 76 Nitra, Slovakia

²Institute of Food Sciences, Faculty of Biotechnology and Food Sciences,
SUA in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia

ABSTRACT

Parenica is a traditional cheese produced in Slovakia for centuries. Nowadays, there are dairies with automated production that ensures compliance with standards. Temporal dominance of sensations (TDS) is an easy sensory method used for evaluation of taste profile. In our study we used TDS for evaluation of taste profiles of 4 fresh and 1-week stored smoked parenica cheese produced in different dairies during 2 months. While performing TDS, panellists could choose from 8 sensory descriptors to identify the perceived taste. The taste profile of fresh samples evaluated in February consisted of smoked and salty taste descriptors with minor differences after 1-week storage. In April panellists identified fresh and stored samples as smoked, salty, and dairy. We confirmed that after 1 week of storage, the taste profiles of smoked parenica cheese can be maintained.

Keywords: smoked steamed cheese, cheese, pasta filata, temporal dominance of sensations

INTRODUCTION

In the last decades there has been an increase in dynamic sensory methods. Temporal dominance of sensations (TDS) is a rapid and simple technique enabling us to detect the “strongest” sensation during the evaluation time (Isac-Torrente et al., 2023). When using TDS methodology panellists are presented with a complete list of attributes on a computer. Subsequently they are asked to identify the strongest/dominant sensation

throughout the evaluation (Pineau et al., 2009). In comparison with TI (Time intensity) method, TDS allows us to evaluate several different sensory attributes simultaneously (Ng et al., 2012). The traditional Slovak steamed cheeses include nite, parenice, korbáčiky, and vojky with characteristic organoleptic properties (Čubon et al., 2019; Tomáška et al., 2019). The Parenica cheese is steamed and ripened cheese from ewes's milk or mixed with cow's milk, which is generally called Pasta filata (Čubon et al., 2019). We characterized parenica cheese based on the aroma profiles, colour profiles, and sensory evaluation in the previous studies (Štefániková et al., 2019; Štefániková et al., 2020). Application of TDS method on taste profiles of unsmoked parenica cheese was previously described by Joanidis, Vietoris and Štefániková (2022). The aim of this study was to confirm the suitability of the TDS method for evaluating the taste profiles of smoked parenica cheese during storage.

MATERIAL AND METHODS

In our study we used 4 samples (A, B, C, and D) of smoked steamed parenica cheese from producers from different locations in Slovakia (Figure 1). Samples were evaluated one day after the production. The evaluation took place in Sensory laboratory located in Slovak University of Agriculture in Nitra. Samples were analysed during 2 months (February and April 2018) as fresh samples (A0, B0, C0, and D0) and again after 1 week of storage (A1, B1, C1, and D1). The storage period was based on a previous durability test of the selected samples. Ten selected sensory assessors evaluated the samples using the Temporal dominance of sensations (TDS) method using SensoMaker software (version 1.92). The parameters for the evaluation were set according to Joanidis, Vietoris and Štefániková (2022) with modification. Based on a previous session with panellists 8 taste descriptors were used for the TDS analysis (dairy, cheese, salty, creamy, sour, smoked, different animal, and other). SensoMaker software (version 1.92) was used for statistical analysis (Nunes and Pinheiro, 2014).

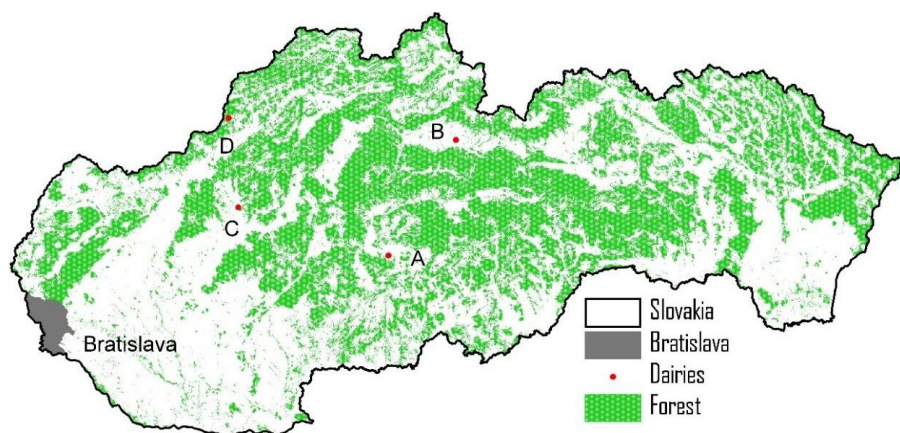


Figure 1: Map of dairy locations in Slovakia

RESULTS AND DISCUSSION

Application of TDS method on steamed parenica cheese was previously described by authors Martišová, Vietoris and Štefániková (2018). However, to the authors best knowledge, the evaluation of parenica steamed cheese storage using TDS method has not yet been demonstrated. Samples A0–D0 had similar taste profiles in both monitored months (Figure 2) with differences in the duration of perception. In February sensory assessors described the taste profile of fresh samples A0, B0, and C0 as smoked followed by salty. The duration of perception of smoked descriptor ranged between 7–14 s, with minimal duration in sample D0 and maximal duration in sample C0. Subsequently the salty descriptor was perceived for 1–6 s with maximum in sample A0. However, the minimal 1 s duration in sample C0 could have been caused by the evaluation ending in 20th s. Sample D0 was slightly different since the dairy descriptor was also identified for 2 s at the end of the evaluation.

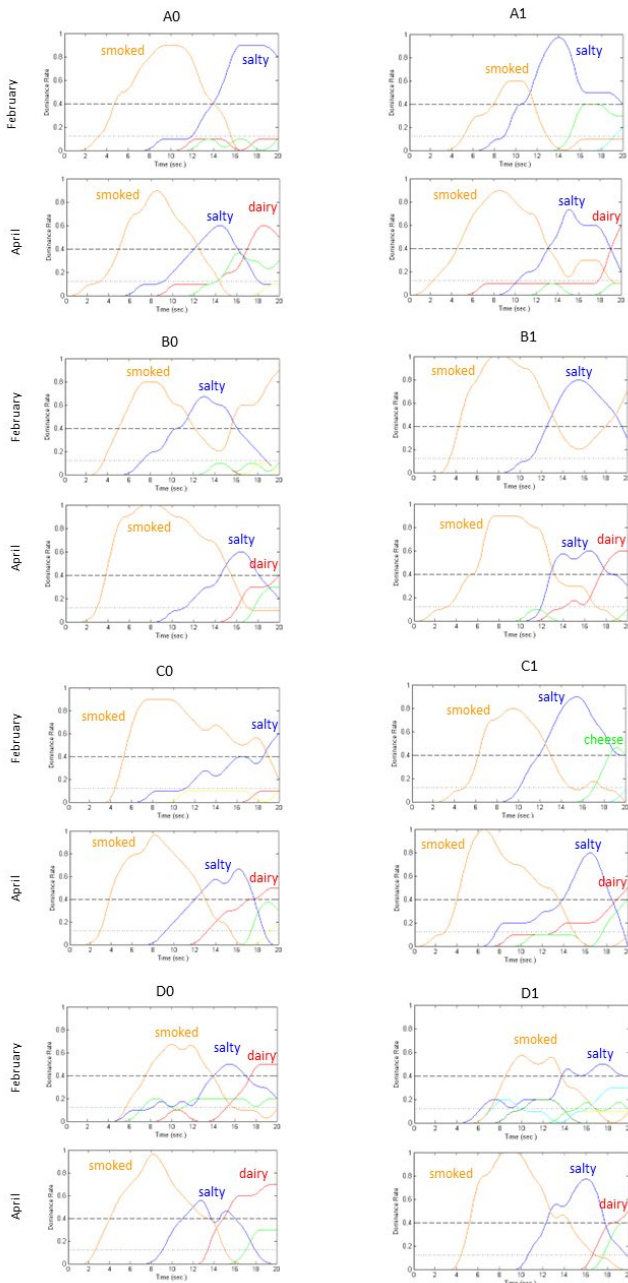
When evaluating the stored parenica samples the taste profiles did not noticeably change in terms of the order of the descriptors in February. In samples A1–D1 the smoked descriptor was perceived for 3–9 s with minimal duration in A1 and maximal duration in B1. Similarly, as for the fresh samples following descriptor was identified as salty. The range of perception of salty descriptor was minimal in samples B1 and D1 (6 s)

and maximal in sample A1 (9 s). The salty descriptor was perceived for 7 s in sample C1 and at the end of the evaluation the cheese descriptor was identified for 1 s. Furthermore, the greatest difference in taste profile compared to the fresh sample was observed when the evaluation ended with a salty taste lasting 1s. When comparing samples A0–D0 with A1–D1 evaluated in February, differences in the duration of perception of smoked and salty descriptors can be observed. Differences can be seen in shortening the time range of perception of the smoked descriptor and prolonging the time range of perception of the salty descriptor.

The taste profiles of A0–D0 samples produced in April consisted of smoked, salty, and dairy descriptors. As can be seen from the graphs in Figure 2, the smoked parameter was the most dominant in terms of the time of perception. The range of perception of smoked descriptor was minimal in sample A0 (7 s) and maximal in sample B0 (11 s). The salty descriptor was perceived for 3–5 s and dairy descriptor was perceived for few ms (B0) and 3 s (A0, C0, and D0).

Minor changes of taste profile were observed in samples evaluated in April after 1 week of storage. In general, the parenica cheese produced in April in 4 Slovak dairies had similar taste profiles not only in the order of the descriptors but also in the descriptor intensity when comparing with samples produced in February.

Figure 2: TDS curves for fresh (A0–D0) and 1-week storage (A1–D1) traditional Slovak smoked steamed cheese samples produced in February and April 2018



In their study Rodrigues et al. (2018) used TDS for simultaneous evaluation of taste and texture of 5 different Prato cheeses from Brazil. This evaluation presented less reliable results in comparison with separate taste and texture evaluations. Therefore, we focused only on the evaluation of taste attributes. Authors Pineau et al. (2009) selected 7 taste descriptors (sour, diacetyl, fruity, smoky, fatty, nutty, and salty) for TDS evaluation of unknown kind of dairy product and presented TDS as a new method. Since then, this method has been used for the evaluation of cheese several times, for example in the development of new cheese products with reduced sodium content (Rodrigues et al., 2014; Silva et al., 2018), for the evaluation of cheese by several methodologies including TDS (Thomas et al., 2017), or for production standardization, quality improvement, and in the origin indication process (Bemfeito et al., 2016). The results of the evaluation of the influence of the month of production (Joanidis, Vitoris and Štefániková, 2022) and the storage of cheese products as presented in this study using TDS have not been published so far. Our results point to the fact that the taste profiles of cheese products change due to the influence of the month of production, which could be related primarily to the quality of the input raw material (milk) more than to the technology of individual producers. At the same time, our results point to the fact that within 1 week of storage, the flavour profiles of smoked parenica samples do not change significantly.

CONCLUSIONS

We observed that the significant taste attributes of the fresh smoked parenica cheese produced in February in 4 dairies were smoked (7–14 s) and salty (3–6 s). Differences in the duration of perception of smoked taste shortening and salty taste prolonging descriptors can be observed during 1-week storage. On the contrary, for samples produced in April the typical descriptors were smoked in range 7–11 s, salty 3–5 s, and dairy for few ms and 3 s with minor changes of taste profile after 1 week of storage. In general, the taste profiles of parenica cheese samples were more stable in April. Moreover, even after a week of storage the taste profile did not change. Differences in taste profiles could be caused not only by the different production technology of these

4 dairies, but also by the pasture period, milk quality and milk origin. Our results confirm that TDS method is an effective and suitable method for the evaluation of taste profiles of fresh and stored parenica cheeses.

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.

REFERENCES

Bemfeito, R. M., Rodrigues, J. F., e Silva, J. G., Abreu, L. R. (2016): Temporal dominance of sensations sensory profile and drivers of liking of artisanal Minas cheese produced in the region of Serra da Canastra, Brazil. *Journal of Dairy Science*, vol. 99, no. 10, 7886–7897. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11056>

Čubon, J., Hascik, P., Hleba, L., Cvikova, P., Pavelková, A., Capcarova, M., Císarová, M., Ševelová, M., Tkáčová, J., Bobko, M. (2019): The effect of raw material pre maturing on parenica steamed cheese quality. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 8, no. 5, 1231–1235.

<https://doi.org/10.15414/jmbfs.2019.8.5.1231-1235>

Isac-Torrente, L., Martí, J., Isidro, B., Lázaro, A., Chaya, C. (2023): Use of multi-intake temporal dominance of sensations (TDS) and temporal dominance of emotions (TDE) protocols to evaluate the influence of different beverage pairings on chocolate. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, in press, 53.

<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100681>

Joanidis, P., Vietoris, V., Štefániková, J. (2022): Seasonal effect of three months production of traditional Slovak cheese on taste profile by temporal dominance of sensations. *Hygiena a technologie potravin - LI. Lenfeldovy a Höklovy dny, 12–13. októbra 2022*. Brno, Česká republika – Veterinární univerzita Brno, pp 190–194. ISBN: 978-80-7305-846-0.

Martišová, P., Vietoris, V., Štefániková, J. (2018): Využitie TDS ako nástroja na posúdenie senzorického chuťového profilu vybraných slovenských pareníc. (The use of TDS as a tool for assessing the sensory flavor profile of selected Slovak parenica cheeses). *Mladí vedci – Bezpečnosť potravinového reťazca*, 154–158. ISBN: 978-80-89738-18-2. (in Slovak)

Ng, M., Lawlor, J. B., Chandra, S., Chaya, C., Hewson, L., Hort, J. (2012): Using quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations analysis as complementary methods for profiling commercial blackcurrant squashes. *Food Quality and Preference*, vol. 25, no. 2, 121–134.

<https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.02.004>

Nunes, C. A., Pinheiro, A. C. M. (2014): *SensoMaker User guide*. 35. Available online: https://ufpla.br/sensomaker/wp-content/uploads/SensoMaker_User_Guide_1-8.pdf

Pineau, N., Schlich, P., Cordelle, S., Mathonnière, C., Issanchou, S., Imbert, A., Rogeaux, M., Etiévant, P., Köster, E. (2009): Temporal Dominance of Sensations: Construction of the TDS curves and comparison with time–intensity. *Food Quality and Preference*, vol. 20, no. 6, 450–455. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.04.005>

Rodrigues, J. F., de Souza, V. R., Lima, R. R., da Cruz, A. G., Marques Pinheiro, A. C. (2018): Tds of cheese: Implications of analyzing texture and taste simultaneously. *Food Research International*, vol. 106, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.12.048>

Rodrigues, J. F., Gonçalves, C. S., Pereira, R. C., Carneiro, J. D. S., Pinheiro, A. C. M. (2014): Utilization of temporal dominance of sensations and time intensity methodology for development of low-sodium Mozzarella cheese using a mixture of salts. *Journal of Dairy Science*, vol. 97, no. 8, 4733–4744.

<https://doi.org/10.3168/jds.2014-7913>

Silva, H. L. A., Balthazar, C. F., Silva, R., Vieira, A. H., Costa, R. G. B., Esmerino, E. A., Freitas, M. Q., Cruz, A. G. (2018): Sodium reduction and flavor enhancer addition in probiotic prato cheese: Contributions of quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations for sensory profiling. *Journal of Dairy Science*, vol. 101, no. 10, 8837–8846. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14819>

Štefániková, J., Martišová, P., Árvay, J., Jankura, E., Kačániová, M., Gálová, J., Vietoris, V. (2020): Comparison of electronic systems with sensory analysis for the quality evaluation of parenica cheese. *Czech Journal of Food Sciences*, vol. 38, no. 5, 273–279. <https://doi.org/10.17221/42/2020-CJFS>

Štefániková, J., Nagyová, V., Hynšt, M., Vietoris, V., Martišová, P., Nagyová, L. (2019): Application of electronic nose for determination of Slovak cheese authentication based on aroma profile. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 13, no. 1, 262–267. <https://doi.org/10.5219/1076>

Thomas, A., Chambault, M., Dreyfuss, L., Gilbert, C. C., Hegyi, A., Henneberg, S., Knippertz, A., Kostyra, E., Kremer, S., Silva, A. P., Schlich, P. (2017): Measuring temporal liking simultaneously to Temporal Dominance of Sensations in several intakes. An application to Gouda cheeses in 6 Europeans countries. *Food Research International*, vol. 99, 426–434. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.035>

Tomáška, M., Čaplová, Z., Sádecká, J., Šoltys, K., Kopuncová, M., Budiš, J., Drončovský, M., Kolek, E., Koreňová, J., Kuchta, T. (2019): Microorganisms and volatile aroma-active compounds in “nite” and “vojky” cheeses. *Journal of Food and Nutrition Research*, vol. 58, no. 2, 187–200. <https://vup.sk/download.php?bulID=2024>

Contact address: Ing. Patrícia Joanidis, PhD., AgroBioTech Research Centre, Slovak University of Agriculture in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, e-mail: patricia.joanidis@uniag.sk

VPLYV PRÍDAVKU EXTRATKU RAKYTNÍKA NA SENZORICKÉ VLASTNOSTI BRATISLAVSKÝCH PÁRKOV

THE INFLUENCE OF THE ADDITION OF BUCKTHORN EXTRACT ON THE SENSORY PROPERTIES OF „BRATISLAVSKÉ PÁRKY“ SAUSAGES

Lukáš Jurčaga¹ – Marek Bobko¹ – Andrea Mesárošová¹
Alžbeta Demianová¹ – Alica Bobková¹ – Katarína Poláková¹
Matej Čech¹ – Peter Herc¹

¹Ústav potravinárstva, Fakulta Biotechnológie a Potravinárstva, SPU v Nitre,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

ABSTRAKT

Moderný trend potravinárstva je dosiahnutie takzvaných „clean label“ produktov, ktoré neobsahujú syntetické prídavné látky. Nahradenie týchto prídavkov prírodnými alternatívami môže ovplyvniť ich prijateľnosť zákazníkmi. V našej práci sme skúmali prídavok extraktu rakytníka rešetliakového do Bratislavských párkov a jeho vplyv na senzorické parametre na začiatku a konci doby skladovania. Prístrojovo sme skúmali textúru a farbu výsledkov a následne senzorické vlastnosti boli hodnotené panelom hodnotiteľov. Počas pozorovania sme nepozorovali žiadne negatívne zmeny farby a textúry následkom prídavku extraktu v porovnaní s komerčne predávanými párkami s kyselinou askorbovou. Senzorická analýza však odhalila zhoršenú chuť experimentálnych vzoriek na začiatku skladovania. Tieto výsledky sa však neopakovali na konci doby skladovania. Rakytník ukazuje potenciál pre použitie v mäsových výrobkoch, ďalší výskum je však stále potrebný.

Kľúčové slova: rakytník, senzorická kvalita, textúra, párky

ABSTRACT

A modern trend in the food industry is to achieve so-called "clean label" products that do not contain synthetic additives. Replacing these additives with natural alternatives may affect their acceptability by customers. In our work, we investigated the addition of sea buckthorn extract to sausages (Bratislavské párky) and its effect on sensory parameters at the beginning and end of the storage period. We examined the texture and

color of the results instrumentally, and then the sensory properties were evaluated by a panel of evaluators. During the observation, we did not observe any negative changes in color and texture due to the addition of the extract compared to commercially sold sausages with ascorbic acid. However, the sensory analysis revealed a deteriorated taste of the experimental samples at the beginning of storage. However, these results were not repeated at the end of the storage period. Sea buckthorn shows potential for use in meat products, but further research is still needed.

Keywords: sea buckthorn, sensory quality, texture, sausages

ÚVOD

Jedným z najpálčivejších problémov, s ktorým sa mäsové podniky stretávajú, je ponúkať mäso a mäsové výrobky príjemnej chuti a farby. Taktiež, tieto atribúty čerstvosti a atraktivity musia byť zachované počas celej doby trvanlivosti mäsa a mäsových výrobkov. Snahy na dosiahnutie týchto cieľov sú zamerané najmä na oddialenie procesov oxidácie lipidov. Tá je hlavným faktorom zhoršovania senzorickej kvality mäsa a mäsových výrobkov. Medzi výsledné produkty oxidácie lipidov v mäse a mäsových výrobkoch patrí zmena farby, vznik zatuchnutých chutí a aróm, zhoršenie nutričných hodnôt a tvorba škodlivých toxických zlúčenín (Amoli et al., 2021; Hadidi et al., 2022).

Oxidácia lipidovej zložky potravín je závažným problémom v potravinárskom priemysle, pretože vedie ku skráteniu trvanlivosti, zhoršeniu chuti, funkčných a nutričných vlastností potravinárskych výrobkov (Karre et al., 2013). Strata organoleptických vlastností je spôsobená tvorbou nežiaducich látok najmä pri odbúravaní nenasýtených mastných kyselín pri autooxidácii. Tukey a oleje sú súčasťou takmer všetkých agropotravinárskych surovín a dominantnou zložkou mnohých potravinárskych výrobkov. Všetky potraviny, aj tie s nízkym obsahom lipidov, sú veľmi náchylné na oxidačné poškodenie aktívnymi formami vzdušného kyslíka, najmä ak sú vystavené svetlu (Schmidt, 2011).

Plody rakytníka majú výraznú kyslastú a horkastú chuť a jemnú vôňu, pripomínajúcu vôňu ananásu (Walczak-Zeidler et al., 2012). Bobule sú bohatým zdrojom vitamínov, najmä C, E a A, a kyseliny jablčnej a citrónovej. Vďaka hustému usporiadaniu trňov je ťažké zbierať rakytník. Niekedy je jedinou možnosťou odstránenie celej vetvy kríka. To však znižuje budúce úrody a z tohto dôvodu sa bobule zbierajú iba raz za dva roky (Fu et al., 2014).

MATERIÁL A METODIKA

Príprava párkov

Pre tento experiment boli vyrobené párky podľa receptúry „Bratislavské párky“ podľa príručky Československé masné výrobky (Šedivý, 2022). Mäsové dielo bolo po kútrovaní bolo rozdelené na skupiny:

- Kontrola – kontrolná skupina s prídavkom komerčne používanej kyseliny askorbovej 0,5 g.kg⁻¹;
- Pokus_3 – pokusná skupina s prídavkom 3 ml.kg⁻¹ extraktu rakytníka;
- Pokus_5 – pokusná skupina s prídavkom 5 ml.kg⁻¹ extraktu rakytníka.

Analýza textúry

Na mechanické posúdenie textúry bol použitý texturometer TA.XTplus Texture Analyser. Meranie sa uskutočnilo 1. a 21. deň skladovania. Pred analýzou boli všetky vzorky zahriate a narezané na bloky so základňou 1 × 1 cm. Tento krok zabezpečil jednotnosť vzoriek s cieľom poskytnúť relevantné a porovnateľné výsledky.

Analýza farby

Farba párkov bola meraná na priereze výrobku. Výsledky predstavujú súradnice vo farebnom rozhraní CIELab. Hodnoty farieb L*, a* a b* boli merané pomocou spektrofotometra Konica Minolta CM-2600d so svetelným zdrojom D65. Rozhodli sme sa použiť nastavenie SCI (Specular Component Included) kvôli matným povrchovým vlastnostiam mäsových výrobkov.

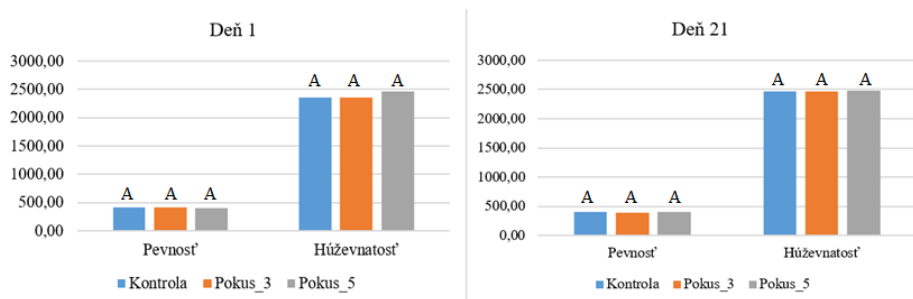
Senzorické hodnotenie

Na senzorické posúdenie všetkých párkov, kontrolných a experimentálnych skupín, bola použitá 5-bodová stupnica s podrobným popisom bodových hodnôt. Hodnotenými znakmi boli: Vzhľad (povrch a v nákreji), Farba, Vôňa, Konzistencia a Chuť. Senzorické hodnotenie sa uskutočnilo 1. a 21. deň skladovania. Senzorický panel tvorilo 5 hodnotiteľov oboch pohlaví vo veku od 25 do 60 rokov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Analýza textúry

Počas prístrojového merania texturálnych vlastností boli pozorované dva parametre Pevnosť (Firmness) a Húževnatosť (Toughness). Na začiatku skladovania neboli pozorované žiadne štatisticky významné rozdiely ($\alpha = 0,05$) ani v jednom z parametrov. Na konci doby skladovania sme dosiahli rovnako vyrovnané výsledky. Žiadne významné rozdiely neboli zistené.

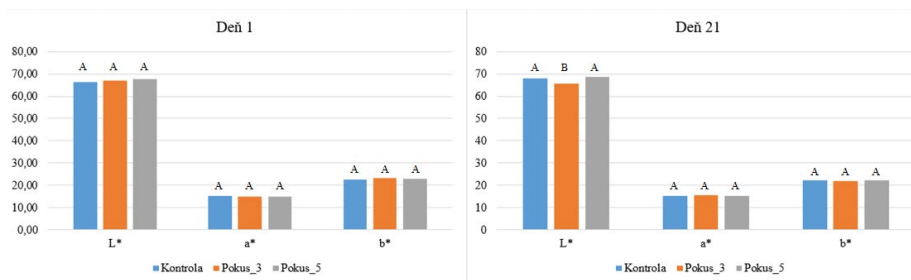


Obrázok 1: Výsledky texturálnej analýzy Bratislavských párkov (A predstavuje štatisticky významné rozdiely ($\alpha = 0,05$) medzi vzorkami)

Autori Salejda et al., (2014) uvádzajú: pridanie extraktu z rakytníka znamenal sa prejavilo aj zvýšením tvrdosti mäsových výrobkov. Tieto zmeny boli pozorované u vzoriek vyrobených s prídavkom 3 g.kg⁻¹ extraktu.. Tieto nežiadúce zmeny v profile textúry týchto vzoriek môže súvisieť s vyššími stratami vody vzorky po tepelnom spracovaní v porovnaní s kontrolnou skupinou. Takéto negatívne zmeny sme v našej práci však nepozorovali.

Analýza Farby

Farba výrobku je veľmi dôležitá z hľadiska prijateľnosti produktu. Na začiatku doby sledovania sme nepozorovali žiadne rozdiely v parametroch svetlosť/tmavosť (L^*), červenosť (a^*) a žltosť (b^*). Na konci doby skladovania pozorujeme tmavnutie vo vzorkách s prídavkom 3 ml.kg⁻¹ extraktu. Naše výsledky naznačujú, že prídavok extraktu nemá negatívny vplyv na farbu výrobku v porovnaní s komerčne predávanými výrobkami. Tieto závery boli potvrdené aj počas senzorickej analýzy, kde hodnotitelia nepenalizovali experimentálne vzorky z hľadiska farby.



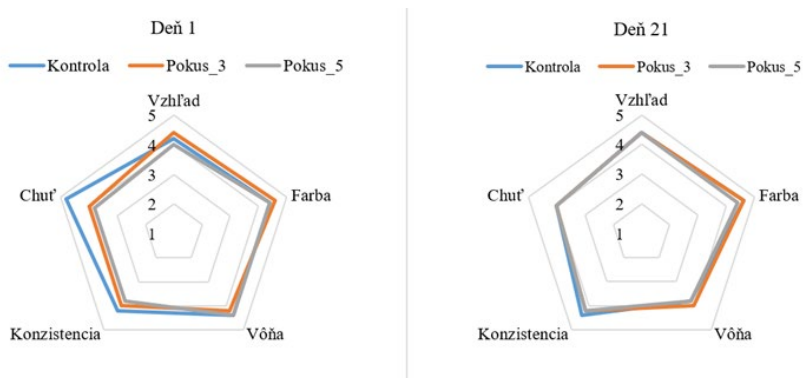
Obrázok 2: Výsledky analýzy farby vzoriek Bratislavských párkov (A,B predstavujú štatisticky významné rozdiely ($\alpha = 0,05$) medzi vzorkami)

Salejda et al. (2017) použili rakytníkový extrakt ako prídavok do bravčových klobás, tak ako v našom experimente. V so svojej práci pozorovali výrazný pokles hodnôt svetlosti (L^*). Takýto pokles sme v našej práci zaznamenali paradoxne pri nižšej koncentrácii extraktu. Autori Püssa et al. (2008) uvádzajú, že pridané rakytníkové pyré vylepšilo farbu, textúru a nutričné vlastnosti experimentálnych mäsových výrobkov, klobásky boli šťavnaté, mali príjemnú ovocnú chuť a špecifickú žltkastú farbu.

Senzorické hodnotenie

Senzorické hodnotenie výrokov sa uskutočnilo na začiatku a na konci skladovania v prvý a dvadsiaty-prvý deň. Na začiatku skladovania sme zaznamenali signifikantný ($\alpha = 0,05$) rozdiel medzi skupinami výrobkov len parametrom „Chuť“. Najvyššie skóre dosiahla kontrolná skupina s prídavkom kyseliny askorbovej. Na konci skladovania nebol pozorovaný žiaden rozdiel medzi skupinami mäsových výrobkov v žiadnom

parametri. Priemerné skóre pre parameter chuť boli na konci skladovania identické pre všetky skupiny (skóre 4,0).



Obrázok 3: Výsledky senzorickej analýzy Bratislavských párkov

Mäkinen et al. (2020) vo svojej práci skúmali aj prídavok extraktu z listov rakytníka do bravčových párkov. Autori uvádzajú že pri koncentrácii extraktu 1,6% boli tieto experimentálne mäsové výrobky pri senzorickej posúdení hodnotené rovnako dobre ako komerčne predávané párky. Takisto autori Bobko et al. (2019) skúmali prídavok rakytníkového oleja do bravčových párkov. Vo svojej práci uvádzajú že tento prídavok nemal žiaden signifikantný negatívny účinok na senzorické vlastnosti produktov.

ZÁVER

V našej práci sme použili extrakt rakytníka rešetliakového ako potenciálny antioxidant a náhradu komerčne používanej kyseliny askorbovej. Zachovanie senzorických vlastností je dôležitým faktorom pri vývoji nových produktov. Počas pokusu sme prístrojovo sledovali texturálne vlastnosti a farbu Bratislavských párkov a následne vykonali senzorické posúdenie panelom hodnotiteľov. Počas pokusu neboli zaznamenané žiadne významné zmeny v texturálnych parametroch „Pevnosť“ a „Húževnatosť“ na začiatku ani na konci doby skladovania. Prídavok extraktu teda nespôsobil žiadne negatívne zmeny týchto vlastností. Rovnako, extrakt nemal negatívny vplyv na farbu párkov. Počas senzorickej hodnotenia boli pozorované zmeny chuti len v prvý deň skladovania. Na konci skladovacieho procesu neboli zistené žiadne

preukazné rozdiely medzi vzorkami v žiadnom z parametrov. Z pohľadu senzorických vlastností môžeme extrakt rakytníku považovať za potencionálne vyhovujúcu náhradu kyseliny askorbovej. Pred zavedením do praxe je však potrebný ďalší výskum v oblasti technológie a bezpečnosti potravín.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja a finančne podporená projektmi Ministerstva Školstva Vedy Výskumu a Športu SR Vega 1/0734/20 a Kega 024SPU-4/2021.

LITERATÚRA

Amoli, P., Hadidi, M., Hasiri, Z., Rouhafza, A., Jelyani, A., Hadian, Z., Khaneghah, A., Lorenzo, J. (2021): Incorporation of Low Molecular Weight Chitosan in a Low-Fat Beef Burger: Assessment of Technological Quality and Oxidative Stability. *Foods*, 10(8), 1959.

Bobko, M.; Kročko, M.; Haščík, P.; Tkáčová, J.; Bučko, O.; Bobková, A.; Čuboň, J.; Češkovič, M.; Pavelkova, A. (2019): The effect of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) Berries on parameters of quality raw cooked meat product. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 9(Special issue), 366–369.

Fu, L., Su, H., Li, R., Cui, Y. (2014): Harvesting technologies for sea buckthorn fruit. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, 7(2), 64–69.

Hadidi, M., Orellana-Palacios, J. C., Aghababaei, F., Gonzalez-Serrano, D. J., Moreno, A., Lorenzo, J. M. (2022): Plant by-product antioxidants: Control of protein-lipid oxidation in meat and meat products. *LWT*, 169, 114003.

Karre, L., Lopez, K., Getty, K. J. K. (2013): Natural antioxidants in meat and poultry products. *Meat Science*, 94(2), 220–227.

Mäkinen, S., Hellström, J., Mäki, M., Korpinen, R., Mattila, P. H. (2020): Bilberry and Sea Buckthorn Leaves and Their Subcritical Water Extracts Prevent Lipid Oxidation in Meat Products. *Foods*, 9(3), 265.

Püssa, T., Pällin, R., Raudsepp, P., Soidla, R., Rei, M. (2008): Inhibition of lipid oxidation and dynamics of polyphenol content in mechanically deboned meat supplemented with sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) berry residues. *Food Chemistry*, 107(2), 714–721.

Salejda, A. M., Nawirska-Olszańska, A., Janiewicz, U., Krasnowska, G. (2017): Effects on Quality Properties of Pork Sausages Enriched with Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Journal of Food Quality*, 2017, 1–7.

Salejda, A. M.; Tril, U.; Krasnowska, G. (2014): The effect of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berries on some quality characteristics of cooked pork sausages. *Int. J. Nutr. Food Eng.* 8, 604–607.

Schmidt, Š. (2011): *Antioxidanty a oxidačné zmeny tukov v potravinách*. Nakladateľstvo STU. ISBN 978-80-227-3491-2

Šedivý, V. (2022): *Československé masné výrobky*, 1st. ed; OSSIS: Tábor, Czech republic

Walczak-Zeidler, K., Feliczak-Guzik, A., Nowak, I. (2012): *Oleje roślinne stosowane jako*

Kontaktná adresa: Ing. Lukáš Jurčaga, Ústav potravinárstva, Fakulta Biotechnológie a Potravinárstva, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xjurcaga@uniag.sk

MIKROBIOLOGICKÁ ANALÝZA TORTILL - ZMĚNY V POČTECH VYBRANÝCH SKUPIN MIKROORGANISMŮ V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ

MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF TORTILLAS - CHANGES IN NUMBERS OF SELECTED GROUPS OF MICROORGANISMS DURING STORAGE

Libor Kalhotka^{1,2} – Alena Saláková² – Petr Kouřil^{1,2}

**¹Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Agronomická
fakulta, MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno**

**²Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, MENDELU,
Zemědělská 1, 613 00 Brno**

ABSTRAKT

Cílem studie bylo u vzorků tří druhů tortill zjistit změny v počtech vybraných skupin mikroorganismů v průběhu skladování. Byly stanovovány následující skupiny mikroorganismů: celkový počet mikroorganismů (CPM), *Escherichia coli* a ostatní koliformní bakterie, psychrotrofní mikroorganismy, mikromycety (kvasinky a plísňe) a u čerstvých tortill také výskyt *Salmonella* sp. Po mikrobiologické stránce lze tortilly považovat za bezpečné. Výskyt salmonel nebyl u čerstvých tortill detekován, rovněž *E. coli* nebyla ve vzorcích tortill nedetekována, počty ostatních koliformních bakterií byly velmi nízké max. $2,2 \times 10^3$ KTJ/g. CPM se po 120 h skladování pohybovaly v rozmezí řádově 10^6 až 10^8 KTJ/g, počty psychrotrofních mikroorganismů byly zjištěny v množství řádově 10^6 KTJ/g a počty mikromycet v množství řádově 10^3 až 10^5 KTJ/g. Vysoké počty těchto mikroorganismů na konci a po uplynutí doby spotřeby negativně ovlivňovaly senzorické vlastnosti tortill.

Klíčová slova: mikroorganismy, tortilly, údržnost potravin

ABSTRACT

The aim of this study was to determine changes in the numbers of selected groups of microorganisms during storage in samples of three types of tortillas. The following groups of microorganisms were determined: total counts of microorganisms (TCM), *Escherichia coli* and other coliform bacteria, psychrotrophic microorganisms,

micromycetes (yeasts and molds) and, in fresh tortillas, also the occurrence of *Salmonella* sp. From a microbiological point of view, tortillas can be considered safe. The occurrence of *Salmonella* was not detected in fresh tortillas, *E. coli* was also not detected in tortilla samples, the numbers of other coliform bacteria were very low, max. 2.2×10^3 CFU/g. After 5 days of storage, the TCM ranged from 10^6 to 10^8 CFU/g, the number of psychrotrophic microorganisms was found to be in the order of 10^6 CFU/g, and the number of micromycetes was in the order of 10^3 to 10^5 CFU/g. High numbers of these microorganisms at the end and after the expiration of the consumption period negatively affected the sensory properties of the tortillas.

Key words: total counts of microorganisms, micromycetes, fungi, yeast, E. coli

ÚVOD

Pod názvem tortilla (ze španělštiny, výslovnost je tortija) si představíme tenkou placku z mouky nejčastěji kukuřičné a ve spojitosti se středoamerickou, především mexickou kuchyní. Tortilly konzumuje přibližně 95 % Mexičanů a roční produkce a spotřeba se blíží 12 milionům tun (Gómez-Aldapa et. al., 2013). Tortilla či jiná placka plněná nejrůznějšími náplněmi se stala neoddělitelnou součástí globalizovaného světa a jeho rychlého občerstvení. Konzumovat se dá jak po další tepelné úpravě, tak i bez ní. Příprava takovýchto pokrmů s velkým podílem ruční práce a surovin s různými vlastnostmi, konzistencí, větší či menší mírou čerstvosti, syrovými, fermentovanými či tepelně upravenými klade vysoké nároky na hygienu při jejich výrobě a distribuci.

Cílem práce bylo za základě požadavků objednavatele zjistit ve vzorcích tortill přítomnost a množství vybraných skupin mikroorganismů a sledovat vývoj jejich počtů v průběhu skladování.

MATERIÁL A METODIKA

K mikrobiologické analýze byly přijaty následující vzorky tortill: Pálivá, Špenátová a Rajčatová. Tortilly byly uloženy v chladicím boxu při 4 °C. Mikrobiologická analýza byla provedena u tortill bez další tepelné úpravy ve třech termínech: u vzorků čerstvých (do 24 h od výroby), u vzorků 5. den skladování (na konci doby spotřeby doporučené

výrobcem) a u vzorků 8. den skladování, tedy po uplynutí doby spotřeby udávané výrobcem.

Hodnocené vzorky

PÁLIVÁ TORTILLA: Pšeničná tortilla 31 %, tempeh 15 %, zelí 13 %, fazole 12 %, čedar 4,4 %, černé olivy, jalapeño, rajčata, sušený česnek, řepkový olej, sůl.

ŠPENÁTOVÁ TORTILLA: Špenátová tortilla 31 %, kari, bulgur 20 %, červené zelí 16 %, zakysaná smetana 11 %, krůtí maso 10 % (tepelně opracované), majonéza 2 %, třtinový cukr, sůl.

RAJČATOVÁ TORTILLA: Pšeničná rajčatová tortilla 21 %, robimaso 24 %, čínské zelí 12 %, tofu 8 %, cibule 8 %, kyselá okurka 6 %, mrkev 4 %, řepkový olej 3 %, sůl, černý pepř, dijonská hořčice.

U tortill je před konzumací výrobcem doporučována tepelná úprava v mikrovlnné troubě, kontaktním grilu nebo na pánvi. Tortilly lze však konzumovat ihned bez další tepelné úpravy.

Ve vzorcích tortill byly stanovovány následující skupiny mikroorganismů: celkový počet mikroorganismů (CPM), *Escherichia coli* a ostatní koliformní bakterie, psychrotrofní mikroorganismy, mikromycety (kvasinky a plísně) a dále u čerstvých tortill také *Salmonella*. Od každého druhu tortill byly v daný termín analyzovány vždy dva vzorky (A a B) bez další tepelné úpravy.

Navážka 10 g tortilly byla spolu s 90 ml sterilního fyziologického roztoku homogenizována po dobu 1 min. na homogenizátoru typu STOMACHER. 1 ml takto zpracovaného vzorku nebo jeho desítkové ředění byl inokulován do sterilních Petriho misek a zalit příslušným živným médiem, umístěn do termostatu při dané teplotě po příslušnou dobu. Po uplynutí doby kultivace byly na Petriho miskách odečteny typické narostlé kolonie a výsledek přepočítán a vykázan jako kolonie tvořící jednotky (KTJ) na gram vzorku.

- Celkový počet mikroorganismů (CPM) na PCA (Biokar Diagnostics, Francie) za 72 h při 30 °C.
- *E. coli* a ostatní koliformní bakterie na chromogenní půdě Harlequin™ *E. coli*/Coliform Medium (LABM, UK) za 24 h při 37 °C.
- Psychrotrofní mikroorganismy na PCA (Biokar Diagnostics, Francie) za 10 dní při 6,0 °C.
- Mikromycety (kvasinky a plísně) na Chloramphenicol Glucose Agar (Biokar Diagnostics, Francie) za 72–120 h při 25 °C.

Dále bylo provedeno stanovení na přítomnost bakterií rodu *Salmonella*: po předpomnožení v pufované peptonové vodě (navážka 25 g – směsný vzorek A + B, do 225 ml) 18 h při 37 °C, pak inokulováno 0,5 ml do selektivního média Rappaport-Vassiliadis (BIO-RAD) inkubace 24 h při 41,5 °C. Následně vyočkováno 10 µl na Petriho misky s chromogenní půdou RAPID*Salmonella*, inkubace 24 h při 37 °C.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Výsledky mikrobiologických analýz jsou uvedeny v tabulce 1. V rámci analýz byly zjištěny i poměrně velké rozdíly mezi jednotlivými opakováními (vzorky A a B).

V čerstvých vzorcích byla stanovena také *Salmonella* sp. Přítomnost této bakterie nebyla ve vzorcích detekována (0/25 g).

ČSN 56 9609 udává v případě námi sledovaných skupin mikroorganismů parametry pro potraviny určené k přímé spotřebě (nejvyšší mezní hodnoty na g) v Tabulce B6 – Bakteriální původci onemocnění z potravin: *Escherichia coli* (*E. coli*) 10⁴ KTJ/g. V Tabulce B7 – Původci kažení jsou uvedeny následující limity: aerobní mezofilní mikroorganismy 10⁶ KTJ/g s výjimkou potravin, kde jsou takové mikroorganismy složkou kulturní mikrobioty, obdobný parametr platí pro mikroorganismy nenáležející ke kulturní mikrobiotě v potravinách obsahujících fermentované složky (což je případ i některých, námi analyzovaných tortill), kvasinky 10⁷ KTJ/g a plísně u nichž nesmí být okem viditelný růst (u obou skupin mikromycet s výjimkou potravin, kde jsou kvasinky resp. plísně součástí kulturní mikroflóry).

Tabulka 1: Počty mikroorganismů ve vzorcích tortill v KTJ/g – průměrné hodnoty ze dvou opakování

Čas od výroby	Identifikace	CPM	Koliformní bakterie		Psychrotrofní mikr.	Mikromycety celkem
			<i>E. coli</i>	Ostatní koli. b.		
do 24 h	Pálivá	$3,4 \times 10^6$	ND in 10^{-1}	ND in 10^{-1}	$6,0 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$
	Špenátová	$2,4 \times 10^6$	ND in 10^{-1}	$1,4 \times 10^2$	$1,4 \times 10^5$	$3,6 \times 10^3$
	Rajčatová	$1,1 \times 10^6$	ND in 10^{-1}	$2,0 \times 10^2$	$4,5 \times 10^5$	$1,3 \times 10^3$
5. den	Pálivá	$8,7 \times 10^7$	ND in 10^{-1}	$2,3 \times 10^1$	$2,4 \times 10^6$	$3,0 \times 10^3$
	Špenátová	$2,7 \times 10^8$	ND in 10^{-1}	$2,2 \times 10^3$	$9,4 \times 10^6$	$5,2 \times 10^5$
	Rajčatová	$5,6 \times 10^6$	ND in 10^{-1}	$2,3 \times 10^2$	$4,8 \times 10^6$	$2,4 \times 10^4$
8. den	Pálivá	$1,3 \times 10^8$	ND in 10^{-1}	$3,0 \times 10^0$	$1,4 \times 10^7$	$5,3 \times 10^4$
	Špenátová	$5,3 \times 10^8$	ND in 10^{-1}	$4,9 \times 10^2$	$2,0 \times 10^8$	$3,8 \times 10^6$
	Rajčatová	$1,9 \times 10^8$	ND in 10^{-1}	$2,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^8$	$9,2 \times 10^5$

Pozitivním zjištěním je, že *E. coli* nebyla po celou dobu sledování v žádném ze vzorků detekována a počty ostatních koliformních bakterií byly velmi nízké max. $2,2 \times 10^3$ KTJ/g (jako průměr ze dvou opakování) u špenátové tortilly 5. den po výrobě. Gómez-Aldapa et. al. (2013) zjistili ve své práci výskyt koliformních bakterií v rozmezí 1×10^1 až 1×10^6 KTJ/g.

Problematické jsou u vzorků tortill CPM. Na konci doby spotřeby (5. den po výrobě) jsou jejich počty velmi blízko nejvyšší mezní hodnotě (Pálivá tortilla) nebo ji překračují (špenátová). Jediná vyhovující je rajčatová tortilla. Po uplynutí této doby (8. den po výrobě) jsou CPM u všech tortill nadlimitní. V náplni tortill jsou použity často komponenty, obsahující kulturní mikroorganismy (bakterie mléčného kvašení – kysaná smetana, Cheddar, tempeh, plísňe rodu *Rhizopus* v tempehu). Počty těchto mikroorganismů se promítají do CPM v příslušných vzorcích a mohou se podílet na změnách senzorických vlastností v průběhu skladování.

Růst plísní nebyl okem patrný. Počty zjištěné v tortillách byly relativně nízké max. řádově 10^3 KTJ/g. Na vzorcích po 24 h od výroby byly detekovány plísně rodu *Penicillium*, u rajčatové tortilly také *Mucor*.

Počty kvasinek byly rovněž pod daným limitem po celou dobu experimentu, ale jejich počty překračovaly řádově 10^5 (5. den po výrobě) resp. 10^6 KTJ/g (8. den po výrobě). Takto vysoké počty se projeví u výrobků negativními senzorickými změnami. Z kvasinek byly zjištěny i kvasinky tvořící růžové kolonie s největší pravděpodobností jde o rod *Rhodotorulla*.

Dalším problémem jsou vysoké počty psychrotrofních mikroorganismů schopných růst a množit se i za chladničkových teplot. Jejich počty a dynamika růstu souvisí do značné míry s počty CPM.

ZÁVĚR

Po mikrobiologické stránce lze tortilly považovat za bezpečné (*salmonela* nedetekována, *E. coli* nedetekována). Bohužel vysoké počty (CPM, psychrotrofní mikroorganismy a mikromycety) na konci a po uplynutí doby spotřeby negativně ovlivňují senzorické vlastnosti. U CPM na konci, a zvláště pak po uplynutí doby spotřeby (8. den po výrobě), byla překročena nejvyšší mezní hodnota daná ČSN. Z výše uvedeného lze tedy konzumentům doporučit tortilly blížící se konci doby spotřeby udávané výrobcem z preventivních důvodů raději konzumovat po tepelné úpravě, která povede jak ke snížení počtů přítomných mikroorganismů, tak pravděpodobně i ke zvýšení chutnosti pokrmu.

LITERATURA

ČSN 569609 (2008): *Pravidla správné hygienické praxe – Mikrobiologická kritéria pro potraviny. Principy stanovení a aplikace.*

Gómez-Aldapa, C. A., Rangel-Vargas, E., Cruz Gálvez, A. M., Román-Gutiérrez, A. D., Castro-Rosas, J. Presence of coliform bacteria, fecal coliforms, *Escherichia coli* and *Salmonella* on corn tortillas in central Mexico. Food Control, Vol. 32, Issue 1, 2013, 31–34. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.11.035>

*Kontaktní adresa: Libor Kalhotka,, Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta,
Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail:
libor.kalhotka@mendelu.cz*

POTENCIÁL VYUŽITÍ MATCHA V POTRAVINÁŘSTVÍ

POTENTIAL USE OF MATCHA IN THE FOOD INDUSTRY

Aneta Kocandová¹ – Jan Slováček¹ – Jana Zemanová¹

¹Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, MENDELU,
Zemědělská 1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

Matcha je japonský zelený práškový čaj, který se získává z listů čajovníku čínského (*Camellia sinensis*). V posledních letech si získává oblibu po celém světě, zejména pro své hodnotné složení a zdravotní účinky. Z toho důvodu již není konzumován pouze jako čaj, ale je nyní využíván jako komponent pro zvyšování nutriční hodnoty různých nápojů a potravinářských výrobků. Mimoto se začal uplatňovat jako součást jedlých obalů potravin. *Camellia sinensis* se pěstuje v subtropických oblastech celého světa, ale pro výrobu matchy především v Japonsku a Číně. Má specifické podmínky pro růst s využitím přibližně 90 % zastínění. Tento krok zvyšuje tvorbu chlorofylu, aminokyselin a bioaktivních látek, a rostlina získá tmavší zelenou barvu. Ve srovnání s ostatními čaji, které se připravují pouze jako výluh, se matcha konzumuje jako prášek z celých listů a tím dojde k maximálnímu využití obsažených živin. Cílem této review je představit potenciál matchy v potravinářském průmyslu.

Klíčová slova: matcha, zelený čaj, bioaktivní látky

ABSTRACT

Matcha is a powdered Japanese green tea obtained from leaves of a tea plant (*Camellia sinensis*). It has been gaining popularity around the world in recent years, especially for its valuable composition and health benefits. Therefore it is not only consumed as tea, but is utilized as a component for increasing nutritional value in various beverages and other food products. Furthermore it has started being used as a part of edible coatings. *Camellia sinensis* is cultivated worldwide in subtropical regions, for matcha it is produced mainly in Japan and China. It has specific conditions for growth using around 90 % shade because this step increases chlorophyll production, boosts the amino acid and bioactive compounds content, and the plant gains a darker green colour.

In comparison with other teas, which are just hot water-tea-leaf-extracts, matcha is consumed as a powder of whole leaves and so it contains the nutrients from the entire tea leaf. The aim of this review is to present the potential of matcha in the food industry.

Keywords: matcha, green tea, bioactive compounds

ÚVOD

V dnešní době se stále zvyšuje zájem o zdravou výživu, mezi kterou neodmyslitelně patří i čaj. Ty se řadí mezi druhý nejvíce konzumovaný nápoj na světě (Sokary et al., 2022). Již od starověku byly zejména zeleným čajům připisovány různé léčivé účinky, které byly později vědecky prokázány. Jedná se hlavně o antioxidační aktivitu, snižování hladiny cholesterolu a rizik kardiovaskulárních onemocnění nebo také posilování imunitního systému (Devkota et al., 2021). Čaje se dělí do tří skupin – čaje pravé, bylinné a ovocné. Znění definic těchto čajů lze najít ve vyhlášce č. 78/2003 Sb., která však neobsahuje definici čaje matcha.

Konzumace čaje matcha se postupně začala rozšiřovat z Japonska a Číny do celého světa. Dnes je tento nápoj velmi oblíbený a jeho popularita stále roste. Nejedná se však pouze o čaj, ale čím dál častěji se můžeme setkat s různými potravinami, které jsou díky přidání matcha prášku obohaceny o prospěšné látky. Jedná se především o pečivo, pudinky, čokolády, cukrovinky, mléko a mléčné výrobky a další nápoje. V poslední době se v potravinářském průmyslu začal extrakt z matchy využívat jako součást jedlých obalů potravin. Vzhledem k její antioxidační aktivitě takovéto obaly zabraňují mikrobiálnímu kažení potravin a oxidaci lipidů (Kılıç, Şen, 2021).

PĚSTOVÁNÍ A ZPRACOVÁNÍ ČAJE MATCHA

Pro produkci matchy se čajovníky pěstují především v Japonsku, a to v oblasti Udži a Nišio. Jsou požadované listy nejvyšší kvality a trhají se pouze ty nejmladší z vršku rostliny. Přibližně 2–3 týdny před sklizní se čajovníky překryjí tkaninou, která zabrání přístupu slunečního světla a v listech se tak několikanásobně zvýší obsah všech bioaktivních látek. Natrhané listy se napaří, tím dojde k zastavení oxidace či fermentace, a je tak zachována svěží zelená barva. Dále se listy usuší, je z nich odstraněna žilnatina

a pomocí kamenného mlýna se umele jemný prášek, dnes známý jako matcha. Celkové zpracování musí být velmi šetrné, aby nedošlo ke znehodnocení obsažených látek (Fujioka et al., 2016). Vzhledem k tomu, že se matcha konzumuje jako celé listy v podobě rozpustného prášku, a nepije se pouze výluh, jako je tomu u všech ostatních čajů, lze do těla dostat veškeré prospěšné látky, které jsou v listech obsažené, aniž by došlo k jejich nevyužití či ztrátě (Devkota et al., 2021).

HISTORIE ČAJE MATCHA

Počátky matcha sahají až do starověké Číny do 8. století, kde pití zeleného čaje bylo každodenním rituálem (Cheadleová, Kilby, 2017). V této době vládla v Číně dynastie Sung (960–1279), která s čajem obchodovala. Chtěli dosáhnout efektivnější přepravy a skladování čaje, proto začali lístky napařovat a formovat do tvaru cihel (Snyder, Clum, Zulaica, 2015). Zelený čaj se později začal mlet na prášek, který byl následně rozmíchán v teplé vodě. Tak vznikl čaj matcha a se stal součástí zen-buddhistického rituálu (Cheadleová, Kilby, 2017).

SLOŽENÍ A BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI

Chemické složení matcha se od ostatních zelených čajů liší především v množství obsažených bioaktivních látek (Tab. 1). Antioxidanty pomáhají bojovat proti volným radikálům a chránit tělo před jejich škodlivými účinky. Tento vysoký antioxidační potenciál je způsoben velkým obsahem katechinů (Kochman et al., 2021). Jedná se o epikatechin (EC), epikatechin galát (ECG), epigalokatechin (EGC) a epigalokatechin galát (EGCG), které tvoří 80 % celkových polyfenolů. Epigalokatechin galát (EGCG) je nejvíce bioaktivní polyfenolická složka v zeleném čaji a tvoří až 59 % celkových katechinů. Dle studie konzumace čaje matcha vedla k příjmu 3krát většího množství EGCG, než bylo zaznamenáno u jiného vysoce kvalitního zeleného čaje. Ve srovnání se zeleným čajem Chinese Green Tips bylo toto množství až 137krát větší (Dietz, Dekker, Piqueras-Fiszman, 2017). Dále obsahuje velké množství aminokyseliny L-theaninu, která má uklidňující účinek, podporuje koncentraci a soustředění a je zodpovědná za nehořkou chuť čaje. Díky stínovému pěstování čajovníků se L-theanin nerozkládá a jeho množství v listech je poměrně velké. Další důležitou látkou je kofein,

který má především povzbudivý účinek, zlepšuje koncentraci a výkon mozku. V kombinaci s L-theaninem se koncentrace a výkonnost mnohonásobně zvyšuje než při použití pouze jedné z těchto látek samostatně. Kromě toho matcha obsahuje i značné množství vitaminů a minerálů, jako jsou vápník, hořčík, vitamín C a další, což z něj dělá nutričně bohatý produkt. Poslední významnou látkou je chlorofyl, který vykazuje silnou antioxidační a protizánětlivou aktivitu (Kochman et al., 2021).

Tabulka 1: Obsah bioaktivních látek v čaji matcha (Sokary et al., 2023)

Bioaktivní látka	Množství [mg/100 g]
Epigallocatechin galát	5900
Epigallocatechin	1900
Epikatechin galát	890
Epikatechin	360
Kofein	3500
L-theanin	1800
Chlorofyl	996

VYUŽITÍ V POTRAVINÁŘSTVÍ

Antioxidační aktivita matchy je jeden z hlavních důvodů, proč se začíná využívat v mnoha směrech potravinářského průmyslu. Stále častěji se používá jako nutričně obohacující složka potravin. Li et al. 2021 zjistili, že přídavek matcha do rýžových těstovin snížil stravitelnost škrobu a jejich hmota měla lepší viskoelasticitu. Dále prokázali, že obsažené polyfenoly a L-theanin v matcha prášku zlepšují reologické vlastnosti těsta tím, že s lepkem tvoří velké množství mezimolekulárních vodíkových vazeb. Tuňákový olej s matchou vykazoval vysokou oxidační stabilitu a ostatní potraviny, jako sušenky a čokolády, s jejím přídavkem, měly vysokou antioxidační aktivitu. Kromě toho byla matcha přidána do rýže na vaření, kokosového mléka, marshmallows a sušenek, aby dodala výrobkům jedinečnou chuť, barvu a zvýšila jejich chutnost a přijatelnost (Li et al., 2021). Shi et al. 2020 zkoumali použití matchy jako surovinu při enkapsulaci omega-3 mastných kyselin. Ty jsou velmi náchylné na oxidaci, což vede ke ztrátě jejich nutriční a senzorické hodnoty. Enkapsulace chrání oleje před

degradací, a navíc se tak mohou dodávat i v práškové formě pro zpracování do vyráběných potravin. Pro použití do funkčních potravin jsou povoleny pouze potravinářské enkapsulační matrice, pro jejichž výrobu se běžně používají bílkoviny (zejména mléčné bílkoviny) a sacharidy. Prášek matcha byl zvolen proto, že obsahuje bílkoviny a sacharidy, které jsou nezbytné pro stabilizaci struktury mikrokapsle. Je také bohatý na polyfenoly a další fytonutrienty, které mohou sloužit jako přírodní antioxidanty pro ochranu olejů před oxidací (Shi et al., 2020). Hodnotila se také antioxidační aktivita a kvalitativní vlastnosti pomazánek s přídavkem matchy a kokosového mléka. Byly připraveny s různým množstvím matcha prášku (0, 4, 8, 12 a 16 g na 100 g pomazánky). Antioxidační schopnost se zvyšovala s rostoucí koncentrací jeho přídavku a vlhkost, viskozita, barva, pH a obsah cukru byly koncentrací také ovlivněny. Sensorické hodnocení ukázalo, že pomazánka s 8 g matchy byla nejpreferovanější z hlediska barvy, chuti, textury a celkové přijatelnosti (Young-Min, Young-Sil, 2018). Poměrně novým inovativním využitím matchy, vzhledem k její vysoké antioxidační aktivitě, je využívání do jedlých obalů potravin a činí ji tak vhodnou přísadou. Těm se v posledních letech věnuje značná pozornost už jen z toho důvodu, že jsou šetrné k životnímu prostředí a často vykazují antioxidační a antimikrobiální aktivitu. Tím mohou zabráňovat tvorbě nežádoucí barvy, oxidaci lipidů či mikrobiálnímu kažení potravin a prodlužují tak jejich udržitelnost. Jedlé obaly se vyrábí z rostlinných či živočišných zdrojů a dále se různými metodami aplikují na povrch potravin. Již dlouhou dobu se hojně využívají v technologii mléka a cereálií, ovocnářství a zelinářství. Začíná se zvyšovat zájem o vývoj a využití této technologie pro zvýšení kvality a bezpečnosti masa, avšak stále nebylo dosaženo takových účinků, aby mohla být zavedena v masném průmyslu (Kılıç, Şen, 2021).

ZÁVĚR

Čaj matcha má díky svému složení široký potenciál využití v potravinářském průmyslu. Může být použit v naturální podobě či ve formě extraktu k fortifikaci receptur mnoha druhů potravin. Ceněná je především jeho antioxidační schopnost, která napomáhá chránit lidské tělo před volnými radikály a předcházet tak různým nemocem nebo

naopak může prodlužovat údržnost potravin, ochranou jejich složek před oxidací. Matcha je známá také svou unikátní chutí, sytě zelenou barvou a jako jediná se může používat v tradičních japonských čajových obřadech. Důležité je uvědomit si, že ne všechny produkty matcha jsou si rovny a jejich kvalita se může značně lišit v závislosti na značce a výrobním procesu. Matcha by se vždy měla vybírat ta nejkvalitnější, ale jako přísada do tepelně zpracovaných potravin lze použít v jakékoli kvalitě. Protože při vysoké teplotě dochází ke znehodnocení obsažených látek, často se používá pouze jako přírodní zelené barvivo.

LITERATURA

Devkota, H. P., Gaire, B. P., Hori, K., Subedi, L., Adhikari-Devkota, A., Belwal, T., Paudel, K. R., Jha, N. K., Singh, S. K., Chellappan, D. K., Hansbro, P. M., Dua, K., Kurauchi, Y. (2021): The science of matcha: Bioactive compounds, analytical techniques and biological properties. *Trends in Food Science & Technology*. 735–743.

Dietz, Ch., Dekker, M., Piqueras-Fiszman, B. (2017): An intervention study on the effect of matcha tea, in drink and snack bar formats, on mood and cognitive performance. *Food Research International*. 72–83. ISSN 0963-9969.

Fujioka, K., Iwamoto, T., Shima, H., Tomaru K., Saito, H., Ohtsuka, M., Yoshidome, A., Kawamura, Y., Manome, Y. (2016): The Powdering Process with a Set of Ceramic Mills for Green Tea Promoted Catechin Extraction and the ROS Inhibition Effect. *Molecules*.

Gaylard, L. (2017): Čajové opojení. Esence. ISBN 978-80-7549-282-1.

Cheadleová, L., Kilby, N. (2017): Kniha o čaji matcha. ISBN 978-80-7549-284-5.

Kılıç, B., Şen, D. B. (2021): Effects of edible coatings containing acai powder and matcha extracts on shelf life and quality parameters of cooked meatballs. *Meat Science*.

Kochman, J., Jakubczyk, K., Antoniewicz, J., Mruk, H., Janda, K. (2021): Health Benefits and Chemical Composition of Matcha Green Tea: A Review. *Molecules*.

Koláčková T., Sumczynski, D., Zálešáková, L., Šenkárová, L., Orsavová, J., Lanczová, N. (2020): Free and bound amino acids, minerals and trace elements in matcha (*Camellia sinensis* L.): A nutritional evaluation. *Journal of Food Composition and Analysis*.

Li, Y., Xiao, J., Tu, J., Yu, L., Niu, L. (2021): Matcha-fortified rice noodles: Characteristics of in vitro starch digestibility, antioxidant and eating quality. *LWT*.

Ouyang, Q., Wang, L., Park, B., Kang, R., Chen, Q. (2021): Simultaneous quantification of chemical constituents in matcha with visible-near infrared hyperspectral imaging technology. *Food Chemistry*.

Shi, M., Ying, D. Y., Hlaing, M. M., Ye, J., Sanguansri, L., Augustin, M. A. (2020): Oxidative stability of spray dried matcha-tuna oil powders. *Food Research International*.

Snyder, M., Clum L., Zulaica A. V. (2015): *The Matcha Miracle*. ISBN 978-1-61243-503-9.

Sokary, S., Al-Asmakh, M., Zakaria, Z., Bawadi, H. (2023): The therapeutic potential of matcha tea: A critical review on human and animal studies. *Current Research in Food Science*.

Xiang, G., Sun, H., Chen, Y., Guo, H., Liu, Y., Li, Y., Lu, Ch., Wang, X. (2023): Antioxidant and hypoglycemic activity of tea polysaccharides with different degrees of fermentation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 224–233.

Young-Min, K., Young-Sil, H. (2018): Antioxidant activities and quality characteristics of matcha (powdered green tea) spreads containing coconut milk. *Korean Journal of Food Science and Technology*.

Kontaktní adresa: Aneta Kocandová, Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: xkocando@mendelu.cz

**VPLYV PRÍDAVKU ARÓNIE ČIERNOPLODEJ
(*ARONIA MELANOCARPA* L.) NA REOLOGICKÉ VLASTNOSTI
PŠENIČNEJ MÚKY**

**THE INFLUENCE OF THE ADDITION OF BLACK CHOKEBERRY
(*ARONIA MELANOCARPA* L.) ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES
OF WHEAT FLOUR**

**Anna Kolesárová¹ – Taniana Bojňanská¹ – Miriam Solgajová¹
Andrea Mendelová¹ – Lucia Zelenáková¹**

**¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra**

ABSTRAKT

Pridávanie ovocia alebo ovocných zložiek do múky používanej na výrobu chleba a podobných výrobkov nie je bežnou praxou a tento prístup možno považovať za inovatívny. Arónia čiernoplodá môže byť vhodným materiálom pre potravinársky priemysel najmä vďaka svojim nutričným, farebným a senzorickým vlastnostiam. V práci bol sledovaný vplyv 5, 10 a 15 % prídavku lyofilizovaného prášku arónie na kvalitu cesta z pšeničnej múky pomocou prístroja Mixolab. Zvyšovanie prídavku arónie spôsobilo zníženie väznosti pšeničnej múky, viedlo k skráteniu času vývinu cesta a výraznému skráteniu stability cesta pri najvyššom prídavku (15 %). Vyššie množstvá prídavku v kompozitných múčnych zmesiach ovplyvnili najmä tvorbu škrobového gélu a jeho stabilitu.

*Kľúčové slová: arónia čiernoplodá (*Aronia melanocarpa* L.), pšeničná múka, Mixolab, reologická analýza*

ABSTRACT

Adding fruit or fruit ingredients to flour intended to make bread and similar products is not a common practice and this approach can be considered as innovative. Black chokeberry could be used as a suitable material for the food industry mainly due to its nutritional, color and sensory properties. The effect of 5 %, 10 % and 15 % addition of lyophilized chokeberry powder on the quality of wheat flour dough was monitored in the work using the Mixolab device. Increasing the addition of chokeberry

caused a reduction in the cohesiveness of wheat flour, led to a shortening of the dough development time and a significant reduction in the stability of the dough at the highest addition (15%). Higher amounts of additives in composite flour mixtures mainly affected the formation of starch gel and its stability.

Keywords: Black chokeberry (Aronia melanocarpa L.), wheat flour, Mixolab, rheological analysis

ÚVOD

Dopyt po zdravých výrobkoch výrazne ovplyvňuje návyky spotrebiteľov. 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 nevyskytujú. Vznikajú tak rozmanité produkty s priaznivými zdravotnými účinkami (Almeida et al., 2013; Tebben and Shen, 2018; Torbica et al., 2019).

Pridávanie nepekárskych surovín do kompozitných múk s pšeničnou alebo ražnou múkou zásadne mení vlastnosti týchto múk. Výrazná zmena je spôsobená najmä nižším podielom lepku tvoriacich bielkovín v týchto múkach, ale aj vyšším podielom vlákniny, prípadne iných zložiek. Pridávanie nepekárskych surovín sa podieľa na zmenách, ktoré následne ovplyvňujú celý proces výroby chleba a môžu meniť jeho konečné parametre (Bresciani and Marti, 2019; Bojňanská et al., 2012).

Arónia čiernoplodá (*Aronia melanocarpa* L.) sa používa ako okrasná rastlina, potravina a farbiaca zložka. Je bohatá na sekundárne metabolity, ako sú antokyány a flavonoidy, ktoré zohrávajú zásadnú úlohu pri ochrane pred oxidačným stresom a biotickým stresom (Kim et al., 2013; Sójka et al., 2013; Szopa et al., 2017). Čerstvé arónie majú horkastú a kyslú chuť, pričom za horkú chuť sú zodpovedné prítomné polyfenoly (antokyany, flavonoidy, celkové fenolické látky) (Kolniak et al., 2009). Obsah týchto látok v arónii je niekoľkonásobne vyšší ako v inom bobuľovom ovocí (Hwang et al., 2014; Zhang et al., 2021). Plody obsahujú hlavne vitamín C a E, ďalej A a B,

z minerálnych látok je to draslík, horčík, vápnik, železo, jód, fluór (Komžík, 2021; Juríková et al., 2017), tiež karotenoidy ako sú β -karotén a β -kryptoxantín (Kulling a Rawel, 2008).

Lyofilizácia je považovaná za jednu z najšetrnejších konzervačných metód používaných v potravinárskom priemysle (Sidor et al., 2021), ktorá umožňuje uchovávať biologicky cenné látky. Jednou z hlavných výhod lyofilizovaných potravín je, že je možné ich dlhodobo skladovať pri izbovej teplote (Calín-Sánchez et al., 2020).

Cieľom tejto práce bolo sledovanie vplyvu prídavku lyofilizovaných plodov arónie čiernoplodej (*Aronia melanocarpa* L.), v zmesi so pšeničnou múkou v rôznych pomeroch na reologickú kvalitu cesta.

MATERIÁL A METODIKA

Na hodnotenie reologických vlastností zmesových múk boli použité plody arónie čiernoplodej pochádzajúce z botanickej záhrady SPU v Nitre (Slovenská republika), zbierané po dosiahnutí úplnej zrelosti. Zrelosť sa posudzovala na základe farby, ktorá je jednou z najspoľahlivejších ukazovateľov zrelosti. Jednotlivé bobule arónie sa oddelili od stopiek, prezreté, suché plody sa vyhodili a následne sa plody lyofilizovali 5 dní pri -58°C (ilShin Lab Co., Ltd., Korea) a homogenizovali pomocou mixéra z nehrdzavejúcej ocele (BOSCH TSM6A01, Germany). Vo forme lyofilizovaného prášku sa pridávali do pšeničnej múky (T650) v množstve 5 %, 10 % a 15 %.

Príprava kompozitných múčnych zmesí

Na prípravu zmesnej múky bola použitá pšeničná múka T-650 (Miroslav Grznár MLYN ZRNO, SR). Pripravili sa nasledujúce zmesi (vzorky) s hmotnosťou 150 g:

- Vzorka K (kontrola): pšeničná múka (bez prídavku arónie)
- Vzorka A5: pšeničná múka (142,5 g) + 5 % prídavok arónie (7,5 g)
- Vzorka A10: pšeničná múka (135 g) + 10 % prídavok arónie (15 g)
- Vzorka A15: pšeničná múka (127,5 g) + 15 % prídavok arónie (22,5 g)

Reologická analýza cesta

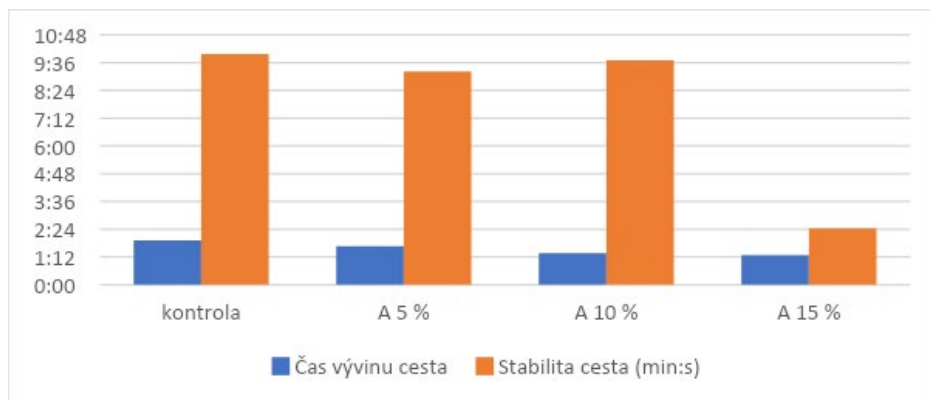
Reologické správanie múky a kompozitných múčnych zmesí sa analyzovalo na prístroji Mixolab (Chopin technologies, Francúzsko) pomocou preddefinovaného protokolu „Chopin +“ podľa ICC č. 173. Mixolab meria v reálnom čase krútiaci moment (Nm) produkovaný cestom medzi lopatkami. Test je založený na príprave konštantnej hydratovanej hmoty cesta tak, aby sa získala cieľová konzistencia počas prvej testovacej fázy. Cieľová konzistencia cesta je 1,1 Nm (+/- 0,05 Nm) (Mixolab Applications Handbook, 2012). Nastavenie testu: miešanie cesta pri 30 °C počas 8 minút, zahrievanie na 90 °C viac ako 15 minút (pri rýchlosti 4 °C /min), udržiavanie pri 90 °C počas 7 minút, ochladenie na 50 °C počas 10 minút (pri rýchlosti 4 °C /min) a udržiavanie pri 50 °C 5 min. Rýchlosť miešania sa udržiavala konštantná pri 80 ot./min. Celkový čas analýzy bol 45 min. Počas celého procesu sa zaznamenáva konzistencia a teplota cesta. Výsledky poskytli komplexnú informáciu o sile a kvalite proteínov, škrobu, aktivite enzýmov a ďalších interakciách v ceste, ktoré boli vyhodnotené softwérom prístroja.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vhodnosť alternatívnych plodín na výrobu kvalitného chleba sa skúma najmä meraním vlastností ich zmesí so pšeničnou alebo inou múkou. Zložky cesta (škrob, bielkoviny a voda) a ich interakcie hrajú dôležitú úlohu v konformačnej štruktúre, ako aj v reologických vlastnostiach (Bresciani and Marti, 2019; Bojňanská et al., 2012; Tebben, 2019).

Analýza reologických vlastností múky a kompozitných múčnych zmesí pripravených s 5, 10 a 15 % náhradou pšeničnej múky lyofilizovaným a homogenizovaným práškom arónie bola realizovaná pomocou testu Chopin+, ktorý okrem mechanickej námahy podrobuje cesto testu odolnosti voči zahriatiu, tepelnej výdrži a nasledujúcemu ochladeniu cesta. Priebeh testu bol vyhodnotený na základe dosiahnutých minimálnych a maximálnych hodnôt konzistencie cesta (obrázok 2). Reologické rozbor preukázali významný vplyv použitej suroviny a jej množstva na vlastnosti cesta. Zvyšovanie prídavku arónie viedlo k zníženiu absorpcii vody o 1,6 % až 10,8 %. Podobné výsledky boli zaznamenané tiež pri zmesných múkach s prídavkom lyofilizovaných plodov bazy

čiernej (o 8,6 % pri 15 % prídavku) (Kolesárová et al., 2022), ale napríklad 10 % prídavok sušených, mletých výliskov rakytníka hrubej a jemnej frakcie, spôsobil mierne zvýšenie väznosti pšeničnej múky o 0,4–0,8 % (Kukurová et al., 2019). Táto skutočnosť môže negatívne ovplyvniť výťažnosť cesta pripraveného s pridaním tohoto ovocia, pretože silné múky majú väčšiu absorpciu vody. Cesto z nich sa ľahko spracováva, nelepí sa, dobre sa tvaruje a je stabilnejšie (Robertson a Cao, 2001). Slabé múky majú nižšiu nasiakavosť a sú menej stabilné. Chlieb a pečivo zo slabej múky sú zvyčajne menej kysnuté, majú menší objem a menej vhodnú textúru (Bojňanská et al., 2013) preto sú vhodnejšie pre pekárske využitie, kde sa nevyžaduje počas miesenia vytvorenie kompaktnej priestorovej lepkovej siete (Fustier et al., 2009). Pridanie lyofilizovaného ovocia do kompozitných múk ovplyvnilo aj čas vývoja cesta a stabilitu cesta, čo je potrebné zväziť pri nastavovaní času miesenia v technologickom procese (obrázok 1). Pridaním plodov arónie čiernej sa čas vývoja cesta skrátil oproti kontrolnej múke v závislosti od zvyšujúceho sa podielu prídavku. Najvyšší prídavok arónie (15 %) tiež stabilitu cesta dramaticky skrátil a takéto cesto sa už len veľmi ťažko spracováva. Na rozdiel od našich výsledkov, pridanie plodov bazy čiernej výrazne predĺžilo čas vývoja cesta a stabilitu cesta o niečo skrátilo, ale cesto sa dá spracovať podobne ako kontrolné (Kolesárová et al., 2022).



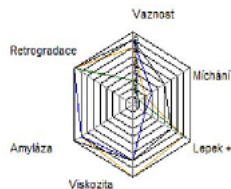
Obrázok 1: Vplyv prídavku lyofilizovanej arónie čiernoplodej na čas vývoja cesta a stabilitu cesta

Pri použití Mixolabu je konzistencia vyjadrená ako krútiaci moment v Nm (Newton meter). Absorpciu vody, ako aj mechanické vlastnosti cesta s pridanou nepekárenskou surovinou ovplyvňujú rôzne faktory, ako je zriedenie lepku alebo vlastnosti natívneho škrobu. Vo všeobecnosti platí, že nahradenie pšeničnej múky nepekárenskou múkou znižuje celkové množstvo lepku, čo vedie k vytvoreniu slabšej proteínovej siete (Miyazaki at al., 2006).

Porovnanie kriviek zaznamenávajúcich cieľový krútiaci moment cesta počas miesenia pri rôznych teplotách (Mixolab, protokol CH+) je znázornené na obrázku 1. Ukazuje, do akej miery pôsobí prídanie lyofilizovaného prášku plodov arónie na konzistenciu cesta v závislosti od ich množstva. Najnižší prídavok nemal výraznejšie iný priebeh ako kontrolná vzorka (pšeničná múka), ale výrazný vplyv na konzistenciu cesta mal prídavok v množstve 10 % aj 15 %. Tvorba škrobového gélu (C3) a jeho stabilita (C4) bola veľmi výrazná, konzistencia cesta sa značne zvýšila a vysoké hodnoty sa udržali až do konca analýzy, kedy aj ostatné vzorky dosiahli vysokú konzistenciu. Konzistencia cesta po ochladení vplyvom retrogradácie škrobu, ktorá slúži ako predikčný faktor rýchlosti starnutia pekárskych výrobkov (C5) bola nižšia v kompozitných múkach ako v múke bez prídavku, čo môže vplývať na kvalitu pekárskych výrobkov počas skladovania.

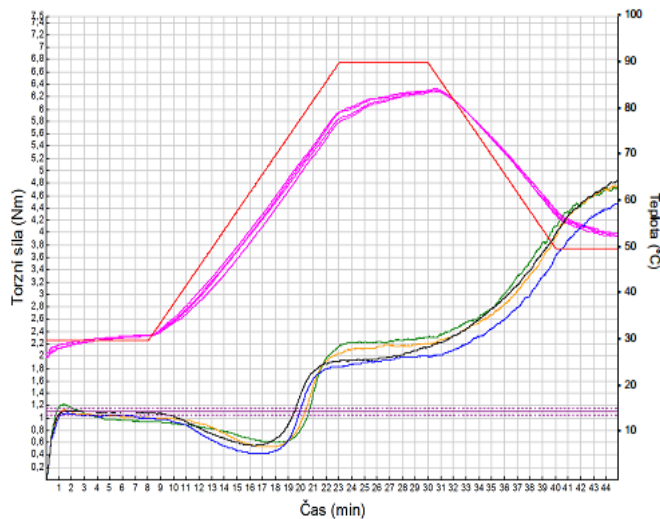
Softvér Mixolab ponúka aj funkciu profilovania, ktorá zjednodušuje dáta a výstupy spracovaním veľkých dát. Hoci sa nepovažuje primárne za výskumný nástroj, je to istým spôsobom konvertor, ktorý prevádza komplexné informácie na jednoduché indexy kvality. Obrázok 3 zobrazuje 6 indexov odstupňovaných od 0 do 9: index absorpcie vody, index miešania, index lepku+, index viskozity, index amylázy a index retrogradácie (Mixolab Applications Handbook, 2012).

CHOPIN Technologies
20 AV. MARCELLIN BERTHELOT
Z.I. DU VAL DE SEINE
92390 VILLENEUVE LA GARENNE
FRANCE



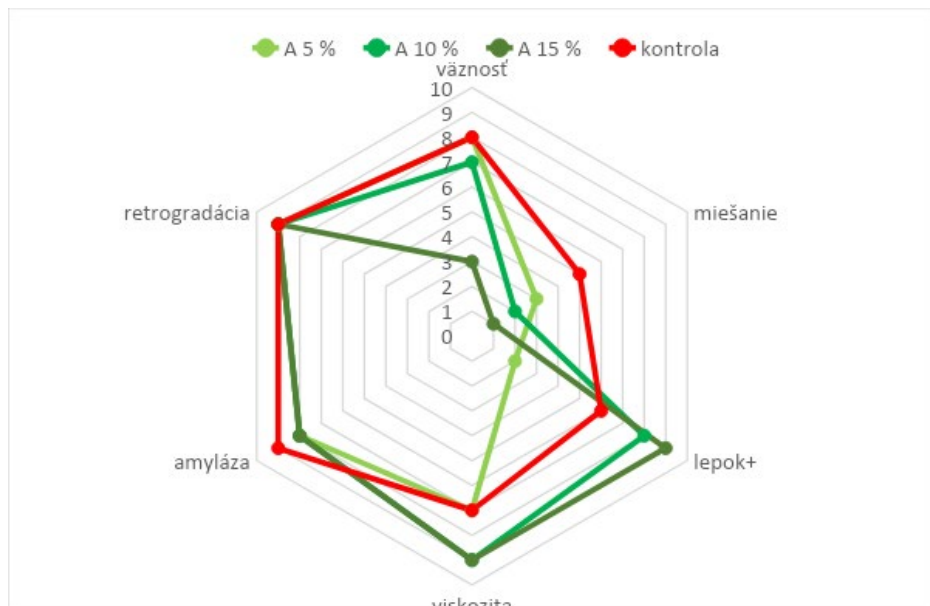
Srovnání

serie testy	Hyd (%)	Work basis	Vytváření nla	tepota sje	tepota mla
Tests AK_T650_2_10092020	64,0	b14			
Tests AK_T650_A_5_2_0210202	63,0	b14			
Tests AK_T650_A_10_2_071020	60,0	b14			
Tests AK_T650_A_15_2_051120	57,1	b14			



Obrázok 2: Vplyv teploty na cieľový krútiaci moment cesta s pridaním plodov arónie čiernoplodej (Mixolab, protokol CH+)

Jednotlivé fázy analýzy: C1 (Nm) – maximálny krútiaci moment počas miešania (používa sa na určenie absorpcie vody); C2 (Nm) – oslabenie bielkovín (indikátor kvality bielkovín); C3 (Nm) – tvorba škrobového gélu; C4 (Nm) – stabilita vytvoreného škrobového gélu; C5 (Nm) – retrogradácia škrobu počas fázy chladenia (indikátor starnutia striedky).



Obrázok 3 Cieľový profil (Profil) cesta s prídavkom arónie v množstve 5 %, 10 % a 15 % oproti kontrolnej pšeničnej múke.

Ako je vidieť z porovnania na obrázku 3 postupné zvyšovanie prídavku plodov arónie znížilo index absorpcie vody. Je to funkcia zloženia múky (bielkoviny, škrob, vláknina...), ktorá ovplyvňuje výťažnosť cesta. Čím je táto hodnota vyššia, tým viac múka absorbuje vodu. Zvyšovanie prídavku ovocných plodov výrazne ovplyvnilo index miešania, ktorý predstavuje správanie sa cesta pri miesení pri 30 °C (stabilita, doba vývoja a slabnutie). Vysoká hodnota zodpovedá vysokej stabilite cesta pri miešaní. Vyššie prídavky (10 a 15 %) plodov arónie túto hodnotu výrazne znížili v porovnaní s kontrolnou vzorkou, čo sa prejavilo aj na znížení stability cesta. Gluten+ index vyjadruje silu lepku a jeho správanie pri zahrievaní cesta. Vysoká hodnota zodpovedá vysokej odolnosti lepku voči zahrievaniu. Cesto s plodmi arónie pri vyšších prídavkoch malo vyššiu stabilitu lepku pri zahrievaní ako kontrolné pšeničné cesto, čo pravdepodobne súvisí s intenzívnou želatinizáciou škrobu pri zvyšovaní teploty cesta. Index viskozity, predstavuje zvýšenie viskozity počas zahrievania. Závisí to od aktivity amylázy a kvality škrobu. Vysoká hodnota zodpovedá vysokej viskozite cesta

počas ohrevu. Vyššie prídavky arónie zvýšili viskozitu cesta oproti pšeničnej múke. Aktivita amyláz je veľmi dôležitá z hľadiska hydrolýzy škrobu a poskytovania výživných zložiek pre kvasinky, ktoré sú potrebné pri procese kysnutia chleba a podobných produktov. Príliš vysoká aktivita amyláz však vedie k negatívnym dôsledkom spôsobeným príliš masívnym rozkladom škrobu, ktorý potom chýba pri stavbe a tvorbe štruktúry striedky (Bojňanská et al., 2013). Vysoká hodnota zodpovedá nízkej aktivite amylázy. Prídavky plodov arónie zvýšili aktivitu amylázy v porovnaní s kontrolou už v množstve prídavku 5 %. Retrogradačný index je veľmi dôležitý z hľadiska trvanlivosti výrobkov a jeho vysoká hodnota predpovedá rýchle starnutie chlebov a pečiva, ktoré strácajú vodu a sú suché a drobivé. Hodnoty tohto indexu v zmesných múkach boli na kontrolnej úrovni.

ZÁVER

Reologické analýzy preukázali významný vplyv lyofilizovaného prášku arónie čiernoplodej a jeho množstva na vlastnosti cesta, ktorý vo vyšších množstvách v kompozitných múčnych zmesiach ovplyvnil najmä tvorbu škrobového gélu a jeho stabilitu. Jeho pridanie do múk špecificky menilo reologické vlastnosti ciest, ale pomocou vhodného postupu miesenia, najmä optimalizáciou jeho dĺžky alebo množstva prídavku, je možné získať cestá s prijateľnou vlastnosťou. V kombinácii so zaujímavou farbou cesta môže táto inovatívna nepekárska a lokálna surovina prispieť k atraktivite produktov a možno ju uplatniť pri navrhovaní nových produktov so zvýšeným potenciálom zdravotných benefitov.

POĎAKOVANIE

Práca bola uskutočnená vďaka finančnej podpore projektu APVV-18-0312 Modulačné účinky fytonutrientov vo vzťahu k zdraviu spotrebiteľov.

LITERATÚRA

Almeida, E. L., Kil Chang, Y., Steel, C. J. (2013): Dietary fibre sources in bread: Influence on technological quality. *LWT-Food Sci. Technol.* 2013; 50: 545–553.

Bojňanská T, Frančáková H, Lišková M, Tokár M. (2012): Legumes – the alternative raw materials for bread production. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2012; February Special issue, 876–886.

Bojňanská T, Muchová Z, Frančáková H, Urmínská D, Mendelová A, Mareček J, Solgajová M, Vietoris V, Czako P. (2013): Evaluation of raw materials and foods of plant origin. 1st ed Nitra: Slovak University of Agriculture. ISBN 978-80-552-1086-5

Bresciani A, Marti A. (2019): Using pulses in baked products: lights, shadows, and potential solutions. *Foods*; 8:451.

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*, (9): 1261.

Fustier, P., Castaigne, F., Turgeon, S. L. and Biliaderis, C. G. (2009): Impact of commercial soft wheat flour stream on dough rheology and quality attributes of cookies. *Journal of Food Engineering*, 90 (2): 228–237.

Hwang, S. J., Yoon, W. B., Lee, O., H., Cha, S., J., Kim, J. D. (2014): Radical-scavenging-linked antioxidant activities of extracts from black chokeberry and blueberry cultivated in Korea. In: *Food Chemistry*, 388:71–77. ISSN 0308-8146.

ICC. Standard Methods of the International Association for Cereal Chemistry 173. International Association for Cereal Science and Technology. Vienna. 2010

Jurikova, T.; Mlcek, J.; Skrovankova, S.; Sumczynski, D.; Sochor, J.; Hlavacova, I.; Snopek, L.; Orsavova, J. (2017): Fruits of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* in the Prevention of Chronic Diseases. In: *Molecules*; 22(6):944. ISSN1420-3049.

Kim, B.; Ku, C.S.; Pham, T.X.; Park, Y.; Martin, D.A.; Xie, L.; Taheri, R.; Lee, J.; Bolling, B.W. (2013): *Aronia melanocarpa* (chokeberry) polyphenol-rich extract improves antioxidant function and reduces total plasma cholesterol in apolipoprotein E knockout mice. *Nutr. Res.* (33):406–413.

Kolesárová, A., Bojňanská, T., Kopčková, J., Kolesárová, A. (2022): The influence of non-traditional fruits and elder flowers on rheological properties of the dough. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 11 (6). ISSN 1338-5178.

Komžík, M. (2021): *Menej známe ovocné druhy I. diel*. Slovensko: Marián Komžík. 160 s. ISBN: 978-80-9738-680-1.

Kukurová, K., Jelemenská, V., Ciesarová, Z., Papánková, B. (2019): Vplyv rakytníka na reologické vlastnosti pšeničnej múky a kvalitu sušienok. *Trendy v potravinárstve* 1, 2019, 11–17.

Kulling, S. E., Rawel, H. M. (2008): Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A Review on the Characteristic Components and Potential Health Effects. In *Planta Medica*, vol. 74, no. 13, 1625–1634eISSN 1439-0221.

Mixolab Applications Handbook. (2012): Rheological and enzyme analyses. Analysis methods. Studies and applications. Villeneuve-la-Garenne, France: Chopin Technologies; 2012. 161 p. Available from: www.chopin.fr

Miyazaki, M., Hung, P.V., Maeda, T., Morita, N. (2006): Recent advances in application of modified starches for breadmaking. *Trends in Food Science & Technology*. 2006; 17:591–599.

Robertson, G.H, Cao, T.K. (2001): Farinograph Responses for Wheat Flour Dough Fortified with Wheat Gluten Produced by Cold-Ethanol or Water Displacement of Starch. *Cereal Chemistry*. 2001; 78:5:538–542

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*. 10(1), 44.

Sójka, M., Kołodziejczyk, K., Milala, J. (2013): Polyphenolic and basic chemical composition of black chokeberry industrial by-products. *Industrial Crops and Products*, 51, 77–86.

Szopa, A., Kokotkiewicz, A., Kubica, P., Banaszcak, P., Wojtanowska- Krośniak, A., Krośniak, M., Marzec-Wróblewska, U., Badura, A., Zagrodzki, P., Bucinski, A., Luczkiewicz, M., Ekiert, H. (2017): Comparative analysis of different groups of phenolic compounds in fruit and leaf extracts of Aronia sp.: *A. melanocarpa*, *A. arbutifolia*, and *A. ×prunifolia* and their antioxidant activities. *European Food Research and Technology*, 243, 1645–1657.

Tebben, L., Li, Y. (2019): Effect of xanthan gum on dough properties and bread qualities made from whole wheat flour. *Cereal Chemistry*; 96:263–272.

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*; 81:10–24.

Torbica, A., Belović, M., Tomić, J. (2019): Novel breads of non-wheat flours. *Food Chem*; 282:134–140.

Zhang, Y. Zhao, Y., Liu, X., Chen, X., Ding, Ch., Dong, L., Zhang, J., Sun, S., Ding, Q., Khatoom, S., Cheng, Z., Liu, W., Shen, L., Xiao, F. (2021): Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) as a new functional food relationship with health: an overview. In *Journal of Future Foods*, 1 (2):168–178 . ISSN 2772-5669.

Kolniak, J., Augustyniok, A., Oszmiański, J. (2009): Influence of fruits and vegetable addition to chokeberry purees on phenolic compounds content and quality. *Redakcja Przemysł Fermentacyjny i Owocowo Warzywny*, (53):13–15.

Kontaktná adresa: Ing. Anna Kolesárová, Ph.D., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, e-mail: anna.kolesarova@uniag.sk

ČOKOLÁDOVÉ CUKROVINKY S ALKOHOLOVOU NÁPLNÍ

CHOCOLATE CONFECTIONERY WITH ALCOHOL FILLING

Veronika Kouřilová¹ – Renáta Dufková¹ – Luděk Hřivna¹
Michaela Franková¹

¹Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, MENDELU,
Zemědělská 1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

Bylo vyrobeno 6 variant likérových pralinek z tří druhů lihovin (Božkov Republica, Božkov Republica Espresso a Fernet Stock). U těchto produktů bylo provedeno senzorické hodnocení po výrobě a následně po čtyřtýdenním skladování při 20 °C. Byl sledován vliv přídavku guarové gumy na konzistenci náplně. Výsledky senzorické analýzy byly statisticky zpracovány. Nejvíce patrné rozdíly mezi jednotlivými deskriptory byly zaznamenány v konzistenci náplně a celkovém dojmu. V těchto výrobcích je žádoucí, aby byla náplň tekutá a neobsahovala krystalky cukru. Největší rozdíl mezi variantami s přídavkem a bez přídavku guarové gumy je viditelný u deskriptoru konzistence náplně. Na základě získaných výsledků bohužel nelze jednoznačně určit konkrétní vliv použití guarové gumy do alkoholických náplní. Celkově nejlépe hodnocenými byly likérové pralinky obsahující v náplni rum Božkov Republica bez přídavku guarové gumy, a to i po 4 týdenním skladování.

Klíčová slova: čokoládové cukrovinky, likérová náplň, guarová guma, senzorická analýza

ABSTRACT

Six variants of liqueur pralines were made from three types of spirits (Božkov Republica, Božkov Republica Espresso and Fernet Stock). These products were subjected to sensory evaluation after production and then after four weeks of storage at 20 °C. The effect of the addition of guar gum on the consistency of the filling was monitored. The results of the sensory analysis were statistically processed. The most noticeable differences between the descriptors were noted in filling consistency and overall impression. In these products, it is desirable that the filling is fluid and does

not contain sugar crystals. The greatest difference between the variants with and without the addition of guar gum is seen in the filling consistency. Unfortunately, based on the results obtained, the specific effect of using guar gum in alcoholic fillings cannot be clearly determined. Overall, the best rated were the liqueur pralines containing Bozkov Republica rum without guar gum in the filling, even after 4 weeks of storage.

Keywords: chocolate confectionery, liqueur filling, guar gum, sensory analysis

ÚVOD

Mezi čokoládové cukrovinky patří dle Vyhlášky č. 76/2003 Sb. v platném znění tzv. čokoládové bonbony. Tyto výrobky jsou ve vyhlášce definovány jako potraviny o velikosti jednoho sousta vyrobené z jednoho nebo více druhů čokolády a jiných jedlých složek. Z celkové hmotnosti výrobku musí minimálně 25 % tvořit obsah čokolády. Složení surovin pro výrobu čokoládových cukrovinek s alkoholovou náplní je možné rozdělit na dvě základní kategorie. První jsou suroviny sloužící k výrobě čokolády, která tvoří obal cukrovinky. Do této skupiny se řadí kakaové máslo, mleté kakaové boby, cukr, případně mléko či emulgátor. V druhé kategorii jsou zastoupeny složky tvořící náplň, čímž jsou lihoviny, cukr, případně zahušťovadla, jako je například škrob. Hlavní složkou náplně likérových cukrovinek jsou lihoviny. Tradičně se k tomuto účelu používá brandy, rum, whisky či griotka. Kromě lihovin je možné náplně vyrábět i z rektifikovaného lihu a aromat. Dle použité výrobní technologie se různí povaha náplní. Základem náplní mohou být přesycené cukerné roztoky, které následně krystalizují, čímž dochází k vytvoření cukerné krusty. Pro plnění cukrovinek jednodukovým způsobem je nutné náplň z důvodu nízké viskozity zahustit. K tomuto účelu může sloužit například předželatinovaný škrob (Böhme et al., 2011; Minifie, 1989; Talbot, 2009).

První operací při produkci alkoholem plněných cukrovinek je tvorba čokoládových dutinek. Jde o dutinu vytvořenou z tenké vrstvy čokolády, do které se následně plní alkoholická náplň. Tradiční metoda výroby funguje na principech oscilace a gravitace. Forma na cukrovinku je nejdříve naplněna až po okraj čokoládou, poté se s formou lehce

zatřese, čímž se odstraní vzduchové bubliny. Následně se celá forma otočí dnem vzhůru a čokoláda samovolně vytéká. Formou je poté opět třepáno, aby se vytvořila souměrná vrstva čokolády ve všech částech formy. Během následujícího kroku chlazení čokoláda tuhne a vytvoří se pevná dutinka, kterou je možné plnit (Minifie, 1989). Dalším krokem výroby je plnění skořepin alkoholickou náplní, při němž je nutné hlídat výšku hladiny tekutiny. Dále je nezbytné udržet teplotu náplně nižší, než je bod tání čokolády, aby nedošlo k jejímu rozpuštění. Na povrch náplně o nízké viskozitě je poté pomocí spreje aplikována tenká vrstva tukem obohacené čokolády. Následně probíhá chlazení cukrovinky v chladicím tunelu. V dalším kroku je na formu nalita tenká vrstva čokolády, čímž je bonbon uzavřen. Výrobek je naposledy zchlazen a vyklepnut z formy (Böhme et al., 2011; Minifie, 1989).

Cukrovinky s tekutou alkoholovou náplní jsou velmi náchylné ke ztrátě kvality. Hlavními faktory, které ztrátu kvality ovlivňují, jsou migrace vlhkosti a ethanolu. Jde o změny fungující na principu difuze, kdy se migrací složek vyrovnává jejich koncentrace v jednotlivých prostředích. Tyto jevy způsobují změny v náplni, čímž může například dojít k deformaci a prasknutí cukrovinek. Migraci lze částečně zabránit dobře provedenou temperací čokolády či aplikováním bariéry mezi skořepinu a náplň. Difuzi vody a ethanolu lze zpomalit i úpravou receptury, například použitím vhodných kombinací emulgátorů či přidáním náhražek kakaového másla, tzv. *cocoa butter equivalent* (Talbot, 2009). Další typickou vadou pro čokoládu a čokoládové cukrovinky jsou výkvěty, a to tukový a cukerný. Tukový výkvět bývá obecně popisován jako šedavý film na celém povrchu čokolády a čokoládových cukrovinek, který zapříčiňuje ztrátu lesku připomínající plíseň. Tato vada bývá konzumenty považována jako neakceptovatelná, přestože nejde o zdravotně závadný jev (Beckett, 2009b; Afoakwa, 2014). Cukerný výkvět charakterizuje bílý povlak na povrchu čokolády, který je tvořen malými krystalky sacharózy. K tomuto jevu dochází v případě, že jsou cukrovinky skladovány za vysoké vlhkosti vzduchu, nebo jsou vystaveny teplotnímu šoku, kdy na jejich povrchu dochází ke kondenzaci vodních par. Cukr se v místě kontaktu s kapkami vody rozpustí, dokud nedojde k rovnováze mezi prostředím a vzniku nasyceného

roztoku. Při následném odpaření vody cukr rekrystalizuje na povrchu výrobku za vzniku cukerného výkvětu (Machálková et al., 2015; Hartel et al., 2018; Afoakwa, 2014). Tato vada se může objevit při chlazení čokolády, proto by výstupní teplota produktu měla být vyšší, než je rosný bod, aby nedocházelo ke kondenzaci vody na čokoládě (Kilcast, Subramaniam, 2011).

MATERIÁL A METODIKA

Dutinky byly vyrobeny z hořké čokolády Belcolade (firma Puratos), složené z kakaové hmoty, cukru a kakaového másla. Součástí čokoládové hmoty je také aroma přírodní vanilky a sójový lecitin (E322). Čokoláda obsahuje minimálně 55,5 % kakaové sušiny. Doporučená teplota rozpouštění čokolády při teplotě je 45–50 °C. Čokoláda je poté zchlazena na temperační teplotu 28–29 °C, při které probíhá správná krystalizace kakaového másla. Pracovní teplota se pohybuje mezi 31 a 32 °C.

Celkem bylo vyrobeno 6 variant náplní ze tří různých druhů lihovin (od společnosti Stock Plzeň-Božkov s. r. o.) – Božkov Republica, Božkov Republica Espresso a Fernet Stock. Od každé lihoviny byl vyroben jeden typ náplně bez přídavku guarové gumy a jeden typ s přídavkem guarové gumy (0,5 % na hmotnost náplně). Přehled jednotlivých receptur prezentuje tabulka 1.

Tabulka 1: Přehled recepturního složení jednotlivých variant náplní

Surovina	Varianta náplně					
	1	2	3	4	5	6
Cukr krystal	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g	500 g
Božkov Republica	170 g	170 g	x	x	x	x
Božkov Republica Espresso	x	x	170 g	170 g	x	x
Fernet Stock	x	x	x	x	170 g	170 g
Voda	110 g	110 g	110 g	110 g	110 g	110 g
Guarová guma	x	3,9 g	x	3,9 g	x	3,9 g

Výroba likérových pralinek byla provedena za standardních podmínek v poloprovozu Ústavu technologie potravin na Mendelově univerzitě v Brně. Náplň byla vyrobena svařením cukru s vodou na teplotu 110 °C. Cukerný roztok byl poté za stálého míchání

pomalu přiléván do alkoholu. Následně byla náplň zchlazena a byla do ní vmíchána guarová guma. Pro temperaci čokolády byl použit temperovací přístroj Selmi ONE, Itálie. Vytemperovaná čokoláda byla nalita do forem na cukrovinky a vyrobeny čokoládové dutinky. Po ztuhnutí byly dutinky naplněny jednotlivými likérovými náplněmi (viz obr. 1 a 2). Následovala prodleva, aby mohla proběhnout krystalizace cukru. Po krystalizaci byl proveden tzv. zátěr cukrovinek (viz obr. 3 a 4). Zavíčkované pralinky byly chlazeny a následně byly vyklepnuty z forem. První sensorické hodnocení proběhlo v den finalizace výrobků (odběr 1). Zbýlá část výrobků byla uchována po dobu 4 týdnů při skladovací teplotě 20 °C (odběr 2). Tato teplota byla zvolena z důvodu simulace pokojové teploty, při které většina zákazníků výrobky po zakoupení uchovává.



Obrázek 1: Výroba dutinek



Obrázek 2: Plnění dutinek



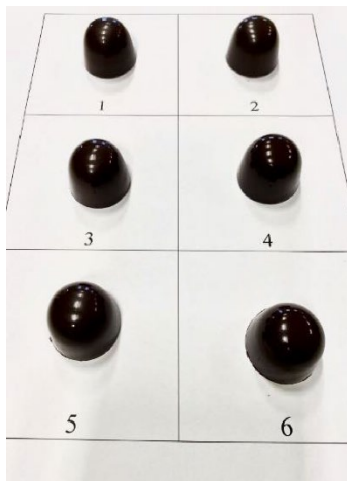
Obrázek 3: Krystalizace náplně



Obrázek 4: Zátěr pralinek

Hodnocení cukrovinek bylo zaneseno do sensorických dotazníků, ve kterých bylo hedonicky hodnoceno celkem 13 deskriptorů (barva, lesk, tukový výkvět dutinky a zátěru, vůně a tvrdost výrobku, přilnavost na patře, rozplývání v ústech, konzistence a chuť náplně, chuť celého výrobku, cizí chuť a celkový dojem). Hodnotitel zanesl výsledek pro každý deskriptor do samostatné nestrukturované stupnice o délce 100 mm. Maximální možný počet dosažených bodů pro jeden deskriptor se rovnal 100 bodům. Sensorického hodnocení se účastnilo 10 hodnotitelů, kteří byli před jeho započítáním řádně proškoleni ohledně hodnocení jednotlivých deskriptorů. Vzorky byly předkládány na světlém podkladu (bílý papír) a při pokojové teplotě (viz obr. 4).

Aby bylo možné lépe porovnat jednotlivé výrobky, byly všechny vzorky podány k hodnocení najednou. Pro neutralizaci během hodnocení vzorků byla podávána voda. První senzorické hodnocení proběhlo ihned po výrobě pralinek. Druhé hodnocení proběhlo po 4 týdnech skladování při 20 °C.



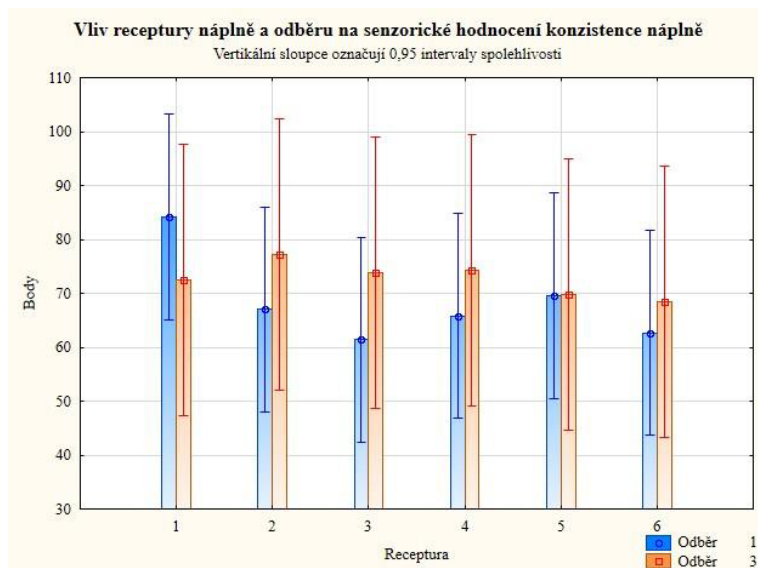
Obrázek 4: Předložené vzorky likérových pralinek

Výsledky senzorického hodnocení byly pro získání dat zpracovány v programu Microsoft Excel. Statistické hodnocení proběhlo v programu STATISTICA 12 pomocí analýzy ANOVA na hladině významnosti $p = 0,05$ ($p < 0,05$).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Nejvíce patrné rozdíly mezi jednotlivými deskriptory byly zaznamenány v konzistenci náplně a celkovém dojmu. Zásadním deskriptorem pro hodnocení likérových pralinek je konzistence náplně. V těchto výrobcích je žádoucí, aby byla náplň tekutá a neobsahovala krystalky cukru. Pro úpravu konzistence byla do náplní variant 2, 4 a 6 přidána guarová guma. Tato látka se velmi snadno hydratuje a zvyšuje viskozitu náplně. V cukerném roztoku je hydratace guarové gumy zpomalena přítomností cukru. Celková viskozita takového roztoku klesá se zvyšující se koncentrací cukru (Mudgil et al., 2011). Při hodnocení tohoto deskriptoru odpovídal plný počet bodů homogenní a tekuté náplni. Nulový počet bodů naopak znázorňoval náplň hrudkovitou a tuhou. Jednotlivé varianty

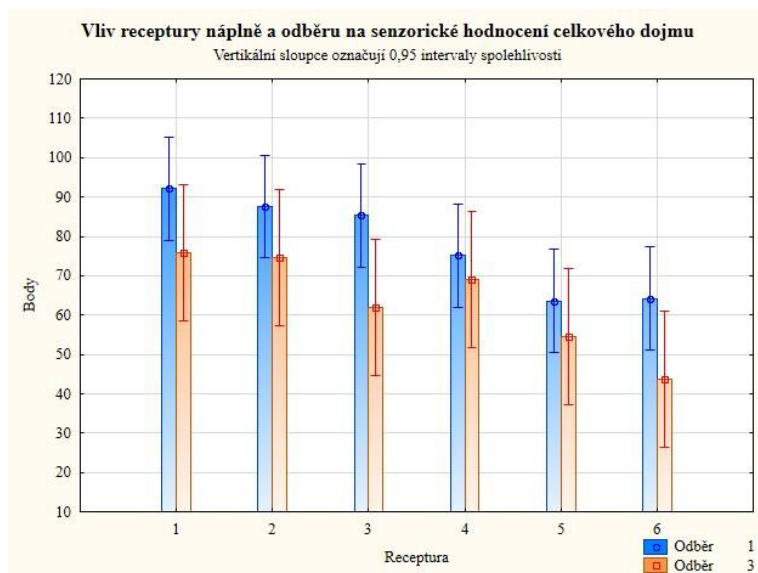
získaly během prvního sensorického hodnocení 61,4–84,1 bodů (viz obr. 5). Největší počet bodů získala varianta 1. Naopak nejhůře byla ohodnocena varianta 3. V náplni byly přítomny čtené krystalky cukru, což mělo za důsledek její hrudkovitou konzistenci. Při sensorickém hodnocení, které probíhalo po 4 týdnech skladování (odběr 2), dosahovaly výsledky variant 2–6 vyššího hodnocení než při první sensorické zkoušce. Varianta 2 měla nejvíce tekutou konzistenci a získala 77,3 bodů. Nejhůře byla hodnocena varianta 6.



1 – B. Republica, **2** – B. Republica s guarovou gumou, **3** – B. Republica Espresso, **4** – B. Republica Espresso s guarovou gumou, **5** – Fernet Stock, **6** – Fernet Stock s guarovou gumou

Celkový dojem výrobku vyjadřuje souhrn všech vlastností výrobku jako je barva, tukový výkvět, vůně, tvrdost, konzistence náplně, chuť náplně i dutinky atd. Ideální výrobek by měl mít pro čokoládu typicky hnědou barvu a dutinku i zátěr bez tukového výkvětu. Povrch pralinky by měl být lesklý, bez prasklin a známek prýštění obsahu. Likérová náplň by měla mít tekutou konzistenci, bez přítomnosti cukerných krystalů. Chuť pralinky má být charakteristická pro druh použité lihoviny a typ čokolády (Minifie, 1989). Z obr. 6 je patrné, že varianty z prvního odběru byly hodnoceny lépe

než z odběru posledního. Varianty z prvního odběru byly čerstvé, a proto dosahovaly takto vysokého hodnocení. Při dalším odběru, tedy po měsíci skladování, se již na výrobcích projevily senzorické nedostatky. I přesto, byla stále většina výrobků hodnocena nadprůměrně. Celkově nejlépe byla při obou odběrech hodnocena varianta 1, která nejdříve dosáhla počtu 92,1 bodů a při hodnocení po měsíčním skladování 75,8 bodů. Druhým nejlépe hodnoceným výrobkem (87,6 a 74,5 bodů) byla varianta 2, k jejíž výrobě byl použit stejný typ alkoholu jako ve variantě 1. Naopak nejhoršího celkového dojmu dosáhla při prvním odběru varianta 5, která získala 63,6 bodů. Při druhém odběru skončila na posledním místě s 43,8 body 6. varianta. Zde se jednoznačně projevil vliv náplně.



1 – B. Republica, **2** – B. Republica s guarovou gumou, **3** – B. Republica Espresso, **4** – B. Republica Espresso s guarovou gumou, **5** – Fernet Stock, **6** – Fernet Stock s guarovou gumou

ZÁVĚR

Vliv přídavku guarové gumy je možné pozorovat mezi variantami se stejným druhem lihoviny v náplni. Největší rozdíl mezi výrobky s přídavkem a bez přídavku guarové gumy je viditelný u deskriptoru konzistence náplně. Výrazný rozdíl lze pozorovat mezi

vzorky 1 a 2, kde vzorek 2 obsahující guarovou gumu získal během prvního hodnocení výrazně nižší počet bodů. Podobně je tomu u vzorků 5 a 6. Při prvním odběru nebyl tento trend pozorován u vzorků 3 a 4, což by mohlo být způsobeno podstatně vyšší koncentrací cukru v použité lihovině. Vysoká koncentrace cukru totiž snižuje schopnost hydratace guarové gumy. Naopak při druhém senzorickém hodnocení konzistence byly varianty 2 a 4 s náplní obsahující guarovou gumu hodnoceny lépe než vzorky bez guarové gumy, tedy u těchto variant byl zaznamenán pozitivní vliv přídavku guarové gumy na konzistenci náplně. Při druhém senzorickém hodnocení je možné pozorovat rozdíl také u deskriptoru chutě náplně odpovídající surovině. V tomto případě všechny vzorky obsahující guarovou gumu získaly nižší počet bodů, což dokazuje negativní vliv guarové gumy na chuť náplně. Z celkového hodnocení vyplývá, že chuťově nejlepším druhem lihoviny použitým do náplně cukrovinek byl rum Božkov Republica. V případě náplně z lihoviny Božkov Republica Espresso se na hodnocení projevila příliš vysoká koncentrace cukru v tomto nápoji. Výsledná náplň byla po přídavku cukru příliš sladká. Nejhůře bodově ohodnoceny byly pralinky obsahující bitter Fernet Stock. Tento výsledek byl hodnotiteli nejčastěji zdůvodněn příliš výrazným bylinným aroma použité lihoviny.

LITERATURA

Afoakwa, E. O. (2014): *Cocoa Production and Processing Technology*. 1. ed. CRC Press Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-4665-9824-9.

Beckett, S. T. (2009b): *Industrial Chocolate Manufacture and Use*. 4. ed. Blackwell Publishing Ltd. ISBN 978-1-405-13949-6.

Böhme, B., et al. (2011): Effect of Alcohol in Starch-Thickened Fillings on the Storage Stability of Dark Chocolate Pralines. *J. Am. Oil Chem. Soc.* [online], vol. 89 [cit. 2023-02-06], 447–454. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11746-011-1937-2>.

Hartel, R., et al. (2018): *Confectionery Science and Technology* [online]. Springer [cit. 2020-11-10]. ISBN 978-3-319-61742-8.

Kilcast, D., Subramaniam, P. (2011): Food and beverage stability and shelf life. Cambridge, UK: Woodhead Publishing Limited. ISBN 978-1-84569-701-3.

Machálková, L., et al. (2015): The effect of storage temperature on the quality and formation of blooming defects in chocolate confectionery. *Potravinářstvo*, vol. 9, no. 1, 39–47. ISSN 1337-0960.

Minifie, B. W. (1989): Chocolate, Cocoa, and Confectionery: Science and Technology. 1. ed. Van Nostrand Reinhold: New York. ISBN 978-94-011-7926-3.

Talbot, G. (2009b): Product design and shelf-life issues: moisture and ethanol migration. In: Talbot, G. (ed.). Science and Technology of Enrobed and Filled Chocolate, Confectionery and Bakery Products. Woodhead Publishing, 211–232. ISBN 978-1-84569-390-9.

Vyhláška č. 76/2003 Sb., o stanovení požadavků pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. In: *Sbírka zákonů*, no. 2003, vol. 76 [cit. 2023-02-06].

Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-76#oddil5>.

Kontaktní adresa: Ing. Veronika Kouřilová, Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: veronika.kourilova@mendelu.cz

DISKRIMINAČNÍ ANALÝZA SALÁMŮ POLIČAN POMOCÍ BLÍZKÉ INFRAČERVENÉ SPEKTROMETRIE S FOURIEROVOU TRANSFORMACÍ

DISCRIMINANT ANALYSIS OF POLIČAN SAUSAGES BY FOURIER TRANSFORM NEAR INFRARED SPECTROSCOPY

**Michaela Králová¹ – Klára Bartáková¹ – František Ježek¹
Alena Zouharová¹ – Josef Kameník¹**

**¹Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie
FVHE, Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno**

ABSTRAKT

Při skladování salámů Poličan byla použita diskriminační analýza metodou blízké infračervené spektrometrie s Fourierovou transformací (FT-NIRs). Vzorky byly skladovány po dobu sedmi týdnů. Spektra poličanu byla měřena na integrační sféře v režimu reflektance s použitím kompresní kyvety ve spektrálním rozsahu 10 000–4 000 cm⁻¹. Mezi spektry vzorků (dílo až 1.–7. týden zrání) získaných z jedné šarže byla za použití 5 hlavních komponent popsána 100% variabilita, všechny vzorky byly zařazeny do správné třídy. Po rozšíření kalibrační sady o vzorky z dalších šarží byl vytvořen kalibrační model s 10 hlavními komponentami, kdy byla zjištěna 99,9% variabilita. Šest vzorků nebylo přiřazeno do správné třídy, ale do třídy vedlejší. Z výsledků vyplývá, že Mahalanobisova vzdálenost roste s dobou skladování. Blízká infračervená spektrometrie (NIR) patří k rychlé technice schopné posoudit kvalitu masných výrobků.

Klíčová slova: Mahalanobisova vzdálenost, skladování, zrání

ABSTRACT

Discriminant analysis was used during ripening of Poličan sausages by Fourier transform near infrared spectroscopy method (FT-NIRs). Samples were stored during seven weeks. The spectra of Poličan were measured at the integration sphere in reflectance mode with the use of a compressive cell in the spectral range of 10 000–4 000 cm⁻¹. Five principal components and 100% variability was described between the spectra scanned in different weeks of sample from one batch, all samples were

classified into the correct class. After expanding the calibration set with samples from other batches, a calibration model was created with 10 principal components, when 99.9% variability was found. Six samples were not assigned to the correct class, but to the next. The results show that the Mahalanobis distance increases with ripening time. Near-infrared spectroscopy (NIRs) belongs to a rapid technique able to assess meat products quality.

Keywords: Mahalanobis distance, storage, ripening

ÚVOD

Blízká infračervená spektrometrie (800–2 500 nm; 12 000–4 000 cm^{-1}) se stala za poslední roky jednou z nejatraktivnějších a nejpoužívanějších metod pro analýzu potravin a kontrolu kvality z řady důvodů. Tato metoda představuje nedestruktivní analytický nástroj, který umožňuje rychlou a současnou kvalitativní a kvantitativní charakterizaci široké škály vzorků s ohledem na jejich chemické složení a fyzikální vlastnosti (Beć et al., 2022; Zeng et al., 2021). Nedestruktivní testování potravin se stává stále důležitějším v důsledku rozšiřující se automatizace začlenění dalších a efektivnějších procesů do potravinářského průmyslu (Králová et al., 2014). Pokroky v oblasti NIR spektrometrie a chemometrie nesmírně zvýšily potenciál této techniky jako spolehlivého on/in line monitorovacího nástroje pro masný průmysl (Dixit et al., 2017).

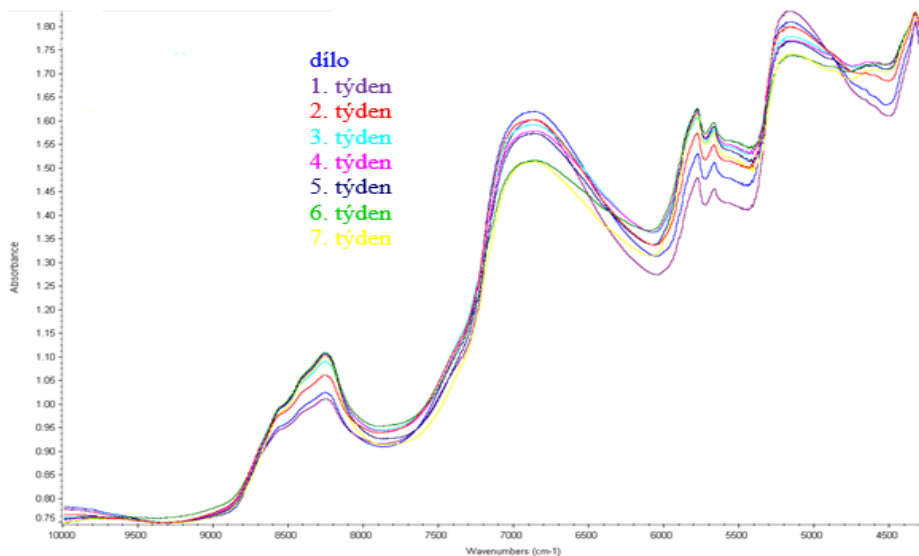
Mezi klasifikační spektrální techniku se řadí diskriminační analýza. Tato metoda určuje, do které třídy známých materiálů v kalibračním modelu neznámý vzorek patří. Výsledkem analýzy je jméno třídy nebo tříd, které jsou hodnocenému spektru nejpodobnější (Mlček et al., 2006).

Cílem této studie bylo využít diskriminační analýzu metodou blízké infračervené spektrometrie s Fourierovou transformací pro stanovení doby zrání salámů poličan.

MATERIÁL A METODIKA

Vzorky salámu poličan byly zakoupeny od různých výrobců v České republice. Pro analýzu byly vzorky odebírány v pravidelných intervalech od díla až do 7. týdne zrání.

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 (obrázek 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} .



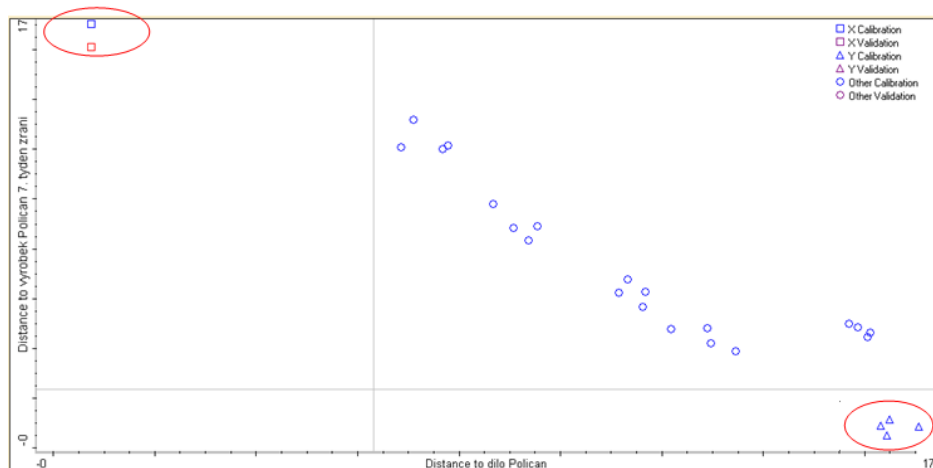
Obrázek 1: Spektra salámů Poličan (dílo a 1.–7. týden zrání)

Naměřená spektra byla dále zpracována v programu TQ Analyst verze 6.2.1.509 (Thermo Electron Corporation, Madison, USA) metodou diskriminační analýzy, kdy byly zhotoveny kalibrační model pro vzorky z jedné šarže ($n = 30$) a dále kalibrační model rozšířený o vzorky z více šarží od různých výrobců ($n = 112$).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Byla provedena diskriminační analýza u vzorků salámů poličan z jedné šarže (dílo, 1.–7. týden zrání) a zjištěna 100% variabilita, všechny vzorky byly zařazeny do správné třídy (viz obrázek 2). Po rozšíření kalibračního souboru o vzorky z dalších šarží byl vytvořen kalibrační model (celkem 112 vzorků), kdy byla nalezena 99,9% variabilita. Šest vzorků nebylo zařazeno do správné třídy, ale třídy vedlejší. Součástí výsledku

může být také tzv. Mahalanobisova vzdálenost, tj. vzdálenost neznámého vzorku od těžiště vyhodnocené třídy (Mlček et al., 2006). V tabulce 1 jsou uvedeny průměrné hodnoty Mahalanobisovy vzdálenosti od aktuální třídy k jednotlivým týdnům skladování. Z výsledků vyplývá, že Mahalanobisova vzdálenost roste s dobou skladování. Na obrázku 2 je patrný diskriminační kříž, který od sebe oddělil dílo a vzorky ze 7. týdne zrání.



Obrázek 2: Diskriminační analýza – salám Poličan z jedné šarže - dílo (□) x 7. týden zrání (Δ). Symbolem kolečka jsou vždy označeny ostatní vzorky, které nejsou zrovna v grafu mezi sebou porovnávány.

Při tvorbě kalibračního modelu jsou kondenzovány všechny spektrální informace ve spektru do souboru nových proměnných, tzv. faktorů (Principal Component, PC), které uchovávají původní informace (Králová et al., 2014; Revilla et al., 2020). Pro kalibrační model u salámů z jedné šarže bylo použito 5 PC, druhý kalibrační model byl vytvořen pomocí 10 PC. Každý faktor reprezentuje nezávislý zdroj proměnlivosti v kalibračních datech. Faktory jsou seřazeny podle množství variability, kterou reprezentují. Při definici třídy materiálu pomocí více kalibračních standardů vzniká v kalibračním modelu shluk bodů – tzv. klastr. Analýza neznámého vzorku promítá posuzované spektrum do prostoru a přiřazuje ho k nejbližší definované třídě, přičemž lze mimo jména třídy získat i vzdálenost analyzovaného spektra od těžiště klastru této

třídy (Nicolet CZ, 2017). Při definici kalibračního modelu je možno použít spektrální informace celého spektra, nebo jeho částí. Pro vytvoření kalibračních modelů nebyly použity matematické úpravy spekter. Rozsah regionu pro kalibrační model z jedné šarže výrobků byl $9\,881,46\text{--}4\,119,21\text{ cm}^{-1}$, pro kalibrační model ze vzorků z více šarží a od více výrobců byl $8\,851,66\text{--}4\,038,21$ při dvoubodové základní linii s fixní lokací bodů $7\,729,29$ a $4\,493,33\text{ cm}^{-1}$.

Tabulka 1: Mahalanobisova vzdálenost (průměrné hodnoty) od aktuální třídy k jednotlivým týdnům skladování

Aktuální třída	Vzdálenost k týdnům							
	dílo	1. týden	2. týden	3. týden	4. týden	5. týden	6. týden	7. týden
Vzorky z jedné šarže od jednoho výrobce (n = 30)								
dílo	0,74	7,11	7,35	9,15	11,41	12,87	15,93	16,57
1. týden	7,16	0,86	8,99	12,16	14,51	16,09	19,56	19,64
2. týden	7,35	8,98	0,83	3,78	6,57	8,31	11,98	12,37
3. týden	9,17	12,16	3,80	0,88	3,04	4,92	8,55	8,97
4. týden	11,44	14,53	6,61	3,12	1,10	2,80	6,09	6,24
5. týden	12,87	16,09	8,31	4,92	2,70	0,78	5,84	4,43
6. týden	15,93	19,55	11,97	8,54	6,02	5,81	0,48	4,73
7. týden	16,58	19,64	12,38	8,99	6,21	4,45	4,75	0,85
Vzorky z více šarží od více výrobců (n = 112)								
dílo	1,19	2,25	3,81	4,87	5,59	6,25	6,73	7,20
1. týden	2,17	1,12	2,95	4,06	4,81	5,50	6,02	6,49
2. týden	3,72	2,86	0,92	1,69	2,68	3,47	4,21	4,78
3. týden	4,79	3,99	1,65	0,81	1,46	2,18	2,95	3,54
4. týden	5,52	4,76	2,67	1,48	0,83	1,17	1,87	2,46
5. týden	6,19	5,45	3,47	2,21	1,19	0,83	1,23	1,79
6. týden	6,69	5,99	4,21	2,97	1,89	1,25	0,91	1,30
7. týden	7,14	6,45	4,77	3,55	2,46	1,77	1,22	0,83

Tučně jsou v tabulce vyznačeny hodnoty průměrné vzdálenosti od středu shluku ke každému vzorku v aktuální třídě.

Mahalanobisovu vzdálenost a počet hlavních komponent navržený modelem Principal Component Analysis použili ve své práci také Ortiz et al. (2021). Diskriminační analýza byla využita pro sledování zrání tvarůžků, kde i přes 100% variabilitu bylo 14 spekter chybně zařazeno do správné třídy (Králová et al., 2014). Další z autorů, kteří ve své práci využili Principal Component Analysis v kombinaci s PLS-DA (Partial Least Square – Discriminant Analysis) byli González-Mohino et al. (2020). Výsledky jejich multifunkční analýzy dat ukázaly schopnost monitorovat a klasifikovat různé fáze procesu zrání u salámů, hlavně kroky fermentace a sušení. Jejich studie ukázala, že NIR zařízení je nedestruktivní, jednoduchý, neinvazivní, rychlý a cenově výhodný nástroj se schopností sledovat zpracování fermentovaných salámů.

ZÁVĚR

Diskriminační analýza patří mezi kvalitativní metody, které využívá blízká infračervená spektrometrie. Pomocí této metody bylo možné klasifikovat vzorky salámu poličan do předem definovaných tříd (zrání v týdnech) se 100% variabilitou u vzorků získaných z jedné šarže a 99,9% variabilitou u vzorků pocházejících z více šarží a od více výrobců. 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 poličan.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek 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.

LITERATURA

- Beć, K. B., Grabska, J., Huck, C. W. (2022): Miniaturized NIR spectroscopy in food analysis and quality control: Promises, challenges, and perspectives. *Foods*, 11: 1465.
- Dixit, Y., Casado-Gavaldà, M. P., Cama-Moncunill, R., Cama-Moncunill, X., Markiewicz-Keszycka, M., Cullen, P. J., Sullivan, C. (2017): Developments and challenges in online NIR spectroscopy for meat processing. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(6): 1172–1187.
- González-Mohino, A., Pérez-Palacios, T., Antequera, T., Ruiz-Carrascal, J., Olegario, L. S., Grassi, S. (2020): Monitoring the processing of dry fermented sausages with a portable NIRS device. *Foods*, 9: 1294.
- Králová, M., Procházková, Z., Svobodová, V., Mařicová, E., Janštová, B., Vorlová, L. (2014): Discriminant analysis of Olomouc curd cheese by Fourier transform near infrared spectroscopy. *Czech Journal of Food Science*, 32(1): 31–36.
- 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*, 51(8): 361–368.
- Nicolet CZ. (2007): Spektroskopický software TQ Analyst. Stručný návod. Praha: Nicolet CZ. Thermo Scientific Molecular Spectroscopy.
- Ortiz, A., León, L., Contador, R., Tejerina, D. (2021): Potencial use of near infrared spectroscopy (NIRS) to categorise Chorizo sausages from Iberian pigs according to several quality standards. *Applied Sciences*, 11(23): 11379.
- Revilla, I., Vivar-Quintana, A. M., González-Martín, M. I., Hernández-Jiménez, M., Martínez-Martín, I., Hernández-Ramos, P. (2020): NIR spectroscopy for discriminating and predicting the sensory profile of dry-cured beef „Cecina“. *Sensors*, 20: 6892.
- Zeng, J., Guo, Y., Han, Y., Li, Z., Yang, Z., Chai, Q., Wang, W., Zhang, Y., Fu, C. (2021): A review of the discriminant analysis methods for food quality based on near-infrared spectroscopy and pattern recognition. *Molecules*, 26: 749.

Kontaktní adresa: MVDr. Michaela Králová, 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: kralovam@vfu.cz

KVALITA FERMENTOVANÉHO MÄSOVÉHO VÝROBKU PO PRÍDAVKU EXTRAKTU Z ČIERNYCH RÍBEZLÍ (*RIBES NIGRUM*)

QUALITY OF FERMENTED MEAT PRODUCT AFTER THE ADDITION OF BLACK CURRANT EXTRACT (*RIBES NIGRUM*)

Miroslav Kročko¹ – Viera Ducková¹ – Jana Tkáčová¹ – Marek Bobko¹
Lukáš Jurčaga¹ – Matej Čech¹ – Peter Herc¹

¹Katedra technológie a kvality potravín živočíšneho pôvodu,
Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská
poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra,
Slovenská republika

ABSTRAKT

Cieľom práce bolo zistiť vplyv extraktu z čiernych ríbezlí na fyzikálno-chemické vlastnosti a mikrobiologickú kvalitu fermentovaných mäsových výrobkov ako aj schopnosť prežitia baktérií štartovacej kultúry (*Staphylococcus xylosus*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus rhamnosus*). Odber vzoriek sa uskutočnil po 5, 15, 30 a 45 dňoch zrenia a skladovania. Prídavok extraktu z čiernych ríbezlí v množstve 3 a 5 cm³ · kg⁻¹ neovplyvnil nepriaznivo proces zrenia stanovený na základe hodnôt pH a aw. Po 30 dňoch zrenia sa v experimentálnych skupinách zistili nižšie hodnoty MDA s nižším prídavkom extraktov v porovnaní so vzorkami s prídavkom extraktov v množstve 5 cm³ · kg⁻¹. Baktérie čeľade Enterobacteriaceae a mikroskopické vláknité huby sa po 30 a 45 dňoch zrenia nedetegovali. Mikrobiologická analýza preukázala, že pridanie extraktov z čiernych ríbezlí nepotlačilo rast štartovacích baktérií. Vo všetkých testovaných skupinách prevládali baktérie rodu *Lactobacillus* a *Staphylococcus*. S pribúdajúcim časom zrenia sa počet kvasiniek postupne zvyšoval.

Kľúčové slová: antioxidačná aktivita, čierne ríbezle, suché fermentované klobásky, kvalita

ABSTRACT

The aim of the work was to determine the effect of blackcurrant extract on the physico-chemical properties and microbiological quality of fermented meat products as well as the survival ability of starter bacteria (*Staphylococcus xylosus*,

Lactobacillus curvatus, *Lactobacillus rhamnosus*). Sampling was done after 5, 15, 30 and 45 days of ripening and storage. Addition of blackcurrant extract in amounts of 3 and 5 cm³. kg⁻¹ did not adversely affect the ripening process determined on the basis of pH and a_w values. After 30 days of ripening, lower MDA values were found in the experimental groups with lower addition of extracts compared to the samples with the addition of extracts in the amount of 5 cm³. kg⁻¹. Enterobacteriaceae and microscopic filamentous fungi were not detected after 30 and 45 days of ripening. Microbiological analysis demonstrated that the addition of blackcurrant extracts did not suppress the growth of starter bacteria. *Lactobacillus* and *Staphylococcus* prevailed in all groups. As the ripening time increased, the number of yeasts gradually increased.

Keywords: antioxidant activity, black currant, dry fermented sausages, quality

ÚVOD

Použitie rastlinných častí ako zdroja antioxidantov pri výrobe mäsových výrobkov predstavuje alternatívny spôsob stabilizácie týchto výrobkov voči tradične využívaným syntetickým prídavným látkam. Z tohto hľadiska sa prvoradým záujmom stalo skúmanie stratégií vývoja a výroby zdravších mäsových výrobkov (Munekata et al., 2020). Známe sú štúdie zaoberajúce sa analýzou plodov/semien rastlín obsahujúcich polyfenoly, s cieľom hľadať zlúčeniny s antioxidačnou aktivitou, ktorých extrakty by mohli nahradiť syntetické antioxidanty a zachovať kvalitu mäsových výrobkov. Rastlinné extrakty s obsahom polyfenolov môžu podľa Munekata et al. (2020) zlepšiť antioxidačnú kapacitu mäsových výrobkov tým, že zabraňujú alebo oneskorujú oxidáciu mastných kyselín, bielkovín a mäsových pigmentov, čo vedie k zachovaniu senzorických atribútov fermentovaných mäsových výrobkov. Polyfenoly majú okrem antioxidačného efektu aj rôzne ďalšie biologické účinky ako napr. protikarcinogénny, protizápalový alebo antimikrobiálny (Ehsani et al., 2017). Na polyfenoly sú bohaté plody rastlín ako sú: vinič hroznový, ríbezla čierna, ruža šípová, rakytník rašetliakový. Vysoké koncentrácie antioxidantov obsahuje aj granátové jablko, jahody, slivky, oreľník farbiarsky, acerola (Realini et al., 2015; Cuong a Chin,

2016; García-Lomillo et al., 2017; Muneakata et al., 2020). Ich antioxidačné schopnosti súvisia s vysokým obsahom bioaktívnych látok ako sú napr. fenolové kyseliny, flavonoidy, antokyány, triesloviny a kyselina askorbová. Vďaka týmto vlastnostiam je ich používanie čoraz obľúbenejšie aj v mäsovom priemysle (Okatan, 2020). Rastlinné extrakty ako antioxidanty sa do mäsa zapracúvajú rozpustené vo vode alebo vodou nerozpustné vo forme extraktov a práškov (Lorenzo et al., 2018).

Cieľom práce bolo analyzovať vplyv prídavku extraktu ríbezle čiernej (*Ribes nigrum*) na kvalitatívne ukazovatele trvanlivého fermentovaného mäsového výrobku.

MATERIÁL A METODIKA

Výroba trvanlivého fermentovaného mäsového výrobku sa uskutočnila v malom výrobnom podniku so zabezpečením minimálnej sekundárnej kontaminácie surovín ako aj nástrojov. Na prípravu mäsového diela sa použilo 5 kg bravčového mäsa, ktoré sa pomlelo na mlynčeku cez reznú dosku s otvormi 6 mm. Na prípravu klobásy sme použili 70 % chudej svaloviny a 30 % slaniny.

Pripravená mäsová hmota zmiešaná spolu s koreninami a štartovacími kultúrami sa rovnomerne rozdelili na 3 časti. Prvá časť neobsahovala prídavok rastlinných extraktov. Do druhej časti sa pridal extrakt z čiernych ríbezlí v množstve $3 \text{ cm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ a do tretej časti sa pridal rovnaký extrakt, ale v množstve $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$. Do všetkých skupín sa pridala štartovacia kultúra (Lyocarni VHI-85, Taliansko) v množstve $0,2 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Štartovacia kultúra obsahovala nasledovné druhy mikroorganizmov: *Staphylococcus xylosus*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus rhamnosus*. Pripravené skupiny sa označili nasledovne:

Vzorka č. 1 – bez prídavku rastlinných extraktov (C)

Vzorka č. 2 – prídavok extraktu ríbezle čiernej v množstve $3 \text{ cm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ (RE 3)

Vzorka č. 3 – prídavok extraktu ríbezle čiernej v množstve $5 \text{ cm}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ (RE 5)

Po premiešaní sa každá skupina mäsového diela plnila do bravčových čriev s priemerom 36–38 mm. Výrobky sa následne vysušili a mierne vyfarbili v klimatizovanej komore po dobu 10 hodín. Po prvej fáze nasledovalo údenie studeným dymom taktiež po dobu

10 hodín. Po zaúdení sa výrobky vložili naspäť do klimatizovanej komory, kde sa postupne menila relatívna vlhkosť z 90 % na 75 %, teplota z 18 °C na 16 °C a prúdenie vzduchu. Zrenie a skladovanie klobás po dobu 5, 15, 30 a 45 dní sa uskutočnilo v klimatizovanej komore.

Stanovenie pH

Hodnoty pH sa stanovovali priebežne počas celej doby zrenia a skladovania pomocou pH metra Gryf 259 (Česká republika).

Stanovenie vodnej aktivity (a_w)

Vodná aktivita sa merala prístrojom Testo 645 (Nemecko) po 5, 15, 30 a 45 dňoch zrenia a skladovania.

Stanovenie mikrobiologických ukazovateľov

- baktérie čeľade Enterobacteriaceae (ETB) sa stanovovali na živnej pôde VRBG kultiváciou v termostate Biological Thermostat BT 120 pri teplote 37 °C ± 1°C. Po 24 hodinách kultivácie sa odčítali počty ETB (STN ISO 21528-2, 2007),
- baktérie rodu *Lactobacillus* sa stanovovali na živnej pôde MRS kultiváciou v termostate Biological Thermostat BT 120 pri teplote 37 °C ± 1°C. Po 5 dňoch kultivácie sa odčítali ich počty (STN ISO 15214, 2002),
- mikroskopické vláknité huby (MVH) a kvasinky sa stanovovali na živnej pôde DG 18 a DRBC kultiváciou v termostate Biological Thermostat BT 120 pri teplote 25 °C ± 1°C. Po 5 dňoch kultivácie sa odčítali ich počty (STN ISO 21527-2, 2010),
- baktérie rodu *Staphylococcus* sa stanovovali na živnej pôde MSA (Manitol salt agar) kultiváciou v termostate Biological Thermostat BT 120 pri teplote 37 °C ± 1°C. Po 3 dňoch kultivácie sa odčítali ich počty.

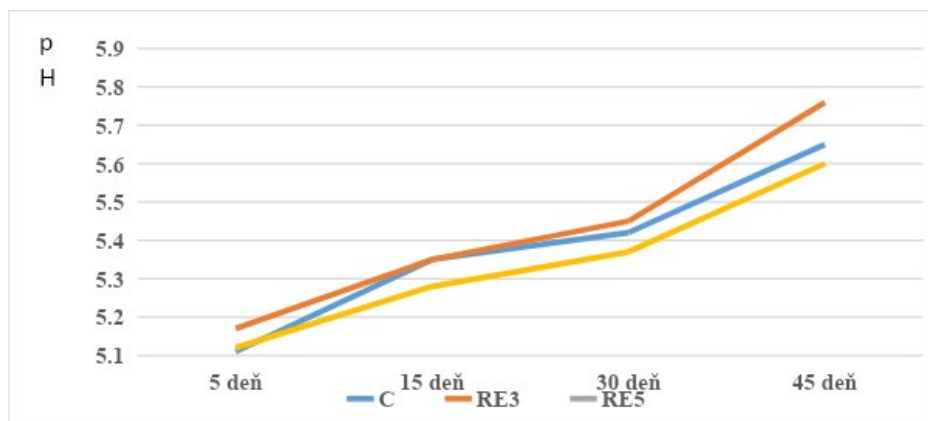
Stanovenie oxidačnej stability

Oxidačná stabilita fermentovaných mäsových výrobkov je založená na meraní koncentrácie malondialdehydu (MDA) tiobarbiturátovým testom s použitím roztoku kyseliny 2-tiobarbiturovej (TBA).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

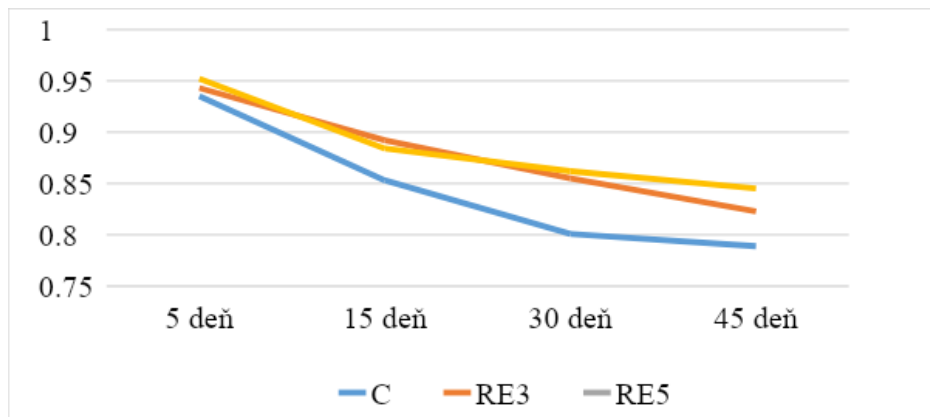
Podľa Vyhlášky č. 83 Z. z. (2016) sa trvanlivé tepelne neopracované mäsové výrobky (TTNMV) na konci doby zrenia rozdeľujú podľa hodnoty pH a a_w nasledovne:

- Fermentovaný a sušený trvanlivý tepelne neopracovaný mäsový výrobok – hodnota pH pod 5,5 a hodnota aktivity vody najviac 0,93.
- Sušený trvanlivý tepelne neopracovaný mäsový výrobok – hodnota pH 5,5–6,2 a hodnota aktivity vody pod 0,89.
- Sušené mäso – hodnota aktivity vody maximálne 0,9.

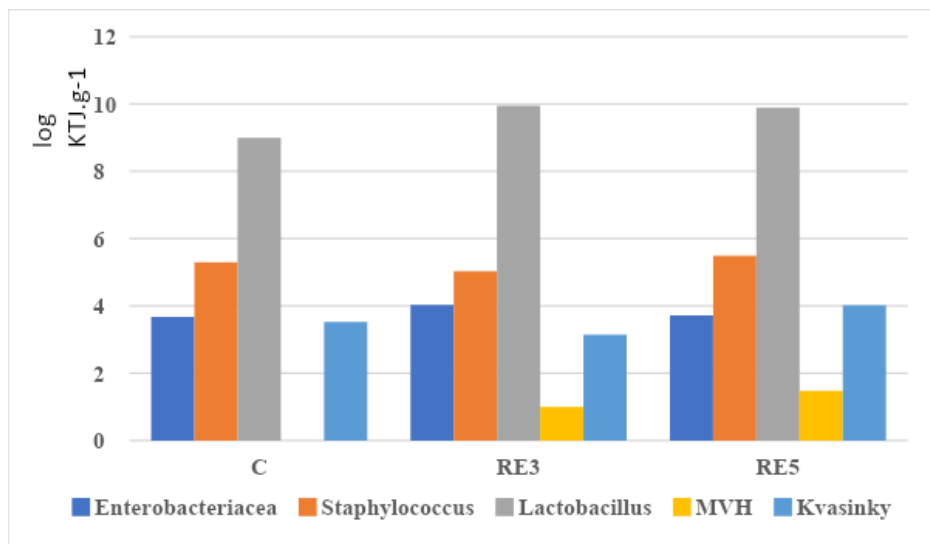


Obrázok 1: Hodnota pH stanovená vo fermentovaných mäsových výrobkoch v priebehu 45 dní zrenia a skladovania

Na základe uvedenej vyhlášky možno hodnotené vzorky považovať za fermentovaný a sušený mäsový výrobok. Dôvodom je, že počas celej doby zrenia (30 dní) sa hodnota pH pohybovala pod úrovňou 5,5 (obrázok 1). Hodnoty aktivity vody sa v týchto výrobkoch prudko znižovali a už po 15 dňoch zrenia dosiahli hodnotu pod 0,93 (obrázok 2). Za dôvod prudkého zníženia aktivity vody možno považovať zvýšenú cirkuláciu vzduchu v klimatizovanej komore.



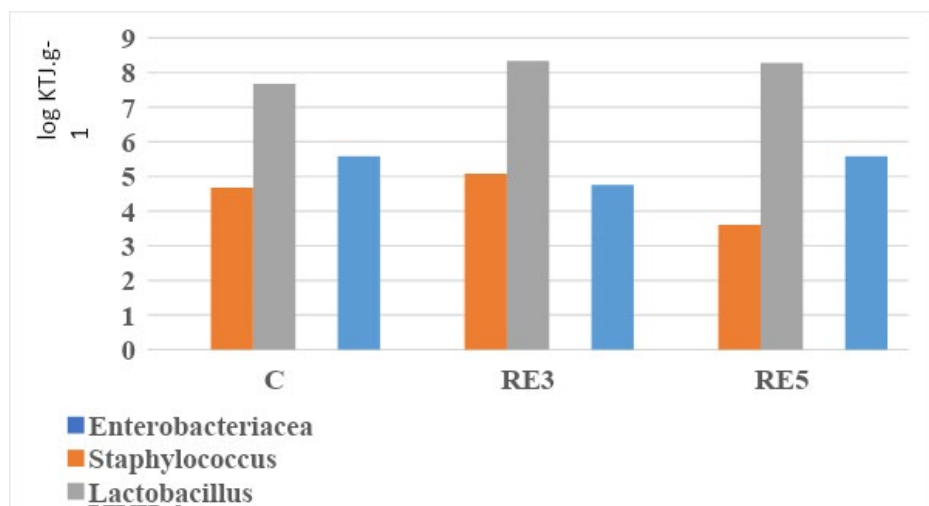
Obrázok 2: Hodnota a_w stanovená vo fermentovaných mäsových výrobkoch v priebehu 45 dní zrenia a skladovania



Obrázok 3: Počty vybraných skupín mikroorganizmov vo vzorkách fermentovaných mäsových výrobkov po 5 dňoch zrenia

Po 5 dňoch zrenia fermentovaných mäsových výrobkov sa vo všetkých sledovaných skupinách zistil najvyšší počet mikroorganizmov rodu *Lactobacillus* a *Staphylococcus*. V pokusných skupinách sa v porovnaní s kontrolnou skupinou zistila prítomnosť vlákňitých húb na úrovni 1 resp. 1,48 log KTJ.g⁻¹.

Po 45 dňoch zrenia vzoriek fermentovaných mäsových výrobkov (obrázok 4) sa v porovnaní so zisteniami po 5 dňoch zrenia už nedetegovali mikroskopické vláknité huby (MVH) a baktérie čeľade Enterobacteriaceae, ale zistil sa preukazný nárast kvasiniek vo všetkých sledovaných skupinách. Najvyšší nárast kvasiniek sa zistil vo vzorkách kontrolnej skupiny a vo vzorkách s vyšším prídavkom extraktu ríbezle čiernej.

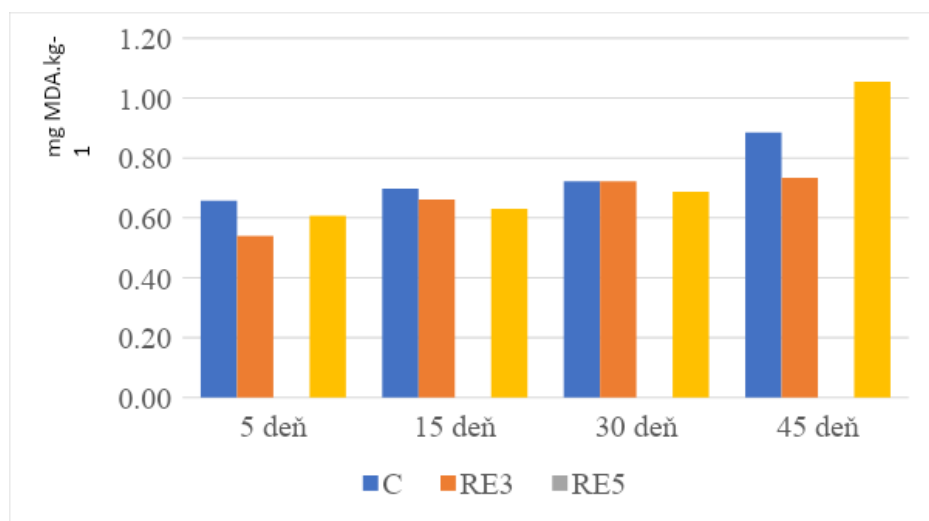


Obrázok 4: Počet vybraných skupín mikroorganizmov vo vzorkách fermentovaných mäsových výrobkov po 45 dňoch zrenia a skladovania

Oxidácia lipidov je jednou z hlavných príčin spojených so skrátením trvanlivosti mäsových výrobkov. Vo vzorkách fermentovaných mäsových výrobkov po 15 a po 30 dňoch zrenia sa zistili nižšie hodnoty MDA v pokusných skupinách s prídavkom čiernej ríbezle. Avšak po 45 dňoch skladovania fermentovaných mäsových výrobkov sa zistilo najvyššie množstvo MDA vo vzorkách s vyšším prídavkom ríbezle čiernej.

Výsledky skôr publikovaných štúdií naznačujú, že extrakty rastlín bohaté na polyfenoly znižujú oxidáciu v surovom aj varenom mäse, avšak nevykazujú preukaznú antibakteriálnu aktivitu (Libera et al., 2020). To je dôležité zistenie, pretože naznačuje možnosť použitia týchto prírodných látok v technológii fermentovaných mäsových výrobkov v kombinácii so štartovacími a probiotickými kmeňmi baktérií. Sú však

známe aj štúdie, podľa ktorých polyfenoly inhibujú rast patogénnych baktérií, zatiaľ čo stimulujú rast probiotických kmeňov (Ordaz et al., 2018). Opäť to naznačuje jednu z možností náhrady antibakteriálneho účinku dusitanovej soliacej zmesi prírodnými látkami v kombinácii so štartovacími a probiotickými kultúrami. Medzi probiotické baktérie využívané pri výrobe fermentovaných mäsových výrobkov patria zástupcovia rodu *Lactobacillus*. Je známe, že niektoré metabolity týchto kmeňov baktérií urýchľujú počas zrenia a skladovania oxidačné zmeny v mäsovom produkte (Wójciak et al., 2017). Z tohto dôvodu je potrebné skúmať možnosti kombinácie bakteriálnych kmeňov probiotických a štartovacích kultúr spolu s aplikáciou rastlinných extraktov bohatých na polyfenoly. Okrem laktobacilov majú pri výrobe fermentovaných mäsových výrobkov opodstatnenie aj rody *Staphylococcus* a *Kocuria*, ktoré zabezpečujú farebnú stálosť, prispievajú k tvorbe chuti a znižujú oxidačné prejavy (Cocconcelli a Fontana, 2015).



Obrázok 5

ZÁVER

Na základe výsledkov možno konštatovať, že prídavok extraktov ríbezle čiernej do 30 dní zrenia pôsobil antioxidačne avšak po 45 dňoch skladovania sa vyššie

množstvo prídavku tohto extraktu môže spájať s prooxidačným účinkom. Prídavok extraktov ríbezle čiernej preukazne neovplyvnil počet baktérií štartovacej kultúry.

Vzhľadom k známym funkčným vlastnostiam ríbezle čiernej odporúčame do budúcnosti vykonať ďalšie analýzy vplyvu extraktov tohto ovocia na kvalitu trvanlivých mäsových výrobkov.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená projektom KEGA 034SPU-4/2021 a projektom VEGA 1/0402/23.

LITERATÚRA

Cocconcelli, P. S., Fontana, C. C. (2015): *Bacteria. Handbook o Fermented Meat and Poultry*, F. Toldrá, Ed., 117–128, John Wiley & Sons, Ltd.

Cuong, T. V, Chin, K. B. (2016): Effects of annatto (*Bixa orellana* L.) seeds powder on physicochemical properties, antioxidant and antimicrobial activities of pork Patties during refrigerated storage. *Korean J. Food Sci. Anim. Resour.*, 36: 476–486.

Ehsani, A., Alizadeh, O., Hashemi, M., Afshari, A., Aminzare, M. (2017): Phytochemical, antioxidant and antibacterial properties of *Melissa officinalis* and *Dracocephalum moldavica* essential oils. *Vet. Res. Forum*, 8: 223–229.

García-Lomillo, J., Gonzalez-San Jose, M. L., Del Pino-García, R., Ortega-Heras, M., Muñoz-Rodríguez, P. (2017): Antioxidant effect of seasonings derived from wine pomace on lipid oxidation in refrigerated and frozen beef patties. *LWT - Food Sci. Technol.*, 77: 85–91.

Libera, J., Latoch, A., Wójciak, K. M. (2020): Utilization of Grape Seed Extract as a Natural Antioxidant in the Technology of Meat Products Inoculated with a Probiotic Strain of LAB. *Foods*, 9: 1–13.

Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Domínguez, R., Barba, F. J., Putnik, P., Kovačević, D. B., Shpigelman, A., Granato, D. – Franco, D. (2018): Berries extracts as natural antioxidants in meat products: A review. *Food Research International*, 106: 1095–1104.

Munekata, P. E. S., Gullón, B., Pateiro, M., Tomasevic, I., Domínguez, R., Lorenzo, J. M. (2020): Natural Antioxidants from Seeds and Their Application in Meat Products. *Antioxidants*, 9: 1–20.

Okatan, V. (2020): Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: A comparative study. *Folia Horticulturae*, 32 (1): 79–85.

Ordaz, P. R., Medrano, W. A., Goni, M.G., Montfort, R. C. G., Ayala-Zavala, J.F., Gonzalez-Aguilar, G.A. (2018): Effect of phenolic compounds on the growth of selected probiotic and pathogenic bacteria. *Lett. Appl. Microbiol*, 66: 25–31.

Realini, C. E., Guardia, M. D., Diaz, I., Garcia-Regueiro, J. A., Arnau, J. (2015): Effects of acerola fruit extract on sensory and shelflife of salted beef patties from grinds differing in fatty acid composition. *Meat Science*, 99: 18–24.

Wójciak, K. M., Libera, J., Stasiak, D. M., Kołozyn-Krajewska, D. (2017): Technological aspect of *Lactobacillus acidophilus* Bauer, *Bifidobacterium animalis* BB-12 and *Lactobacillus rhamnosus* LOCK900 use in dry-fermented pork neck and sausage. *J. Food Proces. Preserv*, 41: e12965.

Kontaktná adresa: doc. Ing. Miroslav Kročko, PhD. Katedra technológie a kvality živočíšnych produktov, Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská republika, e-mail: miroslav.krocko@uniag.sk

LÁSKAVEC: PLODINA BUDÚCNOSTI

AMARANTH: THE CROP OF FUTURE

Monika Lisinovičová^{1,2} – Monika Szabóová¹ – Andrea Hricová¹

¹Ústav genetiky a biotechnológií rastlín, Centrum biológie rastlín
a biodiverzity, Slovenská akadémia vied, v.v.i., Akademická 2, 949 01 Nitra

²Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta prírodných vied, Mlynská dolina,
Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava

ABSTRAKT

V súčasnej dobe sa pseudoobilniny stávajú novým potravinovým zdrojom cenných látok. Sú charakteristické vysokým obsahom plnohodnotných bielkovín, tukov, kvalitnej vlákniny, škrobu a niektorých vitamínov. Vzhľadom na veľmi nízke zastúpenie lepkotvornej frakcie bielkovín v semenách sú pseudoobilniny, medzi ktoré patrí aj láskavec (*Amaranthus* spp.), vhodné na rozšírenie potravinového spektra pre ľudí trpiacich intoleranciou na lepok a považujú sa za dieteticky vhodné pri celiakii. V prehľadnej štúdii posudzujeme kvalitatívne atribúty slovenských odrôd láskavca ‘Pribina’ (*A. cruentus*) a ‘Zobor’ (*A. hypochondriacus* × *A. hybridus*), vyšľachtených na našom pracovisku, s niektorými komerčnými odrodami, ako aj v kontexte pseudoobilnín ako takých.

Kľúčové slová: pseudoobilniny, láskavec, odrody, nutričná kvalita

ABSTRACT

Nowadays, pseudocereals are becoming a new food source of beneficial compounds. They have a high quantity of valuable proteins, lipids, soluble fiber, starch, and some vitamins. Because of gluten-free grains, all pseudocereals, including amaranth (*Amaranthus* spp.), are suitable crops to expand the food spectrum and are an appropriate choice for individuals suffering from celiac disease. Herein, we assess the qualitative traits of Slovak amaranth varieties ‘Pribina’ (*A. cruentus*) and ‘Zobor’ (*A. hypochondriacus* × *A. hybridus*), previously bred at our institute, with several commercial amaranth varieties and other pseudocereals.

Keywords: pseudocereals, amaranth, varieties, nutritional quality

ÚVOD

Rod láskavec (*Amaranthus* spp.), pochádzajúci zo Strednej Ameriky, zahŕňa približne 70 druhov – burinných, okrasných a úžitkových (Suma et al., 2002). Vďaka svojej schopnosti tolerovať nepriaznivé podmienky prostredia a nenáročnému spôsobu jeho kultivácie je vhodný pre pestovanie v oblastiach nevhodných pre obilniny, ako aj v oblastiach s drasticky sa meniacou klímou (Grundy et al., 2020). Láskavec má mnohostranné využitie vo výžive hospodárskych zvierat, kozmetickom, farmaceutickom či papierenskom priemysle, a využíva sa aj na energetické účely. Úžitkové, zrnové typy *Amaranthus cruentus*, *Amaranthus caudatus* a *Amaranthus hypochondriacus*, sú prednostne využívané v potravinárskom priemysle (Trucco and Tranel, 2011). Biologicky aktívne látky, nachádzajúce sa najmä v semenách láskavca, majú pozitívny vplyv na ľudský organizmus a zohrávajú významnú úlohu v prevencii niektorých civilizačných ochorení. Z hľadiska výživy vzbudzuje láskavec záujem najmä pre využitie v bezpečných pokrmoch a produktoch, nakoľko má netradične nízke zastúpenie prolaminov a glutelínov, t.j. celiakálne aktívnych bielkovín v semenách. Tie majú v porovnaní s konvenčnými obilninami vyšší obsah bielkovín. Kompozícia a obsah aminokyselín, najmä esenciálnych, je takmer porovnateľná so živočíšnymi bielkovinami, čím by láskavec mohol nahradiť živočíšne bielkoviny v strave vegetariánov a vegánov (Schoenlechner et al., 2011; Venskutonis a Kraujalis, 2013; Aderibigbe et al., 2022).

Pomocou radiačnej mutagenézy sme získali zbierku perspektívneho šľachtiteľského materiálu zrnového typu *Amaranthus cruentus* (genotyp Fichta) a hybridného genotypu K-433 (*A. hypochondriacus* x *A. hybridus*). Počas uplynulých rokov sme vyseletovali niekoľko generácií rastlín na vybraný hospodársky znak, ktorým bol ukazovateľ úrody - hmotnosť tisíc semien (HTS). Na základe niekoľkoročných hodnotení môžeme povedať, že tento znak má tendenciu dlhodobej genetickej fixácie a k jeho pozitívnej zmene tak došlo vplyvom mutácie spôsobenej cieľenou radiáciou. Výsledkom dlhoročného výskumu sú dve slovenské odrody 'Pribina' (*A. cruentus*) a 'Zobor'

(*A. hypochondriacus* × *A. hybridus*), ktoré sa vyznačujú vysokým úrodovým potenciálom, ako aj vysokou nutričnou hodnotou semena, ktorá ich predurčuje k využitiu najmä v potravinárskom priemysle (Gajdošová et al., 2007; Hricová et al., 2016).

Zámerom tejto prehľadovej štúdie je poukázať na významnosť a dôležitosť výživovej hodnoty a biochemickej kompozície láskavca s dôrazom na nami vyšľachtené odrody ‘Pribina’ a ‘Zobor’. Tieto predstavujú v spojitosti s racionálnym využívaním prírodných zdrojov, potravinovou bezpečnosťou a zlepšením stravy špeciálnych skupín konzumentov perspektívne genetické zdroje.

Tabuľka 1: Chemické zloženie semien (v % sušiny) pšenice, láskavca, mrlíka a pohánky (Békés et al., 2017).

Plodina	Bielkoviny	Škrob	Tuky
<i>Triticum aestivum</i>	13.4	52.2	1.68
<i>Amaranthus</i> spp.	14.74	58.38	6.33
<i>Chenopodium quinoa</i>	12.18	57.18	7.73
<i>Fagopyrum esculentum</i>	11.45	77.37	2.19

BIELKOVINY A AMINOKYSELINY

Vysoká nutričná hodnota láskavca je spojená hlavne s obsahom bielkovín, pričom ich celkový obsah sa môže meniť v závislosti od genotypu a podmienok prostredia – klimatických či výživových, ale závisí aj od poľnohospodárskych techník aplikovaných počas pestovania a ošetrovania porastu. Semená láskavca sa vyznačujú vyšším obsahom bielkovín (13–21%;) v porovnaní s ostatnými druhmi pseudoobilnín ako pohánka (*Fagopyrum esculentum*) a mrlík (*Chenopodium quinoa*), u ktorých sa obsah bielkovín pohybuje v rozmedzí 12,0–18,9% resp. 12,1–14,5% (Venskutonis and Kraujalis, 2013; Alvarez-Jubete et al., 2010b; Christa a Soral-Šmietana, 2008; Nascimento et al., 2014). Pre porovnanie, v tradičných obilninách sa uvádza priemerne nižší obsah bielkovín v zrnách – 14,0% pre pšenicu (*Triticum aestivum*), 10,2% pre kukuricu (*Zea mays*) a 7,1% pre ryžu (Bertazzo et al., 2011; Mota et al., 2016).

Pokiaľ ide o zrnové druhy laskavca, najvyššie hodnoty bielkovín boli stanovené v semenách *A. caudatus* (14,6–18,4%) a *A. hypochondriacus* (17,9%), nižší obsah bol zaznamenaný v semenách *A. cruentus* (15,7%; Rutkowska, 2006; Burgos and Armada, 2015). Naše odrody ‘Pribina’ (*A. cruentus*) a ‘Zobor’ (*A. hypochondriacus* × *A. hybridus*) vykazovali obsah bielkovín 13,30–14,39% a 13,75–14,31% (Hricová et al., 2016; Kečkešová et al., 2012).

Na základe frakčnej skladby bielkovinového komplexu semena je možné charakterizovať rastlinný materiál z hľadiska výživovej či technologickej kvality. Na rozdiel od obilnín sú hlavnými zásobnými bielkovinami v pseudoobilninách globulíny a albumíny. Prolamíny, ktoré sú zásobnými bielkovinami obilnín a pre ktoré je charakteristické, že obsahujú celiakálne aktívne polypeptidy a sú tak príčinou intolerancií vyvolaných konzumáciou výrobkov z nich, sú v pseudoobilninách prítomné iba vo veľmi nízkych množstvách (Alvarez-Jubete et al., 2010a). Frakcia prolaminových bielkovín tvorila v odrodách ‘Pribina’ a ‘Zobor’ iba 3%, zatiaľ čo v pšenici je ich podiel až 37,4% a v jačmeni 32,7%. Nízky obsah prolaminovej frakcie v našich odrodách je v súlade so štandardmi udávanými WHO a FAO (Gálová et al., 2012; Szabóová et al., 2020). Nízka koncentrácia prolaminov bola zistená aj v semenách mrlíka (0,5–7%), čo ho spolu s vynikajúcimi nutričnými vlastnosťami taktiež predurčuje k širokému využitiu v diéte celiatikov (Dakhili et al., 2019).

Prínos laskavca z hľadiska výživy nespočíva iba vo vysokom obsahu bielkovín, ale aj v ich kvalite. Bielkoviny semena laskavca majú takmer optimálne zastúpenie esenciálnych aminokyselín (EAA), pričom aminokyselinový profil je vo všeobecnosti veľmi podobný strukovinám. Percentuálne zastúpenie esenciálnych aminokyselín v semenách laskavca (43–49%) je dokonca vyššie ako referenčný štandard odporúčaný WHO (31%).

Tabuľka 2: Obsah esenciálnych a neesenciálnych aminokyselín (g/16g N) v semenách laskavca počas troch rokov (2016–2018; Szabóová et al., 2020)

Aminokyselina	<i>A. cruentus</i> L.		<i>A. hypochondriacus</i> x <i>A. hybridus</i>			
	‘Pribina’	Ficha	‘Zobor’	K-433	Plainsman	Koniz
Esenciálne aminokyseliny						
Arginín (Arg)	6.16 ± 0.34 ^b	6.23 ± 0.14 ^{ab}	7.66 ± 1.29 ^a	7.13 ± 0.01 ^{ab}	6.63 ± 1.55 ^{ab}	7.04 ± 0.45 ^{ab}
Histidín (His)	2.37 ± 0.09 ^c	2.43 ± 0.47 ^{bc}	2.91 ± 0.45 ^{ab}	3.02 ± 0.17 ^a	2.61 ± 0.25 ^{abc}	2.91 ± 0.05 ^{ab}
Izoleucín (Ile)	2.15 ± 0.20 ^a	2.03 ± 0.33 ^{ab}	2.09 ± 0.04 ^a	1.43 ± 0.16 ^b	1.96 ± 0.76 ^{ab}	1.61 ± 0.07 ^{ab}
Leucín (Leu)	3.94 ± 0.42 ^a	3.97 ± 0.42 ^a	4.71 ± 0.65 ^a	4.32 ± 0.19 ^a	4.36 ± 0.71 ^a	4.47 ± 0.03 ^a
Metionín (Met)	2.00 ± 0.24 ^a	2.18 ± 0.40 ^a	1.83 ± 0.01 ^a	2.23 ± 0.46 ^a	2.13 ± 0.32 ^a	2.13 ± 0.04 ^a
Fenylalanín (Phe)	2.74 ± 0.34 ^a	2.79 ± 0.64 ^a	3.35 ± 0.38 ^a	2.85 ± 0.21 ^a	3.21 ± 0.64 ^a	3.20 ± 0.12 ^a
Treonín (Thr)	3.06 ± 0.19 ^a	2.99 ± 0.42 ^a	3.41 ± 0.32 ^a	2.92 ± 0.09 ^a	3.10 ± 0.75 ^a	2.98 ± 0.10 ^a
Lyzín (Lys)	4.23 ± 0.31 ^a	4.22 ± 0.13 ^a	4.70 ± 0.55 ^a	4.30 ± 0.07 ^a	4.26 ± 0.92 ^a	4.25 ± 0.18 ^a
Valín (Val)	2.40 ± 0.29 ^a	2.22 ± 0.36 ^{abc}	2.30 ± 0.05 ^{ab}	1.63 ± 0.14 ^c	2.09 ± 0.72 ^{abc}	1.74 ± 0.09 ^{bc}
Neesenciálne aminokyseliny						
Alanín (Ala)	2.91 ± 0.16 ^b	3.12 ± 0.08 ^{ab}	3.79 ± 0.85 ^a	3.14 ± 0.27 ^{ab}	3.04 ± 0.46 ^b	3.32 ± 0.14 ^{ab}
Kys. asparágová (Asp)	6.55 ± 0.13 ^a	6.60 ± 0.08 ^a	7.53 ± 1.20 ^a	7.09 ± 0.11 ^a	6.96 ± 0.94 ^a	7.17 ± 0.23 ^a
Cystein (Cys)	1.78 ± 0.13 ^b	2.13 ± 0.06 ^a	1.73 ± 0.13 ^b	2.10 ± 0.04 ^a	2.01 ± 0.13 ^a	2.07 ± 0.03 ^a
Kys. glutámová (Glu)	14.85 ± 0.61 ^a	16.25 ± 0.80 ^a	17.56 ± 1.87 ^a	16.36 ± 0.15 ^a	17.17 ± 3.35 ^a	16.84 ± 0.54 ^a
Glycín (Gly)	5.74 ± 0.13 ^b	6.14 ± 0.21 ^{ab}	6.69 ± 0.94 ^a	6.78 ± 0.30 ^a	6.22 ± 0.76 ^{ab}	6.69 ± 0.10 ^a
Prolín (Pro)	3.12 ± 0.22 ^a	3.42 ± 0.11 ^a	3.67 ± 0.34 ^a	3.34 ± 0.02 ^a	3.10 ± 0.99 ^a	3.42 ± 0.11 ^a
Serín (Ser)	5.25 ± 0.07 ^{ab}	5.14 ± 0.17 ^b	5.99 ± 0.96 ^a	5.88 ± 0.03 ^{ab}	5.80 ± 0.57 ^{ab}	5.84 ± 0.13 ^{ab}
Tyrozín (Tyr)	2.39 ± 0.07 ^{ab}	2.71 ± 0.13 ^a	2.75 ± 0.30 ^a	2.11 ± 0.27 ^b	2.71 ± 0.57 ^a	2.47 ± 0.13 ^{ab}

Písmená a–c indikujú signifikantné rozdiely (v každom riadku) určené Tukeyho testom ($p \leq 0.05$). výsledky sú priemerami (\pm SE; štandardná odchýlka) troch nezávislých biologických opakovaní pre každú odrodu a vegetačnú sezónu.

Vysoké je zastúpenie lyzínu (5,45g/100g bielkovín), ktorého láskavec obsahuje 2 až 3-krát viac ako obilniny, a vyznačuje sa taktiež vysokým obsahom arginínu (7,7g/100g bielkovín) a tryptofánu (1,5g/100g bielkovín; Mota et al., 2016; Martinez-Nunez et al., 2019, Rodríguez et al., 2020). Taktiež pohánka má podobný obsah lyzínu (6,1g/100g bielkovín), arginínu (9,7g/100g bielkovín) a tryptofánu (2g/100g bielkovín; Rodríguez et al., 2020). Tieto EAA sú spolu s treonínom a metionínom zastúpené vo vyšších koncentráciách aj v semenách mrlíka (Vega-Gálvez et al., 2010). Leucín, izoleucín a valín sa považujú v semenách láskavca za limitujúce. Tieto aminokyseliny sa však nachádzajú v zrnách väčšiny obilnín, preto je vhodné pri príprave chlebovín príp. iných potravinových výrobkov miešať múku láskavca s obilninovou múkou (Mlakar et al., 2009).

Zastúpenie jednotlivých aminokyselín v semenách našich odrôd ‘Pribina’ a ‘Zobor’ a ich porovnanie s komerčnými odrodami, ktoré sa na Slovensku prednostne pestujú, uvádzame v tabuľke 2. Najvyššie zastúpenie aminokyselín sme stanovili v semenách hybridnej odrody ‘Zobor’, ktorá vykazovala s výnimkou metionínu a valínu najvyššie hodnoty esenciálnych aminokyselín, vrátane limitného leucínu a izoleucínu. Z výživového hľadiska a obsahu bielkovín môžeme túto odrodu považovať za sľubnú, nutrične vyváženú a vhodnú na dennú konzumáciu (Szabóová et al., 2020).

ŠKROB

Základným a dominantným komponentom semena láskavca je škrob, ktorý tvorí približne 60% sušiny a je koncentrovaný v bunkách perispermu. Prevaha polysacharidov a postupná absorpcia glukózy v tráviacom trakte robia z amarantových semien vhodnú súčasť stravy pacientov s diabetom druhého typu (Pavlik, 2012; Kim et al. 2006; Miroshnichenko et al. 2009). Hlavnou zložkou škrobu je amylopektín (65–85 %), podiel amylozy, ktorej zastúpenie ovplyvňuje silu napučievania, rozpustnosť a želatinizačné podmienky škrobu, je 3–8% (Kong et al., 2008; Kong, Corke et al., 2009). V prípade odrôd ‘Pribina’ a ‘Zobor’ bol obsah amylozy porovnateľný so všeobecne udávaným obsahom (3,8–4,5 %; Kečkešová, 2013; Hricová et al. 2021). Pomerne nízke zastúpenie amylozy bolo zaznamenané aj u mrlíka

(3,5–19,6%), u pohánky tvorí viac než polovicu z celkového množstva škrobu (57%; Alvarez-Jubete et al., 2010a; Christa and Soral-Šmietana, 2008).

Semeno laskavca je vysoko stráviteľná, glykemická potravinu v dôsledku nízkeho obsahu rezistentných škrobov (<1%) a rozpustnej vlákniny, ale aj veľkosti škrobových zrn. Tie sú morfológicky extrémne malé v porovnaní s obilninami, s veľkosťou 0,5–3 µm, vyznačujúce sa vysokou napučiacou schopnosťou (Pal et al., 2002; Calzetta Resio et al., 2009; Kong, Bao et al., 2009). Škrobové zrná ryže majú veľkosť 3–8 µm, pšenice 3–34 µm a kukurice 5–25 µm (Mlakar et al., 2010). Na rozdiel od napr. kukuričného škrobu sa škrob z laskavca vyznačuje lepšou schopnosťou viazať vodu, vyššou bobtnavosťou, nižšou rozpustnosťou a nižšou citlivosťou k α -amylázam.

MASTNÉ KYSELINY A SKVALÉN

Porovnávacie štúdie oleja izolovaného z laskavca s olejmi bežných obilnín a olejníu ukázali, že zloženie oleja z laskavca je veľmi podobné kukuričnému, pohánkovému a pšeničnému. Všeobecne je obsah tukov v semenách 1,9–9,7%, pričom 77% z celkového množstva tukov tvoria nenasýtené mastné kyseliny, ktoré v ľudskom organizme znižujú hladinu cholesterolu, a tým pôsobia prevenčne proti kardiovaskulárnym ochoreniam, celosvetovo najčastejšej príčine úmrtia (Kim et al., 2006; Martirosyan et al., 2007). V pohánke je celkový obsah tukov priemerne 2%, v mrlíku okolo 6–7%, čo je tri až štyrikrát viac než v pšenici (1,68%; Wang and Li, 2004; Ando et al., 2002; Schoenlechner and Tömösközi, 2014).

V najvyššom množstve sú u laskavca zastúpené nenasýtené kyseliny linolová (25–62%) a olejová (19–35%), z nasýtených je to kyseliny palmitová (12–25%) a stearová (2–8,6%).

Odrody ‘Pribina’ a ‘Zobor’ vykazujú kompozíciu a obsah uvedených mastných kyselín v súlade s výsledkami iných autorov (Szabóová et al., 2020).

Veľmi významnou zložkou laskavcového oleja je známy fytosterol skvalén, ktorý sa komerčne získava zo žraločej pečene (230–8400 mg/100g oleja), ktorá je najbohatším zdrojom tohto sterolu. Je významným prekursorom cholesterolu a má významné

priaznivé účinky proti rakovine. Okrem farmakologických účinkov, je možné ho využiť v kozmetike a dermatológii (Huang et al., 2009). Významný alternatívny zdroj skvalénu predstavujú aj niektoré rastlinné oleje, napríklad olivový (150–747 mg/100g oleja), palmový (0,5%), ľanový (0,7%) alebo avokádový (1,5%). Jediným komerčne využívaným rastlinným zdrojom skvalénu sú olivy, hoci jeho obsah v amarantovom oleji je oveľa vyšší (600–8000 mg/100g; Smith, 2000; Lozano-Grande et al., 2018).

Dhellot et al. (2006) a He et al. (2002, 2003a, 2003b) vo svojich štúdiách uvádzajú obsah oleja v semenách *A. hybridus* 7,3 %. Podobný obsah (7,5 %) udáva aj Conforti et al. (2005) v semenách druhu *A. caudatus*. Berganza et al. (2003) skúmali obsah skvalénu v *A. cruentus* a uvádzajú, že v semenách sa nachádza od 2,2 do 5,7 % skvalénu.

V odrodách ‘Pribina’ a ‘Zobor’ sa okrem vyššieho obsahu tukov v porovnaní s komerčne dostupnými odrodami preukázal aj vyšší obsah skvalénu v oleji zo semien (6,94% resp. 6,47% vs. 3,85–6,42%).

ZÁVER

Pseudoobilniny, z ktorých len tri sú pre výnimočné nutričné vlastnosti ich semien a zín cenené ako rovnocenná alternatíva tradičných obilnín – láskavec (*Amaranthus* spp.), pohánka (*Fagopyrum esculentum* a *tartaricum*) a mrlík (*Chenopodium quinoa*), predstavujú cenné potravinové zdroje. Odrody láskavca ‘Pribina’ (*A. cruentus*) a ‘Zobor’ (*A. hypochondriacus* × *A. hybridus*), vyvinuté na našom pracovisku, sú dlhodobo stabilné a vyrovnané z nutričného aj dietologického hľadiska. Ich zavedenie do poľnohospodárskej produkcie bude príspevkom pre trvalo udržateľné poľnohospodárstvo, vyrovnaný regionálny rozvoj s racionálnym využívaním prírodných zdrojov (chudobné pôdy), zlepšenie ľudského zdravia, najmä ľudí so špeciálnymi dietetickými požiadavkami.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

Aderibigbe, O. R., Ezekiel, O. O., Owolade, S. O., Korese, J. K., Sturm, B., Hensel, O. (2022): Exploring the potentials of underutilized grain amaranth (*Amaranthus* spp.) along the value chain for food and nutrition security: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 62(3), 656–669.

Alvarez-Jubete, L., Auty, M., Arendt, E. K., Gallagher, E. (2010a): Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. *European Food Research and Technology*, 230, 437–445.

Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., Gallagher, E. (2010b): Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science & Technology*, 21(2), 106–113.

Ando, H., Chen, Y. C., Tang, H., Shimizu, M., Watanabe, K., Mitsunaga, T. (2002): Food components in fractions of quinoa seed. *Food Science and Technology Research*, 8(1), 80–84.

Békés, F., Schoenlechner, R., Tömösközi, S. (2017): Ancient wheats and pseudocereals for possible use in cereal-grain dietary intolerances. In *Cereal Grains* (353–389). Woodhead Publishing.

Berganza, B. E., Moran, A. W., Rodríguez, G. M., Coto, N. M., Santamaría, M., Bressani, R. (2003): Effect of variety and location on the total fat, fatty acids and squalene content of amaranth. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58, 1–6.

Bertazzo, A., Comai, S., Brunato, I., Zancato, M., Costa, C. V. (2011): The content of protein and non-protein (free and protein-bound) tryptophan in *Theobroma cacao* beans. *FOOD chemistry*, 124(1), 93–96.

Burgos, V. E., Armada, M. (2015): Characterization and nutritional value of precooked products of kiwicha grains (*Amaranthus caudatus*). *Food Science and Technology*, 35, 531–538.

Calzetta Resio, A. N., Tolaba, M. P., Suárez, C. (2009): Correlations between wet-milling characteristics of amaranth grain. *Journal of Food Engineering*, 92(3), 275–279.

Conforti, F., Statti, G., Loizzo, M. R., Sacchetti, G., Poli, F., Menichini, F. (2005): In vitro antioxidant effect and inhibition of α -amylase of two varieties of *Amaranthus caudatus* seeds. *Biological and pharmaceutical bulletin*, 28(6), 1098–1102.

Dakhili, S., Abdolalizadeh, L., Hosseini, S. M., Shojaee-Aliabadi, S., Mirmoghadaie, L. (2019): Quinoa protein: Composition, structure and functional properties. *Food chemistry*, 299, 125161.

Dhellot, J. R., Matouba, E., Maloumbi, M. G., Nzikou, J. M., Ngoma, D. S., Linder, M., Parmentier, M. (2006): Extraction, chemical composition and nutritional characterization of vegetable oils: Case of *Amaranthus hybridus* (var 1 and 2) of Congo Brazzaville. *African journal of biotechnology*, 5(11).

Gajdosova, A., Libiaková, G., Fejér, J. (2007): Improvement of selected *Amaranthus* cultivars by means of mutation induction and biotechnological approaches. In: *Breeding of neglected and under-utilized crops, spices and herbs*. Science Publishers: Enfield, NH, USA, 151–169. ISBN 978-1-57808-509-5.

Gálová, Z., Palenčárová, E., Chňápek, M., Balážová, Ž. (2012): Využitie obilnín, pseudoobilnín a strukovín v bezlepkovej diéte. Nitra: Slovak University of Agriculture.

- Grundy, M. M., Momanyi, D. K., Holland, C., Kawaka, F., Tan, S., Salim, M., Owino, W. O. (2020): Effects of grain source and processing methods on the nutritional profile and digestibility of grain amaranth. *Journal of Functional Foods*, 72, 104065.
- He, H. P., Cai, Y., Sun, M., Corke, H. (2002): Extraction and purification of squalene from *Amaranthus* grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(2), 368–372.
- He, H. P., Corke, H., Cai, J. G. (2003a): Supercritical carbon dioxide extraction of oil and squalene from *Amaranthus* grain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(27), 7921–7925.
- He, H. P., Corke, H. (2003b): Oil and squalene in *amaranthus* grain and leaf. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(27), 7913–7920.
- Hricová, A., Fejer, J., Libiakova, G., Szabova, M., Gazo, J., Gajdosova, A. (2016): Characterization of phenotypic and nutritional properties of valuable *Amaranthus cruentus* L. mutants. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(5), 761–771.
- Hricová, A., Mistríková, V., Gajdošová, A., Fejér, J., Nůžková, J., Kariluoto, S., Szabóová, M. (2021): Comparative analysis reveals changes in some seed properties in amaranth mutant variety ‘Zobor’ (*A. hypochondriacus* × *A. hybridus*). *Agronomy*, 11(12), 2565.
- Huang, Z. R., Lin, Y. K., Fang, J. Y. (2009): Biological and pharmacological activities of squalene and related compounds: potential uses in cosmetic dermatology. *Molecules*, 14(1), 540–554.
- Christa, K., Soral-Šmietana, M. (2008): Buckwheat grains and buckwheat products—nutritional and prophylactic value of their components—a review. *Czech J. Food Sci*, 26(3), 153–162.
- Kečkešová, M., Gálová, Z., Hricová, A. (2012): Changes of protein profiles in amaranth mutant lines. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2021, 1129–1135.

Kečkešová, M. (2013): Molekulárna a biochemická charakteristika mutantných línií láskavca: Dizertačná práca. Nitra: SPU, 160 s.

Kim, H. K., Kim, M. J., Cho, H. Y., Kim, E. K., Shin, D. H. (2006): Antioxidative and anti-diabetic effects of amaranth (*Amaranthus esculantus*) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Cell Biochemistry and Function: Cellular biochemistry and its modulation by active agents or disease*, 24(3), 195–199.

Kong, X., Bertoft, E., Bao, J., Corke, H. (2008): Molecular structure of amylopectin from amaranth starch and its effect on physicochemical properties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 43(4), 377–382.

Kong, X., Bao, J., Corke, H. (2009): Physical properties of *Amaranthus* starch. *Food Chemistry*, 113(2), 371–376.

Kong, X., Kasapis, S., Bao, J., Corke, H. (2009): Effect of gamma irradiation on the thermal and rheological properties of grain amaranth starch. *Radiation Physics and Chemistry*, 78(11), 954–960.

Lozano-Grande, M. A., Gorinstein, S., Espitia-Rangel, E., Dávila-Ortiz, G., Martínez-Ayala, A. L. (2018): Plant sources, extraction methods, and uses of squalene. *International journal of agronomy*, 2018.

Martínez-Núñez, M., Ruiz-Rivas, M., Vera-Hernández, P. F., Bernal-Muñoz, R., Luna-Suárez, S., Rosas-Cárdenas, F. F. (2019): The phenological growth stages of different amaranth species grown in restricted spaces based in BBCH code. *South African Journal of Botany*, 124, 436–443.

Martirosyan, D. M., Miroshnichenko, L. A., Kulakova, S. N., Pogojeva, A. V., Zolodov, V. I. (2007): Amaranth oil application for coronary heart disease and hypertension. *Lipids in health and disease*, 6, 1–12.

Miroshnichenko, L. A., Zolodov, V. I., Volynkina, A. P., Kulakova, S. N. (2009): Influence dietary therapy with use sunflower and amaranth oils on parameters of immune reactivity in patients with diabetes mellitus 2 types. *Voprosy Pitaniia*, 78(4), 30–36.

Mlakar, S. G., Turinek, M., Jakop, M., Bavec, M., Bavec, F. (2009): Nutrition value and use of grain amaranth: potential future application in bread making. *Agricultura*, 6(4), 43–53.

Mlakar, S. G., Turinek, M., Jakop, M., Bavec, M., Bavec, F. (2010): Grain amaranth as an alternative and perspective crop in temperate climate. *Journal for Geography*, 5(1), 135–145.

Mota, C., Santos, M., Mauro, R., Samman, N., Matos, A. S., Torres, D., Castanheira, I. (2016): Protein content and amino acids profile of pseudocereals. *Food chemistry*, 193, 55–61.

Nascimento, A. C., Mota, C., Coelho, I., Gueifão, S., Santos, M., Matos, A. S., Castanheira, I. (2014): Characterisation of nutrient profile of quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranth (*Amaranthus caudatus*), and purple corn (*Zea mays* L.) consumed in the North of Argentina: Proximates, minerals and trace elements. *Food chemistry*, 148, 420–426.

Pal, J., Singhal, R. S., Kulkarni, P. R. (2002): Physicochemical properties of hydroxypropyl derivative from corn and amaranth starch. *Carbohydrate Polymers*, 48(1), 49–53.

Pavlik, V. (2012): The revival of amaranth as a third-millennium food. *Neuroendocrinol. Lett*, 33(37), 3.

Rodríguez, J. P., Rahman, H., Thushar, S., Singh, R. K. (2020): Healthy and resilient cereals and pseudo-cereals for marginal agriculture: molecular advances for improving nutrient bioavailability. *Frontiers in genetics*, 11, 49.

- Rutkowska, J. (2006): *Amaranthus*-roślina przyjazna człowiekowi. Przegląd piekarski i cukierniczy, 54(01), 6–10.
- Schoenlechner, R., Siebenhandl, S., Berghofer, E. (2011): Pseudocereals. In *Gluten-free cereal products and beverages* (eds. Arendt, E., Dal Bello, F.). Elsevier.
- Smith, T. J. (2000): Squalene: potential chemopreventive agent. *Expert opinion on investigational drugs*, 9(8), 1841–1848.
- Socha, P. 2011. Optimalizácia stanovenia prítomnosti špeciálnych skupín celiakálne aktívnych bielkovín: Dizertačná práca. Nitra: SPU, 142 s.
- Suma, S., Ambika, S. R., Kazinczi, G., Narwal, S. S. (2002): Allelopathic plants. 6. *Amaranthus* spp. *Allelopathy Journal*, 10(1), 1–12.
- Szabóová, M., Záhorský, M., Gažo, J., Geuens, J., Vermoesen, A., D'Hondt, E., Hricová, A. (2020): Differences in seed weight, amino acid, fatty acid, oil, and squalene content in γ -irradiation-developed and commercial amaranth varieties (*Amaranthus* spp.). *Plants*, 9(11), 1412.
- Trucco, F., Tranel, P. J. (2011): *Amaranthus*. *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: Vegetables*, 11–21.
- Vega-Gálvez, A., Miranda, M., Vergara, J., Uribe, E., Puente, L., Martínez, E. A. (2010): Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(15), 2541–2547.
- Venskutonis, P. R., Kraujalis, P. (2013): Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: a review on composition, properties, and uses. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 12(4), 381–412.
- Wang, H. Y., Li, Y. (2004): Research status and applied prospect of buckwheat. *Food Sci*, 25(10), 388–391.

*Kontaktná adresa: Ing. Andrea Hricová, PhD., Ústav genetiky a biotechnológií rastlín,
Centrum biológie rastlín a biodiverzity, Slovenská akadémia vied, v.v.i., Akademická 2,
949 01 Nitra, Slovenská republika, e-mail: andrea.hricova@savba.sk*

OZNAČOVÁNÍ MLÉKA PŘI UVÁDĚNÍ NA TRH V ČESKÉ REPUBLICE

LABELLING OF MILK WHEN PLACED ON THE MARKET IN THE CZECH REPUBLIC

Petra Mačáková¹

**¹Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství
Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VETUNI, Palackého tř. 1, 612 42 Brno**

ABSTRAKT

Označování potravin je složitá oblast potravinového práva. Evropské i národní právní předpisy stanovují, které informace musí být dostupné konečným spotřebitelům při prodeji potravin. Základní povinné údaje na označování potravin jsou stanoveny v nařízení (EU) č. 1169/2011. Toto nařízení stanovuje seznam informací, které musí být obecně uvedeny na obale potravin (zákonný název, čisté množství potravin, datum minimální trvanlivosti atd.). Specifika pro označování mléka jsou uvedeny v nařízení (EU) č. 1308/2013 a ve vyhlášce č. 397/2016 Sb. V tomto článku jsou komplexně popsány legislativní požadavky na označování mléka.

Klíčová slova: potravin, právní předpisy, název, vyhláška

ABSTRACT

Food labelling is a complex area of food law. European and national legislation sets out which information must be available to final consumers when food is sold. The essential mandatory food labelling information is laid down in Regulation (EU) No 1169/2011. This Regulation sets out a list of information that must generally be provided on the packaging of the food (legal name, net quantity of the food, the date of minimum durability, etc.). The specifics for the labelling of milk are set out in Regulation (EU) No 1308/2013 and Decree No 397/2016. This article provides a comprehensive description of the legislative requirements for the labelling of milk.

Keywords: food, legislation, name, decree

ÚVOD

Označování potravin patří mezi jednu z nejsložitějších oblastí potravinového práva. Odpovědnost za informace o potravinách zodpovídá provozovatel potravinářského podniku, pod jehož jménem nebo obchodním názvem je potravina uváděna na trh. Tyto pak patří mezi základní informace pro spotřebitele při rozhodování ze širokého výběru nabídek na trhu. Požadavky na označování mléka jsou upraveny jednak evropskou legislativou, která je platná pro všechny členské státy, tak národní legislativou, kde jsou uvedeny konkrétní požadavky na konkrétní potraviny.

Z hlediska požadavků na označování potravin rozlišuje národní legislativa, konkrétně zákon o potravinách tři kategorie, a to potraviny balené, zabalené bez přítomnosti spotřebitele a nebalené. Na informace, které musí být pro spotřebitele lehce dostupné, jsou pak dle těchto tří kategorií kladeny jiné požadavky.

Balenou potravinou je výrobek, který zabalil výrobce před jejím uvedením do prodeje, jedná se o samostatnou prodejní jednotku, u které bez rozbalení nelze změnit obsah tohoto výrobku. Požadavky na povinné údaje, které musí být uvedeny na obale baleného mléka jsou upraveny hlavně nařízením (EU) č. 1169/2011 a dále pak zákonem o potravinách a jeho komoditní vyhláškou. Protože se jedná o potravinu živočišného původu, tak musí být uvedeno identifikační označení podle nařízení (ES) č. 853/2004.

Právní předpisy upravující označování mléka

- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011, o poskytování informací o potravinách spotřebitelům
- Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích
- Vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje

POJMY

Mléko – výhradně běžná tekutina vylučovaná mléčnou žlázou získaná z jednoho nebo více dojení bez toho, aby se do ní cokoli přidávalo nebo z ní odebíralo

Syrové mléko – mléko, které nebylo zahřáto na více než 40 °C ani ošetřeno jiným způsobem s rovnocenným účinkem

Plnotučné mléko – tepelně ošetřené mléko, které z hlediska obsahu tuku splňuje jeden z těchto požadavků:

- **plnotučné mléko se standardizací** – mléko s obsahem tuku nejméně 3,5 %
- **plnotučné mléko bez standardizace** – mléko s obsahem tuku, který se od doby dojení nezměnil ani přidáním nebo odebráním mléčných tuků, ani smíšením s mlékem, jehož přirozený obsah tuku byl změněn. Obsah tuku však nesmí být nižší než 3,5 %

Polotučné mléko – tepelně ošetřené mléko, jehož obsah tuku byl snížen na úroveň nejméně 1,5 % a nejvýše 1,8 %

Odstředěné mléko – tepelně ošetřené mléko, jehož obsah tuku byl snížen na úroveň nejvýše 0,5 %

Čerstvé mléko – tekuté mléko, které nebylo ošetřeno teplotou vyšší než 125 °C

Trvanlivé mléko – tekuté mléko, u kterého bylo dosaženo prodloužení doby trvanlivosti vysokoteplným ošetřením nebo sterilací

Zahuštěné mléko – mléčný výrobek, slazený nebo neslazený, získaný částečným odpařením vody ze smetany nebo z mléka plnotučného, odtučněného nebo částečně odtučněného nebo z jejich směsi, ke kterým mohou být přidány smetana nebo sušené mléko nebo obojí, přičemž přídavek sušeného mléka nesmí v konečném výrobku přesahovat 25 % obsahu celkové sušiny

Sušené mléko – je mléčný výrobek v prášku získaný sušením mléka plnotučného, odtučněného nebo částečně odtučněného s obsahem vody nejvýše 5 % hmotnostních

OZNAČENÍ

Identifikační označení

Podle nařízení (ES) č. 853/2004 musí provozovatel schváleného potravinářského podniku zajistit, aby byly produkty živočišného původu na obale potraviny označeny identifikačním označením.

Značka identifikačního označení musí být čitelná, nesmazatelná a znaky musí být snadno rozluštitelné. Na značce se uvádí název země, ve které se zařízení nachází, a to buď plným názvem, nebo dvěma písmeny kódu, v případě České republiky kód CZ. Dále je tam uvedeno číslo schváleného zařízení a v případě, že se zařízení nachází v Evropské unii, tak označení musí být oválné a obsahovat jednu z následujících zkratk: CE, EC, EF, EG, EK, EO, EY, ES, EÜ, EB, EZ nebo WE.

Povinné údaje

Provozovatel potravinářského podniku, pod jehož jménem nebo obchodní firmou je balené mléko uváděno na trh, popř. dovozce potraviny na trh Evropské unie, je povinen zajistit na obalu potraviny určeném pro spotřebitele, nebo na etiketě k obalu připojené následující povinné údaje, které jsou stanoveny ve člancích 9 a následujících v nařízení (EU) č. 1169/2011 a v paragrafu 6 zákona o potravinách, v platném znění. Mezi tyto povinné údaje patří název potraviny, seznam složek, látky způsobující alergické reakce nebo nesnášenlivost, čisté množství potraviny, datum minimální trvanlivosti nebo datum použitelnosti, zvláštní podmínky uchování nebo podmínky použití, jméno nebo obchodní název a adresu provozovatele potravinářského podniku, země původu nebo místo provenience, návod k použití, výživové údaje, baleno v ochranné atmosféře, třída jakosti, označení šarže a další údaje, pokud jsou stanoveny.

Název potraviny

Názvem potraviny je zákonný název, který je v případě mléka uveden ve vyhlášce č. 397/2016 Sb. Mléko se označí názvem druhu a skupiny, názvem podskupiny podle obsahu tuku a obsahem tuku. Obsah tuku nemusí být uveden u plnotučného mléka bez standardizace anebo pokud je mléko označeno výživovými údaji.

Tabulka 1: Členění mléka na druhy, skupiny a podskupiny (Vyhláška č. 397/2016 Sb.)

Druh	Skupina	Podskupina
Mléko	tekuté	syrové
		plnotučné
		polotučné
		odstředěné
	zahuštěné	odtučněné nebo odstředěné, slazené nebo neslazené
		částečně odtučněné nebo částečně odstředěné nebo polotučné, slazené nebo neslazené
	sušené	plnotučné, slazené nebo neslazené
		odtučněné nebo odstředěné
		částečně odtučněné nebo částečně odstředěné
		odstředěné nebo polotučné
		plnotučné

Tekuté mléko kravské se označí pouze jako mléko. Pokud nejde o kravské mléko, uvede se druh zvířete, z něž mléko pochází.

U tekutého mléka se označí způsob tepelného ošetření, termizace, pasterace, vysoká pasterace, vysokotepelné ošetření (UHT) nebo sterilace.

Zahuštěné mléko (kromě zahuštěného mléka odtučněného slazeného i neslazeného) a sušené mléko (s výjimkou sušeného odtučněného mléka) se u názvu označí obsahem tuku v procentech hmotnostních.

Seznam složek

Seznam složek se nevyžaduje u potravin sestávajících se z jedné složky, pokud je název totožný s názvem složky nebo název potraviny umožňuje určit povahu složky bez rizika záměny. V případě mléka, do kterého nebylo nic přidáno, se tedy neuvádí.

Alergeny

Alergeny, jakožto látky způsobující alergické reakce nebo nesnášenlivost, jsou uvedeny v příloze II nařízení (EU) č. 1169/2011. Mléko patří mezi alergen, ale označení se nevyžaduje v případech, kdy název potraviny jasně odkazuje na danou složku nebo pomocnou látku.

Čisté množství potravin

Čisté množství potravin se vyjadřuje u tekutého mléka v objemových jednotkách konkrétně v litrech, centilitrech nebo mililitrech, tak jak je to vhodné. U zahuštěného mléka se uvádí v jednotkách hmotnostních nebo objemových a u sušeného mléka v hmotnostních jednotkách, tj. kilogramech nebo gramech.

Podle zákona o potravinách lze uvést na obalu symbol „e“ pro označení množství potravin jen tehdy, pokud byly splněny požadavky stanovené zákonem o metrologii (zákon č. 505/1990 Sb. v platném znění), jedná se zejména o systém kontrol správného množství, evidence a další administrativní náležitosti.

Tabulka 2: Příпустné záporné hmotnostní a objemové odchylky balení mléka (Vyhláška č. 397/2016 Sb.)

Výrobek	Hmotnost nebo objem balení	Příпустná záporná hmotnostní nebo objemová odchylka
Mléko tekuté	do 250 ml	-5,0 % u jednotlivého balení
	do 500 ml	-3,0 % u jednotlivého balení
	do 1 000 ml	-2,0 % u jednotlivého balení
	nad 1 000 ml	-1,5 % u jednotlivého balení
Mléko zahuštěné	do 1 000 g	-3,0 % u jednotlivého balení -1,0 % u 20 ks balení
	nad 1 000 g	-2,0 % u jednotlivého balení -0,5 % u 20 ks balení
Mléko sušené	do 250 g	-3,0 % u jednotlivého balení -1,0 % u 20 ks balení
	do 1 000 g	-2,0 % u jednotlivého balení -0,5 % u 20 ks balení
	nad 1 000 g	-1,0 % u jednotlivého balení

Datum minimální trvanlivosti nebo datum použitelnosti

Tekuté mléko tepelně ošetřené se označí datem použitelnosti, mléko ošetřené vysokoteplným záhřevem (UHT) nebo sterilací, zahuštěné a sušené mléko lze označit datem minimální trvanlivosti.

Datum použitelnosti se nadepíše slovy „Spotřebujte do“ a následuje buď vlastní datum nebo odkaz na místo, kde je datum použitelnosti uvedeno na etiketě nebo na obalu. Za těmito údaji následuje popis podmínek uchování, které musí být dodrženy.

Po uplynutí data použitelnosti se potravina nepovažuje za bezpečnou a je zakázáno ji uvádět na trh.

Datum minimální trvanlivosti se uvádí slovy „minimální trvanlivost do ...“, obsahuje-li datum uvedení dne, nebo „minimální trvanlivost do konce ...“ v ostatních případech. K těmto slovům se připojí buď vlastní datum, nebo odkaz na místo, kde je datum uvedeno na etiketě nebo na obalu. V případě potřeby se tyto údaje doplní údajem o nezbytných podmínkách pro uchovávání, jejichž dodržení umožní zajistit uvedenou trvanlivost. Potraviny mohou být po datu minimální trvanlivosti uváděny na trh pouze tehdy, jsou-li takto označeny, odděleně umístěny a jsou-li bezpečné.

Zvláštní podmínky uchování nebo podmínky použití

Podle vyhlášky č. 397/20016 Sb. se mléko uvádí na trh při teplotě od 2 °C do 8 °C, v případě mléka ošetřeného vysokotepepným ošetřením (UHT) nebo sterilizací, zahuštěného nebo sušeného mléka při teplotě, kterou stanoví výrobce.

Jméno nebo obchodní název, adresa provozovatele potravinářského podniku, pod jehož jménem nebo obchodním názvem je potravina uváděna na trh, a není-li usazen v EU, tak dovozce potraviny na trh EU

Země původu nebo místo provenience

Země původu nebo místo provenience se u mléka nevyžaduje. Tento údaj je povinný, pokud by jeho opomenutí mohlo uvádět spotřebitele v omyl ohledně skutečné země původu nebo místa provenience potraviny, zejména pokud by informace připojená k potravině nebo etiketa jako celek naznačovala, že potravina je z jiné země původu nebo místa provenience.

Návod k použití

Návod k použití je vyžadován u potraviny, která vyžaduje specifickou přípravu k použití a bez něj by nebylo možné jí odpovídajícím způsobem připravit. Musí být uveden tak, aby umožnil její náležité použití. U sušeného mléka v balení určeném pro konečného spotřebitele se uvede doporučený způsob ředění nebo způsob uvedení do původního

stavu včetně údaje o obsahu tuku v procentech hmotnostních v takto upraveném výrobku.

Výživové údaje

Od požadavku na povinné výživové údaje jsou osvobozeny podle přílohy V nařízení (EU) č. 1169/2011 mimo jiné nezpracované potraviny, které obsahují jedinou složku nebo skupinu složek, tzn. že mléko, do něhož nebylo nic přidáno, nemusí být označeno výživovými údaji, které jinak zahrnují informace o energetické hodnotě, množství tuku, z toho nenasycených mastných kyselin, obsahové množství sacharidů, z toho cukrů, obsah bílkovin a soli.

Třída jakosti

Údaj o třídě jakosti je povinnost uvádět, pokud je stanoven zvláštními právními předpisy. U mléka není třída jakosti stanovena.

Označení šarže

Před označením šarže se uvede písmeno „L” s výjimkou případů, kdy je tento údaj zřetelně odlišitelný od ostatních údajů a není možná jeho záměna s jiným údajem. Označení šarže musí být snadno viditelné, jasné čitelné a nesmazatelné. Nevztahuje se na potraviny označené datem minimální trvanlivosti nebo datem použitelnosti, pokud je toto datum vyjádřeno jako nekódované označení dne a měsíce v uvedeném pořadí.

ZÁVĚR

Označování potravin je velmi složitá oblast potravinového práva, která vyžaduje studium mnoha legislativních pramenů vztahujících se k dané komoditě. Je potřeba potravinu vhodně zařadit a následně legislativně správně označit, určit jí správný zákonný název a orientovat se v platných a účinných právních předpisech. Informace, které mají být uvedeny na obale při prodeji mléka jsou uvedeny jak v evropské, tak v národní legislativě.

LITERATURA

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 07-02-2023]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

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. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 07-02-2023]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013, kterým se stanoví společná organizace trhů se zemědělskými produkty. In: EUR-lex [právní informační systém]. Úřad pro publikace Evropské Unie [vid 07-02-2023]. Dostupné z <https://eur-lex.europa.eu/>.

Vyhláška č. 397/2016 Sb. o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, ve znění pozdějších předpisů. In: ASPI [právní informační systém]. Wolters Kluwer ČR [vid 07-02-2023].

Zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, ve znění pozdějších předpisů. In: ASPI [právní informační systém]. Wolters Kluwer ČR [vid 07-02-2023].

Kontaktní adresa: MVDr. Petra Mačáková, Ph.D., Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: macakovap@vfu.cz

KVALITA MÚKY V ZÁVISLOSTI OD ODRODY OZIMNEJ PŠENICE

FLOUR QUALITY DEPENDING ON WINTER WHEAT VARIETY

Ján Mareček¹ – Andrea Mendelová¹ – Miriam Solgajová¹

¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

ABSTRAKT

Cieľom práce bolo stanoviť v odrodách pšenice ozimnej Genius, Lukullus a Stanislava vybrané parametre technologickej kvality. Vo vzorkách odrôd z dvoch pestovateľských ročníkov sme v zrne pšenice stanovili objemovú hmotnosť zrna, vlhkosť zrna, obsah sušiny, obsah a vlastnosti lepku (ťažnosť a napučíavanie), obsah škrobu, dusíkatých látok, číslo poklesu a sedimentačný index zeleného. Namerané hodnoty sme porovnali s hodnotami normy STN 46 1100-2. Ako najlepšia sa v oboch rokoch ukázala odroda Lukullus, ktorá ako jediná dosiahla parametre pre triedu kvality E vo všetkých kategóriách.

Kľúčové slová: bielkoviny, kvalita, múka, ozimná pšenica, škrob

ABSTRACT

The aim of the work was to determine in the varieties of winter wheat Genius, Lukullus and Stanislava grown in the Trnava region selected parameters of technological quality. In samples of varieties from two growing years, we determined in wheat grain the grain density, grain moisture, dry matter content, gluten content and properties (ductility and swelling), starch content, nitrogenous substances, decrease number and Green sedimentation index. We compared the measured values with the values of STN standard 46 1100-2. The Lukullus variety proved to be the best in both years, where it was the only one to achieve the parameters for quality class E in all categories.

Keywords: starch, protein, technological quality, winter wheat

ÚVOD

Škroby s rozdielnymi veľkosťami škrobových zŕn sa líšia molekulovou hmotnosťou, štruktúrou a pomerom amylózy a amylopektínu, a tým aj rozdielnym potenciálom využitia (Li et al., 2020). Typy škrobových zŕn pšenice vykazujú tiež rozličné fyzikálno-chemické a funkčné vlastnosti ako mazovatenie, retrogradácia, napučiavanie, rozpustnosť, čím majú priamy vplyv na charakter a spracovanie cesta a celkovú kvalitu konečného produktu (Shang et al., 2020). Pšeničné bielkoviny je možné rozdeliť na bezgluténové, ktorých množstvo predstavuje 15–20 % z celkových bielkovín pšenice a v procese výroby cesta sa im pripisuje malá, alebo žiadna úloha na rozdiel od gluténových, ktoré zohrávajú kľúčovú rolu pri výrobe pekárskych výrobkov (Ma et al., 2020). Prítomné gluténové bielkoviny sú zodpovedné za významné viskózo-elastické vlastnosti cesta. Počas miešania múky s vodou nastávajú výmenné reakcie, ktorých výsledkom na konci je vytvorenie siete polymérov (Call et al., 2020). Malý podiel pšeničného zrna tvoria minerálne látky. Popoloviny reprezentujú anorganický zvyšok, ktorý zostane po spálení alebo úplnej oxidácii potravy. Platí tvrdenie, že obsah popolovín udáva celkové množstvo obsahu minerálnych látok v potravine (Sezer et al., 2017). Norma STN 46 1100-2 udáva požiadavky na kvalitu zrna pšenice letnej (*Triticum aestivum* L.) určeného pre potravinárske účely.

Cieľom práce bola kontrola kvality obchodných, mlynárskych a pekárskych kvalitatívnych parametrov vo vybraných odrodách ozimnej pšenice (Genius, Lukullus, Stanislava), z úrod dvoch rokov, zhodnotenie a posúdenie vhodnosti odrôd na pekárske využitie vo forme múk.

MATERIÁL A METODIKA

Zrno pšenice ozimnej (*Triticum aestivum* L.) bolo analyzované na Katedre technológie a kvality rastlinných produktov Ústavu potravinárstva FBP SPU v Nitre. Vzorka múk bola pripravená mletím zrna vo výskumnom centre AgroBioTech SPU v Nitre. Hodnotené odrody: Genius (G 1 a G 2), Lukullus (L 1 a L 2), Stanislava (S 1 a S 2). Pri analýze nižšie uvedených kvalitatívnych parametrov sme postupovali podľa STN, ICC a AACC štandardov. Vzorky odrôd boli hodnotené z úrod dopestovaných v dvoch

pestovateľských rokoch. Zrno bolo skladované v podlahových skladoch a ošetrované podľa štandardov skladovateľskej praxe.

Stanovenie obchodných znakov kvality:

- stanovenie sušiny - (ICC Standard 110/1)

Stanovenie mlynárskych znakov kvality:

- stanovenie objemovej hmotnosti - (STN 46 1011-5); stanovenie obsahu popolovín - (ICC Standard 104/1)

Stanovenie pekárskych znakov kvality:

- stanovenie množstva lepku - (ICC Standard 106/2); stanovenie ťažnosti lepku - (STN 461 011-9); stanovenie napučievania lepku - (STN 461 011-9); stanovenie obsahu dusíkatých látok podľa Kjeldahla – (AACC Method 46-12.01); stanovenie čísla poklesu – (ICC Standard 107/1); stanovenie sedimentačného indexu podľa Zelenyho – (ICC Standard 116/1); stanovenie obsahu škrobu podľa Ewersa – (ICC Standard 123/1)

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Za optimálne podmienky pre skladovanie obilnín v strednej Európe sa považuje: vlhkosť pod 14 %, skladovacia teplota pod 15 °C a relatívna vlhkosť vzduchu okolo 65 % (Schinabeck et al., 2019). Vlhosť zrna pri všetkých odrodách v oboch ročníkoch sa priemerne pohybovala do 10 %, čo svedčí o rovnakých podmienkach podlahového skladovania analyzovanej vzorky, zohľadňujúc vysoké letné teploty. Objemová hmotnosť sa považuje za jedno zo základných meradiel kvality zrna (Bala, 2017). Slúži pre interpretáciu dôležitých informácií pri vstupe zrna do mlynu. Podáva hodnotu možného výťažku múky zo spracovania, nakoľko bol dokázaný vzťah medzi objemovou hmotnosťou a následným výťažkom múk (Cauvain a Clark, 2017). Pri najvyššej triede kvality E musí podľa STN 46 1100-2 dosahovať objemová hmotnosť zŕn najmenej 790 g.l⁻¹. Limit spĺňa odroda Lukullus, a to v oboch pestovateľských rokoch s pomerne rovnakými hodnotami 816,8 g.l⁻¹ a 818,4 g.l⁻¹. Odroda Genius 2 a Stanislava 2 sa zaraďuje do triedy kvality A. Množstvo popola sa využíva

ako ukazovateľ pre zatriedenie typov múk. Obsah popolovín v šrote zrna analyzovaných vzoriek sa pohyboval od 1,54 % do 2,03 %, čím ho možno považovať za optimálny.

Výsledky dosiahnuté pri analýze pekárskych znakov sú uvedené v tabuľke 1. Všetky analyzované vzorky, spĺňajú kritérium pre zaradenie do triedy kvality E podľa obsahu mokrého lepku v sušine a dosahujú najmenej 28 %. Najnižší obsah lepku sme zaznamenali pri odrode Stanislava 1–31,84 %. Hodnoty ťažnosti lepku, analyzovaných vzoriek pohybovali od 11–15 cm. Možno tým považovať výsledky za optimálne. Dôležitá je aj vlastnosť napučievania bielkovín - zväčšovania svojho objemu v prítomnosti vody na tvorbu cesta a pri pečení. V prípade napučievania lepku, sme zaznamenali výrazne nižšie hodnoty v druhom roku výskumu. Veľmi dobrú kvalitu lepku považujeme ak napučevanie dosahuje 13 cm³ a viac. Najvyššiu hodnotu napučievania sme namerali vo vzorke Genius 1–15 cm³. V závislosti od klimatických a pestovateľských podmienok, druhu, ale aj odrody dopestovanej pšenice, je obsah škrobu premenlivý a pohybuje sa od 60 % do 75 %. Hodnota obsahu škrobu vo vzorkách sa pohybovala v rozmedzí 68–69,56 %. Najvyšší obsah škrobu sme namerali pri vzorke G1 - 69,56 %. Obsah škrobu pri odrodách bol pomerne rovnaký. Medzi veľmi významné parametre pre pekárenské hodnotenie patrí taktiež obsah dusíkatých látok a Zelenyho sedimentačný index. Zelenyho index je dôležitým kvalitatívnym ukazovateľom bielkovín pšenice a hrubý proteín ukazovateľom kvantitatívnym. Vyšší obsah hladín bielkovín pozitívne vplýva na textúru cesta. Okrem vzorky Genius 1, ktorú podľa obsahu N-látok v sušine možno zaradiť do triedy kvality A. Najvyšší obsah sme namerali pri odrode Lukullus a to v oboch ročníkoch 14,97 % a 15 %. Pri vzorkách so zvýšenými hodnotami N-látok, sme zaznamenali aj zvýšené hodnoty Zelenyho sedimentačného indexu, ktorý vyjadruje schopnosť pšeničných bielkovín zväčšovať objem v roztoku kyseliny mliečnej. Najvyššia hodnota ZI bola zaznamenaná pri vzorkách Lukullus 1 a 2, a to 64 cm³ a 67 cm³. Vo viacerých štúdiách bola spájaná korelácia medzi nízkym číslom poklesu a zlou kvalitou pekárenských výrobkov. Lepivá a zlá textúra striedky, znížený objem a intenzívnejšie stmavnutie kôrky sa preukázalo

pri výrobkoch zo pšeničnej múky s číslom poklesu nižším ako 200 sekúnd (Neoh et al., 2020). Z našich vzoriek okrem Stanislava 18 všetky toto kritérium spĺňajú. Väčšina vzoriek prekračuje hranicu 300 s. Vysoká aktivita predurčuje malý objem a vysokú pórovitosť výrobkov (Mareček et al., 2022).

Tabuľka 1: Výsledky analyzovaných pekárskych znakov kvality

Odroda	G _o v suš. (%)	T ₀ (%)	Q ₀ (%)	Škrob v suš. (%)	NL v suš. (%)	ZI (cm ³)	ČP (s)
G 18	32,19	11,0	15	69,56	12,18	42	366
G 19	43,10	15,0	10	68,32	13,68	52	332
L 18	39,53	14,0	14	67,26	15,00	64	375
L 19	41,82	14,5	10	67,05	14,97	67	325
S 18	31,84	13,0	13	68,90	13,60	45	216
L 19	38,59	12,0	11	68,25	13,75	56	300

G_o - obsah mokrého lepku v sušine, T₀ – ťažnosť lepku, Q₀ – ťažnosť lepku, NL – dusikaté látky v sušine, ZI – Zeleného sedimentačný index, ČP – číslo poklesu

ZÁVER

Kontrola kvality zrna ozimnej pšenice patrí k nezastupiteľným prioritám agropotravinárskeho sektora z hľadiska dostatku kvalitnej suroviny pre mlynársko – pekárske odvetvie. Zo získaných analytických výsledkov je možné skonštatovať vhodnosť všetkých hodnotených odrôd na produkciu múk. Zaznamenaný bol zvýšený obsah lepku, najmä v druhom roku až nad 40 %, čo potvrdzuje trend produkcie zrna s vysokým obsahom najmä nerozpustných bielkovinových frakcií, ako vplyv šľachtenia, hnojenia a ročníka. Pri odrode Lukullus boli namerané aj najvyššie hodnoty dusíkatých látok. Pri aktivite amyláz boli najpriaznivejšie hodnoty pri odrode Stanislava, pri ostatných odrodách bola aktivita alfa-amylázy mierne znížená.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

AACC Method 46 (1999): Crude Protein-Kjeldahl Metod: Boric Acid Modification.

Bala, B. K. (2017): ICC Drying and Storage of Cereal Grains (2nd Edition) [online]. John Wiley & Sons, 341 p. ISBN 978-1-119-12423-8.

Dostupné na: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpDSCGE002/drying-storage-cereal/drying-storage-cereal>

Bojňanská, T. et al. (2013): *Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 335 s. ISBN 978-80-552-1086-5.

Call, L. et al. (2020): Effects of species and breeding on wheat protein composition. In *Journal of Cereal Science* [online], 102974. ISSN 0733-5210. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102974>

Cauvain, S., Clark, R. (2017): *ICC Handbook of Cereals, Flour, Dough & Product Testing - Methods and Applications (2nd Edition)* [online]. DEStech Publications, 531. ISBN 978-1-5231-2483-1.

Dostupné na: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpICCHCFD2/icc-handbook-cereals/icc-handbook-cereals>

ICC Standard 104/1 (1990): Determination of Ash in Cereals and Cereal Products.

ICC Standard 106/2 (1984): Working Method for the Determination of Wet Gluten in Wheat Flour.

ICC Standard 107/1 (1995): Determination of the Falling Number according to Hagberg - as a Measure of the Degree of Alpha-Amylase Activity in Grain and Flour.

ICC Standard 110/1 (1976): Determination of the Moisture Content of Cereals and Cereal Products (Practical method).

ICC Standard 116/1 (1994): Determination of the Sedimentation Value (according to Zeleny) as an Approximate Measure of Baking Quality.

ICC Standard 123/1 (1994): Determination of Starch Content by Hydrochloric Acid Dissolution.

Li, Ch. et al. (2020): Structure and physicochemical properties of two waxy wheat starches. In *Food Chemistry* [online], (318): 126492. ISSN 0308-8146. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126492>

Ma, M. et al. (2020): Deterioration mechanisms of high-moisture wheat-based food – review from physicochemical, structural, and molecular perspectives. In *Food Chemistry* [online], (318): 126495. ISSN 0308-8146. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126495>

Mareček, J., Minarovičová, M., Mendelová, A., Solgajová, M. (2022): Technologická kvalita vybraných odrôd *Triticum aestivum* L. In: *Bezpečnosť a kvalita potravín*. Zborník vedeckých prác. Nitra: Garmond, 2022, 309–314. ISBN 978-80-8266-007-7

Neoh, G. et al. (2020): Effects of cold temperature on starch molecular structure and gelatinization of late-maturity alpha-amylase affected wheat. In *Journal of Cereal Science* [online], (92): 102925. ISSN 0733-5210. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102925>

Sezer, B. et al. (2017): A novel method for ash analysis in wheat milling fractions by using laser-induced breakdown spectroscopy. In *Journal of Cereal Science* [online], (78): 33–38. ISSN 0733-5210.

Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.04.002>

Shang, J. et al. (2020): Comparative studies on physicochemical properties of total, A- and B-type starch from soft and hard wheat varieties. In *International Journal of Biological Macromolecules* [online], (154): 714–723. ISSN 0141-8130. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.03.150>

Schinabec, T. M. et al. (2019): Dynamics of the particle moisture distribution during storage of wheat under laboratory and pilot-scale conditions. In *Journal of Stored*

Products Research [online], (82): 54–66. ISSN 0022-474X. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2019.04.001>

STN 46 1011-5 (1988): Skúšanie obilnín, strukovín a olejní. Skúšanie obilnín: stanovenie objemovej hmotnosti.

STN 46 1011-9 (1997): Skúšanie obilnín, strukovín a olejní. Skúšanie obilnín: stanovenie mokrého lepku, stanovenie ťažnosti lepku, stanovenie napúčiavania lepku.

STN 46 1100-2 (2018): Potravinárske obilniny. Časť 2: Zrno potravinárskej pšenice letnej.

Kontaktná adresa: doc. Ing. Ján Mareček, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, email: Jan.Marecek@uniag.sk

**POROVNANIE VPLYVU TEPOVZDUŠNÉHO A INFRAČERVENÉHO
SUŠENIA NA OBSAH ANTOKYÁNOVÝCH FARBÍV
V DROBNOM OVOCÍ**

**COMPARISON OF THE EFFECT OF HOT AIR AND INFRARED DRYING
ON THE CONTENT OF ANTHOCYANINS IN SMALL FRUITS**

**Andrea Mendelová¹ – Ľubomír Mendel² – Miriam Solgajová¹
Anna Kolesárová¹ – Ján Mareček¹**

**¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, SPU v Nitre,
Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra**

**²Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Nitra, Výskumný ústav
rastlinnej výroby Piešťany, Bratislavská 122, 92101 Piešťany**

ABSTRAKT

Cieľom práce bolo zhodnotenie vplyvu teplovzdušného a infračerveného sušenia na obsah antokyánových farbív vo vybraných druhov drobného ovocia. V práci sme použili aróniu čiernoplodú, bazu čiernu, červené a čierne ríbezle, hlošinu mnohokvetú, čerešňu višňovú, ostružinu malinovú a čuoriedku chocholíkatú. Sušenie sme uskutočnili v teplovzdušnej sušiarni Concept S1060 a infračervenej sušiarni Yden CI IR D5. Stanovenie obsahu antokyánových farbív sme vykonali pH diferenciálnou metódou. Analýzou čerstvých plodov sme zistili najvyšší obsah antokyánových farbív v plodoch arónie čiernoplodej (3036,97 mg.100 g⁻¹ sušiny) a najnižší v plodoch hlošiny mnohokvetej (83,86 mg.100 g⁻¹ sušiny). Pri porovnaní dĺžky sušenia môžeme skonštatovať, že infračervené sušenie ovocia pri dosiahnutí rovnakej zvyškovej vlhkosti bolo pri jednotlivých druhoch ovocia o 6–12 hodín kratšie ako teplovzdušné sušenie. Po sušení v teplovzdušnej sušiarni obsah antokyánových farbív klesol v priemere o 67,4 %. Po sušení v infračervenej sušiarni bol pokles obsahu antokyánových farbív 60,7%. LSD testom sme potvrdili, že infračervené sušenie je vo vzťahu k antokyánovým farbivám menej deštruktívnou metódou sušenia.

Kľúčové slová: drobné ovocie, antokyány, sušenie

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of hot air and infrared drying on the content of anthocyanins in selected small fruits. In this work we used chokeberry, elderberry, red and black currants, cherry elaeagnus, sour cherry, raspberry and blueberry. Drying was carried out in a Concept S1060 hot air dryer and a Yden CI IR D5 infrared dryer. The analysis of anthocyanins content was carried out by pH differential method. By analyzing fresh fruits, we found the highest content of anthocyanin pigment in the fruits of chokeberry (3036.97 mg.100 g⁻¹ DM) and the lowest in the fruits of cherry eleagnus (83.86 mg.100 g⁻¹ DM). When comparing the drying time, it can be concluded that infrared drying of the fruit at the same residual moisture content was 6–12 hours shorter than hot-air drying for each fruit species. After hot-air drying, the content of anthocyanins decreased by 67.4% on average. After drying in the infrared dryer, the decrease in anthocyanins content was 60.7%. We confirmed by LSD test that infrared drying is a less destructive drying method in relation to anthocyanins.

Keywords: small fruits, anthocyanins, drying

ÚVOD

Plody drobného ovocia sa vyznačujú cenným nutričným zložením a vysokým potenciálom z hľadiska využitia v potravinárstve. Sušenie ovocia sa zaraďujeme medzi najstarší spôsob konzervovania potravín. Produkty sušenia sa konzumujú priamo alebo sa používajú na ďalšie spracovanie v potravinárskom priemysle (Sánchez et al., 2020, Meléndez-Martínez, 2021). Teplovzdušné sušenie sa zaraďuje medzi najjednoduchšie metódy používané na sušenie ovocia, najmä kvôli svojej cenovej dostupnosti (Zhang et al., 2019). Tento spôsob sušenia má však nepriaznivý vplyv na nutričnú kvalitu výsledného produktu v dôsledku degradácie termolabilných látok. Alternatívou k sušeniu horúcim vzduchom je infračervené sušenie, ktoré sa vyznačuje lepšou energetickou účinnosťou samotného procesu (Okamoto, 2012, Orikasa et al., 2018, Roslan, 2020). Infračervená sušička funguje na princípe, pri ktorom sa energia žiarenia prenáša zo zdroja žiarenia na povrch produktu bez ohrievania okolitého vzduchu, čím

sa materiál zahrieva rýchlejšie a rovnomernejšie. Energia preniká do materiálu a premieňa sa na teplo. Infračervené sušenie sa v porovnaní klasickou technológiou sušenia vyznačujú nižšou spotrebou energie, kratším časom sušenia a následne vyššou nutričnou a senzorickou kvalitou konečného produktu (Guiné, 2018, Hasan, 2019, Wu et al., 2019).

MATERIÁL A METODIKA

V práci sme použili drobné ovocie, ktoré sa vyznačujú prítomnosťou antokyánových farbív. Boli to nasledovné druhy a odrody - arónia čiernoplodá (*Aronia melanocarpa* L.) odroda Nero, baza čierna (*Sambucus nigra* L.) odroda Haschberg, čerešňa višňová (*Prunus cerasus* L.) odroda Fanal, ríbezľ červená (*Ribes rubrum* L.) odroda Red Lake, ríbezľ čierna (*Ribes nigrum* L.) odroda Triton, hlošina mnohokvetá (*Elaeagnus multiflora* Thunb.) bez udania odrody, ostružina malinová (*Rubus idaeus* L.) odroda Granát, čučoriedka chocholíkatá (*Vaccinium corymbosum* L.) odroda Bluecrop. Plody ovocia sme zbierali v plnej konzumnej zrelosti, po dosiahnutí charakteristických senzorických vlastností. Ovocie sme analyzovali v čerstvom stave a po sušení. Ovocie sme sušili na dvoch typoch sušiarň, v teplovzdušnej sušiarň Concept S1060 pri teplote 60 °C a v infračervenej sušiarň Yden CI IR D5 pri vlnovej dĺžke 750–3000 nm. Sušenie sme ukončili pri dosiahnutí zvyškovej vlhkosti 15 %. Čas sušenia je uvedený v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Čas sušenia plodov jednotlivých druhov ovocia

Druh	Teplovzdušné sušenie (hod.)	Infračervené sušenie (hod.)
Arónia čiernoplodá	24	16
Baza čierna	16	10
Čerešňa višňová	24	16
Ríbezľ červená	36	24
Ríbezľ čierna	36	24
Hlošina mnohokvetá	16	10
Ostružina malinová	16	10
Čučoriedka chocholíkatá	16	10

Celkový obsah antokyánov v extraktoch plodov a nátierok sa stanovil pH diferenciálnou metódou. Extrakty sme zriedili s 0,025 M chloridom draselným (pH = 1,0) a 0,4 M octanom sodným (pH = 4,5). Absorbanciu sme merali pomocou UV-VIS spektrofotometra pri vlnovej dĺžke 520 nm a 700 nm po 15 minútach inkubácie pri 20 °C. Obsah celkového obsahu antokyánov bol vyjadrený ako mg kyandín-3-glukozidových ekvivalentov na 100 g (Lapornik, 2005).

Na štatistické hodnotenie vplyvu druhu a spôsobu sušenia na obsah celkových antokyánových farbív sme použili jednofaktorovú resp. dvojfaktorovú analýzu rozptylu ANOVA pri $P < 0,05$. V post-hoc testovaní bol použitý LSD 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.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah celkových antokyánov bol v sledovaných druhoch ovocia v množstve 156,21–3036,97 mg.100 g⁻¹ sušiny. Na základe výsledkov LSD testu sa druhy podľa obsahu antokyánov usporiadali do 6 homogénnych skupín. Najvyšší obsah antokyánov sme potvrdili v arónii čiernoplodej a najnižší v hlošine mnohokvetej. Štatisticky významný rozdiel ($p > 0,05$) sme nezistili medzi ostružinou malinovou a čučoriedkou chocholíkatou, ktoré spolu vytvorili samostatnú homogénnu skupinu (cd). Rovnako sme rozdiel nedetegovali medzi čerešňou višňovou a ostružinou malinovou, čerešňou višňovou a čučoriedkou chocholíkatou, bazou čiernou a čučoriedkou chocholíkatou a tiež bazou čiernou a ostružinou malinovou (Tabuľka 2).

Damar a Eksi (2012) sledovali obsah celkových polyfenolov a antokyánových farbív v šťave z čerešne višňovej z rôznych oblastí Turecka. Autori zistili obsah celkových polyfenolov v množstve 1510–2297 mg.L⁻¹ a obsah celkových antokyánov v množstve 195,8–437,9 mg.L⁻¹. Pentalidis et al. (2007) sledovali obsah celkových polyfenolov a antokyánov v plodoch malín a červených ríbezlí pôvodom z Grécka. Obsah antokyánov v plodoch analyzovali pH diferenciálnou metódou. V červených ríbezliach autori zistili obsah 1,3–7,8 mg.100 g⁻¹ čerstvej hmoty a v plodoch malín

104–198 mg.100 g⁻¹ čerstvej hmoty. Po prepočte na sušinu plodov to predstavovalo v ríbezliach 657–1193 mg. 100 g⁻¹ a v malinách 1137–2112 mg.100 g⁻¹. Podľa Paunovića et al. (2017) pochádza viac ako 70 % antioxidačnej kapacity čiernych ríbezlí z antokyánov. Autori uvádzajú, že v plodoch sa nachádzajú štyri hlavné druhy antokyánov, a to delfinidín-3-rutinozid, kyanidín-3-O-rutinozid, delfinidín-3-O-glukozid a kyanidín-3-O-glukozid. Kula et al. (2016) uvádzajú v ostružine malinovej prítomnosť derivátov kyanidínu a pelargonidínu, pričom deriváty kyanidínu sú dominantné a tvoria približne 20 mg.kg⁻¹ čerstvej hmotnosti. Obsah antokyánových farbív v plodoch červených a čiernych ríbezlí hodnotili Orsavová et al. (2019). Plody červenej ríbezle pestované v ČR obsahovali 60,34 mg.100 g⁻¹ sušiny celkových antokyánov. Čierne ríbezle hodnotili v širšej odrodovej skladbe a zistili v nich vyšší priemerný obsah antokyánov (140,71–186,12 mg.100 g⁻¹ sušiny). Najvyšší obsah dosahovala odroda Ben Gairn pôvodom zo Škótska. Autori uvádzajú, že rozdiely v obsahu farbív v jednotlivých druhoch čiernych ríbezlí sú ovplyvnené faktormi ako sú termín zberu, genotyp, lokalita pestovania. V našej práci sme koncentrácie antokyánových farbív v plodoch červených ríbezlí a čiernych ríbezlí namerali vo vyšších množstvách. Obsah antokyánov v plodoch bazy čiernej sledovali aj Domínguez et al. (2020) a zistili obsah v rozmedzí od 287,8 do 645,7 mg.100 g⁻¹ sušiny, čo sú výsledky zrovnateľné s našimi. Celkový obsah antokyánov autori Toshima et al. (2021) analyzovali v ostružine malinovej odrody Indian Summer, ktorá sa pestuje v Japonsku. Autori uvádzajú, že plody obsahujú v priemere 27,09 mg.100 g⁻¹ čerstvej hmoty antokyánov, čo je v porovnaní s našimi výsledkami nižšie množstvo.

Z výsledkov analýz sušeného ovocia vyplýva, že najvyšší obsah antokyánových farbív sa po použití oboch typov sušenia nachádzal plodoch arónie čiernoplodej a to v množstve 979,13 mg.100 g⁻¹ sušiny (teplovzdušné) a 1363,72 mg.100 g⁻¹ sušiny (infračervené). Po sušení plodov arónie v infračervenej sušiarňi sa zachovali vyššie množstvá farbív (pokles o 55,10 %) ako pri teplovzdušnom sušení (pokles o 67,76 %). Po teplovzdušnom sušení obsah antokyánov v sušených plodoch klesol o 62,20–72,52 %. Pokles antokyánových farbív po infračervenom sušení bol 50,41–71,22 %.

Teplovzdušné sušenie plodov spôsobilo najvýraznejšiu degradáciu antokyánových farbív v plodoch hlošiny mnohokvetej. Obsah klesol z pôvodných 83,86 mg.100 g⁻¹ sušiny na 23,04 mg.100 g⁻¹ sušiny, čo predstavuje pokles o 72,52 %. Na druhej strane teplovzdušné sušenie bolo šetrnejšie k antokyánom v plodoch bazy čiernej, v ktorých sa obsah antokyánov pohyboval v množstve 428,83 mg.100 g⁻¹ sušiny v čerstvých plodoch a 162,12 mg.100 g⁻¹ sušiny sušených plodoch, čo predstavoval pokles o 62,20 %. Najmenší pokles obsahu antokyánových farbív po aplikácii infračerveného sušenia sme zistili v plodoch plodov bazy čiernej, najväčší pokles bol v plodoch hlošiny mnohokvetej.

Tabuľka 2: Priemerné hodnoty a homogénne skupiny obsahu celkových antokyánových farbív na základe mnohonásobného porovnávania priemerov z LSD testu

Druh	Sušina (%)	Celkové antokyány (mg.100 g ⁻¹ sušiny)
Arónia čiernoplodá	24,38	3036,97 f
Baza čierna	16,42	428,83 d
Čerešňa višňová	14,32	351,75 c
Ríbezľa červená	11,86	156,21 b
Ríbezľa čierna	16,26	582,55 e
Hlošina mnohokvetá	16,79	83,86 a
Ostružina malinová	13,81	390,97 cd
Čučoriedka chocholíkatá	14,14	405,14 cd

rozdielne písmená pri priemeroch predstavujú štatisticky preukazné rozdiely medzi druhmi ($p < 0,05$)

Plody arónie čiernej pestovanej v Poľsku hodnotili Kowalska et al. (2021). Autori uvádzajú celkový obsah antokyánov v čerstvých plodoch 32,24–131,95 mg.l⁻¹ a v sušených plodoch 11,76 mg.l⁻¹–35,59 mg.l⁻¹. Stanoveniu obsahu antokyánov v lyofilizovaných plodoch čiernych ríbezlí a čučoriedok z Nového Zélandu sa venovali autori Hui et al. (2021). Autori uvádzajú, že priemerný obsah antokyánov v prášku zo čiernych ríbezlí bol 36,27 mg.100 g⁻¹ sušiny a v čučoriedkach 14,96 mg.100 g⁻¹ DM, čo sú hodnoty nižšie ako v našej práci. Samoticha et al. (2016) sledovali obsah antokyánov v plodoch arónie čiernoplodej po rôznych spôsoboch sušení. Autori na základe analýz uvádzajú, že pri teplovzdušnom sušení plodov pri 60 °C došlo

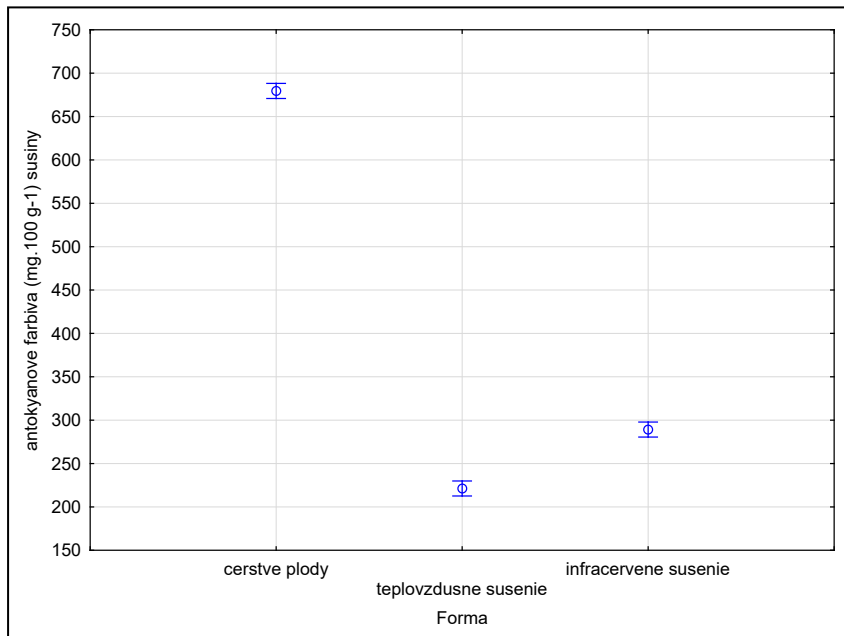
k poklesu antokyánových farbív z 3917 mg.100 g⁻¹ sušiny na hodnotu 781 mg.100 g⁻¹, po vákuovom sušení na 1821 mg.100 g⁻¹ a po lyofilizácii na 2227 mg.100 g⁻¹. Autori na základe meraní uvádzajú, že sušenie vedie k strate antokyánov v rozmedzí od 43–80 % v závislosti od spôsobu sušenia. Wojdylo et al. (2013) uvádzajú, že obsah antokyánov vo višniach pestovaných v Poľsku bol v čerstvých plodoch 2923,85 mg.kg⁻¹ sušiny. Po sušení plodov teplovzdušným sušením pri teplote 60 °C obsah antokyánov v tejto štúdii klesol na hodnotu 1617,92 mg.kg⁻¹ sušiny. Autori Piccolo (2020) stanovoval obsah antokyánov v čerstvých a sušených malinách. Na sušenie použili teplovzdušnú sušiareň a sušili pri teplote 65 °C. V štúdii uvádzajú, že celkový obsah antokyánových farbív v čerstvých plodoch bol 1,18 mg.g⁻¹ sušiny. Po sušení pri teplote 65 °C obsah farbív klesol na hodnotu 0,78 mg.g⁻¹ sušiny. Na porovnanie pokles antokyánových farbív v štúdii Piccolo (2020) bol 33,9 %, pričom v našom pokuse to bolo až 70,87 %. Obsah antokyánových farbív v arónii čiernoplodej po sušení pri teplote 40 °C stanovili v priemernom množstve 20,6 mg.g⁻¹ sušiny autori Čujić et. al. (2018).

Tabuľka 3: Obsahu antokyánových farbív (mg.100 g⁻¹ sušiny) po rôznych spôsoboch sušenia ovocia

Druh ovocia	Teplovzdušné	% poklesu	Infračervené	% poklesu
Arónia čiernoplodá	979,13	67,76	1363,72	55,10
Baza čierna	162,12	62,20	212,64	50,41
Čerešňa višňová	113,82	67,64	127,80	63,67
Ríbezľa červená	55,21	64,65	61,43	60,68
Ríbezľa čierna	176,64	69,68	200,32	65,61
Hlošina mnohokvetá	23,04	72,52	24,13	71,22
Ostružina malinová	142,03	63,67	168,58	56,88
Čučoriedka chocholíkatá	118,02	70,87	155,04	61,73

Na základe výsledkov analýz sme zistili, že pokles antokyánových farbív pri infračervenom sušení bol nižší ako po teplovzdušnom sušení, na základe čoho predpokladáme, že infračervené sušenie plodov má na obsah antokyánov menej deštruktívne účinky ako teplovzdušné sušenie. Naš predpoklad potvrdili dvojfaktorovou

analýzou rozptylu. Na základe porovnania výsledkov obsahu antokyánových farbív z teplovzdušného a infračerveného sušenia za všetky sledované druhy sme zistili, že infračervené sušenie je štatisticky významne ($p < 0,05$) výhodnejšie ako teplovzdušné sušenie (Obrázok 1).



Obrázok 1: Porovnanie obsahu antokyánových farbív v čerstvých plodoch a plodoch sušených teplovzdušnou a infračervenou sušiarňou

ZÁVER

Drobné ovocie patrí medzi nutrične najcennejšie druhy ovocia s vysokým biologickým potenciálom vo výžive ľudí a v spracovateľskom priemysle. Jednou z možností spracovania nielen drobného ovocia je sušenie. Sušenie potravín je v neustálom centre pozornosti technologickej praxe i výskumu z hľadiska optimalizácie kľúčových parametrov procesu najmä s cieľom ochrany nutrične významných termolabilných látok. Cieľom našej práce bolo porovnanie vplyvu teplovzdušného a infračerveného sušenia na obsah celkových antokyánov vo vybraných druhoch drobného ovocia. V práci sme zistili, že intenzita rozkladu antokyánových farbív bola rôzna v závislosti

od spôsobu sušenia a druhu ovocia. Štatisticky významne ($p < 0,05$) výhodnejším spôsobom sušenia je infračervené sušenie. Porovnaním druhov sme zistili, že najvyšší obsah celkových polyfenolov aj antokyánových farbív sa v čerstvom aj v sušenom ovocí nachádza v arónii čiernoplodej. Tento druh zároveň patrí medzi druhy s dobrou stabilitou sledovaných zložiek po sušení.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

Ćujić, N., Savikin, K., Miloradovic, Z., Ivanov, M., Vajic, U. J., Karanovic, D., Grujic-Milanovic, J., Gjovovic, D., Mihailovic-Stanojevic, N. (2018): Characterization of dried chokeberry fruit extract and its chronic effects on blood pressure and oxidative stress in spontaneously hypertensive rats. *Journal of Functional Foods*, 44, 330–339. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.02.027>.

Damar, I.; Eksi, A. (2012): Antioxidant capacity and anthocyanin profile of sour cherry (*Prunus cerasus* L.) juice. *Food Chemistry*, 135(4), 2910–2914. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.032>

Domínguez, R., Zhang, L., Rocchetti, G., Lucini, L., Pateiro, M., Munekata, P. E. S., Lorenzo, M. S. (2020): Elderberry (*Sambucus nigra* L.) as potential source of antioxidants. Characterization, optimization of extraction parameters and bioactive properties. *Food Chemistry*, 330, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127266>

Guiné, R. P. F. (2018): The Drying of Foods and Its Effect on the Physical-Chemical, Sensorial and Nutritional Properties. In *International Journal of Food Engineering*, 4(2), 93–100. <https://doi.org/10.18178/ijfe.4.2.93-100>

Hasan, M. U. (2019): Modern drying techniques in fruits and vegetables to overcome postharvest losses: a review. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(12), 1–15. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14280>

Hui, X., Wu, G., Han, D., Gong, X., Stipkovits, L., Wu, X., Tang, S., Brennan, M. A., Brennan, C. S. (2021): Bioactive compounds from blueberry and blackcurrant powder alter the physicochemical and hypoglycaemic properties of oat bran paste. *LWT*, 143, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111167>

Kowalska, G., Wyrostek, J., Kowalski, R., Pankiewicz, U. (2021): Evaluation of glycerol usage for the extraction of anthocyanins from black chokeberry and elderberry fruits. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plant*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2021.100296>

Kula, M. Majdan, M. Glod, D. (2016): Phenolic composition of fruits from different cultivars of red and black raspberries grown in Poland. *Journal of Food Composition and Analysis*, 52, 74–82. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2016.08.003>

Lapornik, B., Prošek, M., Wondra, A. G. (2005): Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering*, 71, 214–222. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.10.036>

Meléndez-Martínez, A.J., Bohm, V., Borge, G. I. A., Cano, M. P., Fikselová, M., Gruskiene, R., Lavelli, V., Loizzo, M. R., Mandić, A. I., Brahm, P. M., Mišan, A. Č., Pintea, A. M., Sereikaitė, J. (2021): Carotenoids: Considerations for Their Use in Functional Foods, Nutraceuticals, Nutricosmetics, Supplements, Botanicals, and Novel Foods in the Context of Sustainability, Circular Economy, and Climate Change. *Annual Review of Food Science Technology*, 12, 433–460. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-062220-013218>

Okamoto, S. (2012): Application of far-infrared for drying of Komatsuna. *Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology*, 59(9), 465–472. <https://doi.org/10.3136/nskkk.59.465>

- Orikasa, T., Ono, N., Watanabe, T., Ando, Y., Shiina, T., Koide, S. (2018): Impact of blanching pretreatment on the drying rate and energy consumption during far-infrared drying of Paprika (*Capsicum annuum* L.). *Food Quality and Safety*, 2(2), 97–103. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyy006>
- Orsavová, J., Hlaváčová, I., Mlček, J., Snopek, L., Mišuričová, L. (2019): Contribution of phenolic compounds, ascorbic acid and vitamin E to antioxidant activity of currant (*Ribes* L.) and gooseberry (*Ribes uva-crispa* L.) fruits. *Food Chemistry*, 284, 323–333. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.072>
- Paunović, S. M., Mašković, P., Nikolić, M., Miletić, R. (2017): Bioactive Compounds and Antimicrobial Activity of Black Currant (*Ribes nigrum* L.) Berries and Leaves Extract Obtained by Different Soil Management System. *Scientia Horticulturae*, 222, 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.015>
- Pentallidis, G. E., Vasilakakis, M., Manganaris, G. A., Diamantidis, G. (2007): Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberries and Cornelian cherries. *Food Chemistry*, 102, 777–783. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.06.021>
- Piccolo, E. L. (2020): Influences of Postharvest Storage and Processing Techniques on Antioxidant and Nutraceutical Properties of *Rubus idaeus* L.: A Mini-Review. *Horticulturae*, 6(4). <https://doi.org/10.3390/horticulturae6040105>
- Roslan, A.S. (2020): Effect of drying methods and parameters on the antioxidant properties of tea (*Camellia sinensis*) leaves. *Food Production, Processing and Nutrition*, 2(8), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s43014-020-00022-0>
- Samoticha, J., Wojdylo, A., Lech, K. (2016): The influence of different the drying methods on chemical composition and antioxidant activity in chokeberries. *LWT- Food Science and Technology*, 66, 484–489. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.10.073>

Sánchez, C. 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*, 9(9), 1261. <https://doi.org/10.3390/foods9091261>

Toshima, K., Hirano, T., Kunitake, H. (2021): Comparison of anthocyanins, polyphenols, and antioxidant capacities among raspberry, blackberry, and Japanese wild *Rubus* species. *Scientia Horticulturae*, 285. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110204>.

Wojdylo, A., Figiel, A., Lech, K., Nowicka, P., Oszmiański, J. (2013): Effect of Convective and Vacuum–Microwave Drying on the Bioactive Compounds, Color, and Antioxidant Capacity of Sour Cherries. *Food and Bioprocess Technology*, 7, 829–841. <https://doi.org/10.1007/s11947-013-1130-8>

Wu, X., Zhang, M., Bhandari, B. (2019): A novel infrared freeze drying (IRFD) technology to lower the energy consumption and keep the quality of *Cordyceps militaris*. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 54, 34–42. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.03.003>

Zhang, Y., Zhao, Y., Liu, X., Chen, X., Ding, Ch., Dong, L., Zhang, J., Sun, S., Ding, Q., Khatoom, S., Cheng, Z., Liu, W., Shen, L., Xiao, F. (2021): Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) as a new functional food relationship with health: an overview. *Journal of Future Foods*, 1(2), 168–178. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.01.006>

Kontaktná adresa: Doc. Ing. Andrea Mendelová, PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: andrea.mendelova@uniag.sk

OVLIVNĚNÍ TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ JÁTROVÝCH PAŠTIK S PŘÍDAVKEM VYBRANÝCH ŽELATIN

INFLUENCE OF THE TEXTURAL PROPERTIES OF LIVER PATTIES WITH THE ADDITION OF SELECTED GELATINS

Tereza Novotná¹ – Robert Gál¹ – Pavel Mokrejš² – Jana Pavlačková³

**¹Ústav technologie potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati
ve Zlíně, Vavrečkova 5669, 760 01 Zlín**

**²Ústav inženýrství polymerů, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati
ve Zlíně, Vavrečkova 5669, 760 01 Zlín**

**³Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky, Fakulta technologická, Univerzita
Tomáše Bati ve Zlíně, Vavrečkova 5669, 760 01 Zlín**

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá aplikací vybraných druhů želatín do játrových paštik. Želatína je aplikována v koncentraci 0,0; 0,5 a 1,0 % do játrových paštik, které odpovídají sortimentu krájitelných paštik. Pro aplikaci byla zvolena kuřecí, vepřová a hovězí želatína. Kuřecí želatína byla vyrobena z kuřecích kostí a kolagenních zbytků ze strojního oddělování masa pomocí demineralizace kolagenu, enzymatické předúpravy a následné extrakce, zatímco vepřová a hovězí želatína byla vyrobena průmyslovou cestou. Po aplikaci těchto želatín byly zjišťovány změny texturních vlastností vyrobených paštik, kdy tyto vlastnosti byly měřeny pomocí několika analyzátorů, a to texturometrem a reometrem. Pomocí texturometru byla stanovena síla penetrace a relativní lepidlost a při použití reometru byla zjištěna viskozita, elastický modul pružnosti a ztrátový modul pružnosti.

Klíčová slova: želatína, játrová paštika, texturní vlastnosti, masný výrobek

ABSTRACT

This work deals with the application of selected types of gelatins in liver patties. The gelatine is applied in concentrations of 0.0, 0.5 and 1.0% to liver patties corresponding to a range of slicable patties. Chicken, pork and beef gelatines were chosen for the application. Chicken gelatin was made from chicken bones and collagen

residues from mechanical meat separation by collagen demineralization, enzymatic pretreatment and subsequent extraction, while pork and beef gelatin were produced industrially. After the application of these gelatins, the changes in the textural properties of the produced patties were investigated, and these properties were measured using several analyzers, namely a textometer and a rheometer. The penetration force and relative tackiness were determined using a textometer and the viscosity, elastic modulus and loss modulus were determined using a rheometer.

Keywords: gelatine, liver pate, textural properties, meat product

ÚVOD

Želatina patří mezi nejvšestrannější polymery, jelikož má velmi široké možnosti využití v různých průmyslových odvětvích (Phillips et al., 2009). Dlouholetý výzkum a vývoj stojí za používáním želatiny v potravinách, cukrovinkách, technických, farmaceutických, lékařských a kosmetických výrobcích. Želatina se dnes vyrábí hlavně z kůže a šlach prasat a skotu, ale je možné ji získávat i z drůbeže nebo ryb (Alipal et al., 2021).

Globální spotřeba masných výrobků, zejména uzenin stoupá, ale zásoby hovězí a vepřové želatiny se snižují. Výsledkem je, že kuřecí kolagen by mohl tuto potřebu dodat, protože jej lze snadno získat jako vedlejší produkt z kůže, chrupavek, kostí a běháků z drůbežářského zpracovatelského průmyslu (Oechsle et al., 2016).

Aplikace kuřecí želatiny do masných výrobků může pozitivně ovlivnit jejich texturní vlastnosti a může tak být dobrou alternativou v masném průmyslu, kdy výrobky s touto želatinou mohou být vhodné i pro některá náboženství, která neakceptují konzumaci vepřového nebo hovězího masa a může tak dojít k potencionálnímu rozšíření okruhu spotřebitelů (Mokrejš et al., 2017).

MATERIÁL A METODIKA

K optimalizaci podmínek výroby játrovek, které odpovídají sortimentu krájitelných paštik byla použita metoda Taguchi design, což je metoda více faktorových experimentů, která se běžně využívá i v průmyslu, a to umožňuje snížení nákladů tím,

že se minimalizuje počet potřebných experimentů na takové množství, abychom byly schopni ze získaných výsledků popsat jednotlivé vlivy zkoumaných faktorů. Mezi sledované faktory se řadí typ želatiny (faktor A), koncentrace želatiny (faktor B) a teplota tepelného opracování (faktor C). Bylo vyrobeno 21 vzorků podle faktorové metodiky 3¹. Nulová koncentrace byla vyrobena pouze jednou pro každé tepelné opracování, kdy z každé šarže výrobku bylo získáno 7 vzorků ve sklenicích, případně 13 vzorků v hliníkových miskách. Byly stanoveny podmínky tepelného opracování játrových paštik v rozmezí 70 až 120 °C, pro aplikaci byla zvolena kuřecí, vepřová a hovězí želatina, a nakonec byly určeny 3 koncentrace želatiny ve vzorcích.

Penetrometrická metoda

Texturometr byl zkalibrován a při měření byla použita sonda o velikosti 10 mm. Rychlost sondy během měření byla 1 mm/s a hloubka průniku sondy do vzorku byla 10 mm. Před samotným měřením byla z výrobku odstraněna zoxidovaná vrstva povrchu cca 3 mm. Vzorek v obalu byl umístěn na fixační stolek texturometru a sonda byla manuálně spuštěna několik mm nad vzorek a poté bylo uskutečněno měření. U každého vzorku bylo provedeno 6 měření, kdy z měření byl vypočítán průměr. Pomocí texturometru byla měřena síla nutná k penetraci vzorku a relativní lepivost vzorku.

Reologické vlastnosti – Dynamická oscilační reometrie

Reologická analýza se věnuje studii viskoelastických vlastností potravin. Viskoelastické vlastnosti jsou charakterizovány pomocí elastického modulu pružnosti (G') a ztrátového modulu pružnosti (G''). Elastický modul pružnosti určuje míru pružnosti materiálu a ztrátový modul pružnosti určuje míru viskózního chování a schopnost materiálu rozptýlit energii. Oba moduly mají jednotku Pascal (Pa).

Analýza vzorků byla provedena pomocí dynamického oscilačního reometru RheoStress 1 HAAKE. Každý vzorek byl změřen dvakrát. Vzorky byly měřeny v rozsahu 0,1–10 Hz při teplotě $20,0 \pm 0,1$ °C a byla využita geometrie deska-deska. Ze vzorku byla odstraněna zoxidovaná vrstva cca 3 mm a vzorek byl nanesen na spodní pevnou desku přístroje. Poté bylo uskutečněno měření, kdy byla horní deska spuštěna na vzorek

a mezi geometrií zůstala vrstva vzorku 1 mm. Přebytný vytlačený vzorek byl před samotným měřením odstraněn, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Síla penetrace

Nejvyšší pevnost vzorku, byla naměřena u vzorků, které byly opracovány při teplotě 120 °C. Bylo zjištěno, že teplota opracování vzorků nejvíce ovlivňuje sílu penetrace, kdy je u všech vzorků, které obsahovaly jakékoli množství želatiny, patrné znatelné zvýšení síly penetrace s rostoucí teplotou opracování. Tyto výsledky se neshodují s výsledky získanými ve studii Tolik et al. (2015), kdy teplota opracování neměla vliv na penetraci. Toto mohlo být způsobeno rozdílným složením výrobku.

S rostoucí koncentrací želatiny se zvyšovala i síla penetrace u vzorků s kuřecí želatinou při všech teplotách opracování, zatímco u vzorků s vepřovou a hovězí želatinou byla zjištěna nejvyšší síla u vzorků s 0,5 % želatiny při tepelném opracování při 70 a 90 °C. U hovězí i vepřové želatiny bylo dále zjištěno, že při opracování při 120 °C se s rostoucí koncentrací zvyšuje i síla potřebná pro penetraci.

Výsledky nebyly shodné s výsledky zjištěnými ve studii Jridi et al. (2015), což může být způsobeno rozdílnou surovinovou skladbou, ale i jinou metodou měření, kdy v této studii byly sledovány vlastnosti krutí klobásky se sépiovým kolagenem, které byly měřené metodou texturní profilové analýzy – TPA, která simuluje podmínky, které nastávají v ústech při namáhání potravin. Odlišné výsledky byly dále zjištěny ve studii Pereira et al. (2011), ve které byly měřeny kuřecí párky pomocí metody TPA.

Dále hodnoty ukázaly, že nejvyšší síla pro penetraci byla nutná u vzorků s hovězí želatinou, nižší potom u vzorků obsahující vepřovou želatinu a nejnižší u vzorků obsahující kuřecí želatinu. Tyto výsledky souvisí s pevností želatinového gelu, který jednotlivé želatiny tvoří. Pevnost u kuřecí želatiny byla 80 Bloom, u vepřové 200 Bloom a u hovězí 280 Bloom.

Relativní lepivost

Relativní lepivost u vzorků bez želatiny a u vzorků s 1 % kuřecí želatiny s rostoucí teplotou opracování klesala. U ostatních vzorků nejvyšší hodnoty relativní lepivosti dosahovaly vzorky opracované při 90 °C a nejnižší hodnoty relativní lepivosti měly vzorky opracované při 120 °C.

Výsledky u vzorků s vepřovou želatinou a u vzorků s hovězí želatinou opracovaných při teplotě 90 °C ukazují, že koncentrace nemá žádný vliv na lepivost výrobku. U vzorků s kuřecí želatinou opracovaných při 70 a 120 °C s rostoucí koncentrací lepivost stoupala, zatímco u vzorků obsahujících hovězí želatinu a opracovaných při teplotě 70 a 90 °C a u vzorků obsahující kuřecí želatinu a opracovaných při teplotě 90 °C s rostoucí koncentrací měla lepivost klesající tendenci. Nebyl pozorován žádný významný rozdíl v lepivosti při použití různých druhů želatiny.

Viskozita

Viskozita byla měřena pomocí reometru RheoStress 1 HAAKE, kdy mimo viskozitu byl zjištěn i elastický modul pružnosti (G') a ztrátový modul pružnosti (G''). Měření probíhalo při frekvenci 0,1–10 Hz. Viskozita měla u všech s rostoucí frekvencí velký spád, a tudíž pro porovnání výsledků byla vybrána frekvence 1 Hz.

Se zvyšováním teploty opracování bylo zjištěno, že u vzorků s jakýmkoli druhem želatiny se s rostoucí koncentrací, zvyšovala i jejich viskozita, ale u vzorků, do kterých nebyla přidána želatina, se s rostoucí teplotou opracování viskozita naopak snižovala.

S rostoucí koncentrací želatiny při teplotě opracování 70 °C a 90 °C se viskozita všech vzorků mírně snižovala, zatímco u vzorků, které byly ošetřeny při teplotě 120 °C se jejich viskozita s rostoucí koncentrací želatiny mírně zvyšovala. Nejvyšší viskozita byla zjištěna u vzorku, ve kterém nebyl žádný obsah želatiny a byl opracován při teplotě 70 °C. Při porovnání druhů želatiny byla nejvyšší viskozita u vzorků s hovězí želatinou, naproti tomu nejnižší viskozita byla naměřena u vzorků s kuřecí želatinou.

Nejvyšší viskozity (> 3500 Pa.s) lze u výrobku s kuřecí želatinou dosáhnout s přídavkem 0,0 až 0,2 % želatiny a tepelné úpravě při 70 až 80 °C nebo při koncentraci

0,9 až 1 % a tepelném opracování při teplotě 110 až 120 °C. Nejnižší viskozity (< 2000 Pa.s) u výrobku lze dosáhnout s 0,85 až 1 % želatiny a tepelném ošetření 70 až 80 °C.

Při použití vepřové želatiny, bylo zjištěna nejnižší viskozita (< 2000 Pa.s) při koncentraci 1 % a teplotě opracování 70 °C. Oblast s nejvyšší pevností (> 3500 Pa.s) byla v rozmezí 0,0 až 0,1 % želatiny a tepelném opracování při 70 až 75 °C a druhá oblast byla zjištěna při koncentraci 0,9 až 1 % a teplotě opracování 115 až 120 °C.

U vzorků připravených s hovězí želatinou se oblast s nejvyšší viskozitou (> 3400 Pa.s) pohybuje kolem koncentrace 0,0 až 0,1 % a při tepelném ošetření kolem 70 až 75 °C, zatímco oblast s nejnižší viskozitou (< 2200 Pa.s) byla zjištěna při koncentraci 0,9 až 1 % a teplotě opracování 70 až 75 °C.

Při porovnání výsledků jednotlivých želatín se ukázalo, že nejvyšší viskozita byla při koncentraci 0 až 0,1 % jakékoli želatiny ve vzorku a při teplotě opracování kolem 70 až 75 °C a poté i u koncentrace kolem 1 % želatiny ve výrobku a teplotě opracování kolem 120 °C. Oblast s nejnižší viskozitou byla u všech vzorků při koncentraci kolem 1 % a tepelném ošetření kolem 70 °C.

Elastický modul pružnosti

Během měření při zvyšování frekvence od 0,1 po 10 Hz měl i elastický modul pružnosti zvyšující se tendenci, kdy tento trend byl pozorován u všech vzorků. Při porovnání hodnot naměřených při frekvenci 1 Hz měl elastický modul pružnosti s rostoucí teplotou opracování u vzorků obsahujících želatinu zvyšující se tendenci, zatímco u standardu elastický modul pružnosti s rostoucí teplotou opracování měl klesající tendenci.

Při porovnávání vzorků, které obsahovaly kuřecí želatinu, bylo zjištěno, že s rostoucí frekvencí u všech vzorků se zvyšuje i jejich elastický modul pružnosti. Hodnoty ukazují, že s rostoucí koncentrací kuřecí želatiny se u všech vzorků zvyšoval i jeho elastický modul pružnosti. Velmi podobný trend vykazovaly i vzorky, které obsahovaly vepřovou želatinu.

U vzorků, které obsahovaly hovězí želatinu a byly opracovány při teplotě 70 °C s rostoucí koncentrací hodnota elastického modulu pružnosti při frekvenci 1 Hz klesala, naproti tomu u vzorků opracovaných při teplotě 120 °C měl elastický modul pružnosti stoupající tendenci a vzorků, které byly opracovány při teplotě 90 °C se s rostoucí koncentrací jeho hodnota téměř nezměnila.

Ztrátový modul pružnosti

Ztrátový modul pružnosti měl podobnou tendenci jako elastický modul pružnosti, kdy při zvyšování teploty opracování se u vzorků obsahujících kuřecí, vepřovou či hovězí želatinu ztrátový modul pružnosti měl zvyšující se tendenci, zatímco u vzorků, které neobsahovaly želatinu tak se zvyšující se teplotou opracování zjistila snižující se tendence.

ZÁVĚR

Vyrobená kuřecí želatina o pevnosti gelu 80 Bloom byla aplikována do játrových paštik a pro porovnání výsledků byly zvoleny dva druhy komerčních želin, a to vepřová o pevnosti gelu 200 Bloom a hovězí o pevnosti 280 Bloom. Metodika práce byla poté stanovena na základě faktorové metody Taguchi design, a to podle faktorů takto 3³. Pomocí této metodiky byly vyrobeny vzorky paštik, které byly podrobeny analýzám.

Během texturních analýz bylo zjištěno, že největší tuhost byla u vzorku obsahující hovězí želatinu o koncentraci 1 % při tepelném opracování 120 °C. Vliv na tuhost mělo zejména tepelné opracování, kde při zvyšování teploty se u všech vzorků zvyšovala jejich tuhost i viskozita. Pouze u vzorků, ve kterých nebyla v receptuře želatina při tepelném opracování jejich viskozita klesala. Elastický modul pružnosti i ztrátový modul pružnosti vykazovaly stejnou tendenci, kdy při rostoucí teplotě opracování u vzorků s želatinami se hodnoty zvyšovaly, zatímco u vzorků, ve kterých nebyla použita želatina, tato hodnota s rostoucí teplotou opracování klesala.

V dnešní době se klade vyšší důraz na získávání želatiny z alternativních zdrojů, kdy odpady z masného průmyslu jsou dobrým zdrojem kolagenu a zároveň se sníží tak i množství těchto odpadů, které běžně končí v kafilériích. Výroba želatiny z těchto

odpadních materiálů může být dobrou alternativou k již komerčně využívaným želatinám, jelikož při posouzení výsledku bylo zjištěno, že při záměně hovězí či vepřové želatiny za kuřecí želatinu lze získat výrobek s velmi podobnými vlastnostmi.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl zpracován s podporou IGA/FT/2023/007.

LITERATURA

Alipal, J., Mohd Pu'ad, N. A. S., Lee, T. C., Nayan, N. H. M., Sahari, N., Basri, H., Idris, M. I., Abdullah, H. Z. (2021): A review of gelatin: Properties, sources, process, applications, and commercialisation. *Materials Today: Proceedings*. 42, 240–250.

Jridi, M., Abdelhedi, O., Souissi, N., Kammoun, M., Nasri, M., Ayadi, M. A. (2015): Improvement of the physicochemical, textural and sensory properties of meat sausage by edible cuttlefish gelatin addition. *Food Bioscience*. 12, 67–72. ISSN 22124292.

Mokrejš, P., Gál, R., Plšková, M., Zacharová, M., Janáčová, D. (2017): Chicken paws by-products as an alternative source of proteins. *Oriental Journal of Chemistry*. 33(5), 2209–2216. ISSN 22315039.

Oechsle, A. M., Akgün, D., Krause, F., Maier, C., Gibis, M., Kohlus, R., Weiss, J. (2016): Microstructure and physical–chemical properties of chicken collagen. *Food Structure*. 29–37. ISSN 22133291.

Pereira, A. G. T., Ramos, E. M., Teixeira, J. T., Cardoso, G. P., Ramos A. D. L. S., Fontes, P. R. (2011): Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages. *Meat Science*. 89(4), 519–525. ISSN 03091740.

Phillips, G. O., Williams, P. A. (2009): *Handbook of hydrocolloids*. Woodhead Publishing Limited. ISBN: 78-1-84569-414-2.

Tolik, D., Słowiński, M., Desperak, K. (2015): The influence of type of thermal treatment on changes in quality of pâtés from desinewed poultry meat during storage. *Engineering Sciences And Technologies*. (4). ISSN 20805985.

Kontaktní adresa: Ing. Tereza Novotná, Ústav technologie potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Vavrečkova 5669, 760 01 Zlín, Česká republika, e-mail: t2_novotna@utb.cz

ZMĚNY V NAŘÍZENÍ VZTAHUJÍCÍ SE KE KONTAMINUJÍCÍM LÁTKÁM AMENDMENTS TO REGULATION RELATING TO THE CONTAMINANTS

Kamila Novotná Kružiková¹

¹Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství,
Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VETUNI, Palackého tř. 1946/1,
612 42 Brno

ABSTRAKT

Tento příspěvek shrnuje podstatné novelizace nařízení (ES) č. 1881/2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách. Toto nařízení prošlo rozsáhlými změnami, kdy byly zpřísněny nebo sníženy maximální limity, přidány další kontaminující látky a stanoveny jejich maximální limity. Za sedmnáct let od platnosti prošlo nařízení celkem 45 novelizacemi a bylo ustanoveno dalších devět kontaminujících látek a jejich maximální limity. Mezi nové kontaminující látky patří např. kyselina kyanovodíková či ekvivalenty delta-9- tetrahydrokanabinolu. Z pohledu provozovatelů potravinářských podniků je sledování novinek v této oblasti zásadní.

Klíčová slova: maximální limit, kyselina kyanovodíková, ekvivalenty delta-9-tetrahydrokanabinolu

ABSTRACT

This paper summarises substantial amendments to Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. This Regulation has undergone extensive changes, with maximum levels being tightened or lowered, additional contaminants added and maximum levels set. In the seventeen years since its validity, the regulation has undergone a total of 45 amendments and 9 additional contaminants and their maximum levels have been established. New contaminants include, for example, hydrocyanic acid or delta-9-tetrahydrocannabinol equivalents. From the point of view of food business operators, monitoring news in this area is crucial.

Keywords: maximum level, hydrocyanic acid, delta-9-tetrahydrocannabinol equivalents

BEZPEČNOST POTRAVIN

Uvádění potravin na trh je upraveno řadou legislativních předpisů, jež mají za cíl ochranu veřejného zdraví obyvatelstva. Vedle základních předpisů potravinového práva na evropské úrovni (nařízení EP a R č. 178/2002, nařízení č. 852/2004 a 853/2004) musí provozovatelé potravinářských podniků dodržovat celou řadu dalších ustanovení, národní legislativu nevyjímaje tak, aby na trh uváděly bezpečné potraviny. To podle nařízení č. 178 znamená že se na trh neuvede potravina, která je škodlivá pro zdraví nebo nevhodná k lidské spotřebě.

Z pohledu kontaminujících látek se při uvádění potravin na trh musí také dodržovat nařízení komise (ES) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách. Toto nařízení stanovuje maximální limity (ML) některých kontaminujících látek (KL) v některých potravinách, kdy mají být limity stanoveny na toxikologicky přijatelných hladinách a zároveň na přísné úrovni s ohledem na rizika související s konzumací potravin. Tento příspěvek si klade za cíl vytyčit podstatné legislativní změny, týkají se kontaminujících látek v potravinách.

NAŘÍZENÍ O KONTAMINUJÍCÍCH LÁTKÁCH

Kontaminující látkou se podle nařízení rady (EHS) č. 315/93 ze dne 8. února 1993 kterým se stanoví postupy Společenství pro kontrolu kontaminujících látek v potravinách rozumí látka, která není do potravin přidána záměrně a vyskytuje se v ní buď jako výsledek kontaminace z vnějšího prostředí nebo jako důsledek produkce, výroby zpracování, přípravy, úpravy, obchodní úpravy, balení a přepravy nebo skladování potravin. Produkce v tomto kontextu zahrnuje také všechny postupy při pěstování rostlin, chovu zvířat a používání veterinárních léčiv (nařízení rady (EHS) č. 315/93, kterým se stanoví postupy Společenství pro kontrolu kontaminujících látek). Jsou to látky chemického původu, které se dostávají do potravin tedy nezáměrně. Jedná se o látky v potravinách nežádoucí a podle druhu se rozdělují na přírodní toxiny (z rostlin, řas i hub), kontaminanty životního prostředí (kovy, nepovolené veterinární přípravky, průmyslové či spotřebitelské chemikálie přítomné ve vzduchu, půdě či vodě)

a kontaminanty procesní (vznikají během procesu zpracování). Jejich přítomnost je pro spotřebitele nežádoucí. Samotné přípustné hladiny vybraných kontaminujících látek jsou uvedeny v nařízení komise č. 1881/2006 v platném znění. Samotný právní akt tedy vyjmenovává konkrétní potraviny a k nim přípustné maximální limity k vybraným kontaminujícím látkám. Tyto jsou uvedeny v příloze nařízení a je vymezeno, že potraviny se neuvedou na trh, pokud obsahují některou kontaminující látku uvedenou v příloze v množství, jež přesahuje maximální limit stanovený přílohou. Nařízení výslovně zakazuje používat potraviny jako potravinové složky, pokud nesplňují ML, nesmí se mísit potraviny splňující ML s potravinami, jež ML překračují a potraviny obsahující mykotoxiny nelze záměrně detoxikovat chemickým ošetřením. Pro provozovatele potravinářských podniků je podstatné sledovat novelizace předpisů, protože 1) se mění stanovené limity u stávajících kontaminujících látek a potravin, 2) se přidávají další druhy potravin, u kterých se limity stanovených kontaminujících látek musí dodržovat, 3) přidávají další kontaminující látky, u kterých se stanoví ML.

Nařízení o kontaminujících látkách bylo od svého vzniku již 45krát novelizováno a s ohledem na nové poznatky vědy byly v průběhu let ML změněny a stanoveny nové limity pro nové kontaminující látky. Původní nařízení obsahovalo šest oddílů, zatímco v roce 2023 obsahuje 10 oddílů. Oproti původnímu nařízení z roku 2006 bylo všemi novelizacemi přidáno celkem 14 nových kontaminujících látek (v tab. č. 1 vyznačeno tučně a podtrženo) a stanoveny ML pro jednotlivé sledované potraviny.

V průběhu let došlo ke zvýšení limitu např. pro dusičnany, zejména pro čerstvý špenát a čerstvý hlávkový salát, dále ke zvýšení limitu pro aflatoxiny pro skořápkové plody, zvýšení ML pro zearalenon. Naopak ke zpřísnění maximální hladiny kontaminující látky došlo např. v případě ochratoxinu A u pražených kávových zrn a rozpustné kávy, zearalenonu a fumonisinů v kukuřici. Velmi rozsáhlé změny byly v oddílu kovy, kdy např. u olova došlo k rozšíření sledovaných potravin, přibýly např. v brusinky, rybíz, bezinky nebo v případě rtuti a olova byly přidány doplňky stravy. Obsah kadmia se např. nově sleduje i u ovoce a zeleniny. Důležitou změnou je i zpřísnění limitu pro obsah rtuti v některých druzích nepravých ryb.

Velmi důležitým faktem je, že nařízení bylo rozšířeno o nové kontaminující látky, jedná se o citrinin, námelová sklerocia, chloristan, arsen, kyselinu erukovou, tropanové alkaloidy, perfluoroalkylované látky či ekvivalenty delta-9-tetrahydrokanabinolu. Všechny nově přidané kontaminující látky jsou uvedené tučně a podtržené v tabulce č. 1. Poslední novelizace byla dne 7. prosince roku 2022. Protože změn bylo v průběhu času podstatné množství a maximálních limitů je značná spousta, stejně tak i nově přidaných potravin a kontaminujících látek, proto pro konkrétní ML k daným kontaminujícím látkám pro jednotlivé druhy potravin si dovoluji čtenáře odkázat na platné znění nařízení č. 1881/2006.

Některé členské země mají v nařízení stanoveny tzv. odchylky od stanovených maximálních limitů mají. Znamená to, že za splnění stanovených podmínek může vyjmenované země uvádět na trh některé druhy potravin, které nesplňují požadavek na maximální limit pro konkrétní kontaminující látku. Např. Finsko Švédsko a Lotyšsko v případě lososa obecného (*Salmo salar*) volně žijícího z Baltského moře, pokud je určen ke spotřebě na jejich území – mohou udělovat povolení pro uvádění na trh s překročeným ML pro obsah dioxinů a/nebo PCB. Předpokladem je, že mají systém, jež zajišťuje úplnou informovanost spotřebitelů o stravovacích doporučeních týkajících se omezení konzumace těchto ryb. Za předpokladu monitoringu přítomnosti PAH jsou stanoveny odchylky od maximálních limitů pro polycyklické aromatické uhlovodíky. Odchylky jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Právní předpisy se neustále mění a novelizují, což představuje jak pro provozovatele potravinářských podniků, tak dozorové orgány, skutečnost býti stále ve střehu. Na plnění požadavků obsahu ML v potravinách dozírají kompetentní kontrolní orgány (Státní zemědělská a potravinářská inspekce a Státní veterinární správa) přičemž vedle kontroly je důležitým nástrojem pro dlouhodobé sledování přítomnosti kontaminujících látek v potravním řetězci tzv. monitoring cizorodých látek.

Tabulka 1: Rozdělení kontaminujících látek v nařízení (ES) č. 1881/2006 v platném znění do oddílů (**tučně a podtržené jsou KL přidané novelizacemi původního nařízení z roku 2006**)

	Sledované látky	Specifikace
Dusičnany	NO ₃	
Mycotoxiny	Aflatoxiny	(B ₁ ; suma B ₁ B ₂ , G ₁ , G ₂ , M ₁)
	Ochratoxin A	
	Patulin	
	Deoxynivalenol	
	Zearalenon	
	Fumonisy	Suma B ₁ a B ₂
	T-2, HT-2 toxin	Suma T-2 a HT-2 toxinu
	<u>Citrinin</u>	
	<u>Námelová sklerocia a námelové alkaloidy</u>	<u>Námelová sklerocia; námelové alkaloidy</u>
Kovy	Olovo	
	Kadmium	
	Rtuť	
	Cín (anorganický)	
	<u>Arsen (anorganický)</u>	
3-monochlorpropandiol (3-MCPD), estery 3-MCPD s mastnými kyselinami a glycidylestery mastných kyselin	3-monochlorpropandiol (3-MCPD)	
	<u>Glycidylestery mastných kyselin vyjádřené jako glycidol</u>	
	<u>Suma 3-monochlorpropandiolu (3-MCPD) a esterů 3-MCPD s mastnými kyselinami, vyjádřeno jako 3-MCPD</u>	

Dioxiny a PCB		Suma dioxinů (WHO/PCDD/F-TEQ) Suma dioxinů A PCB s dioxinovým efektem (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) <u>Suma PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153 a PCB180</u>
Polycyklické aromatické uhlovodíky	Benzo[a]pyren	Benzo[a]pyren <u>Suma benzo[a]pyrenu, benzo[a]anthracenu, benzo[b]fluoranthenu a chrysenu</u>
<u>Melamin a strukturní analoga</u>		
<u>Toxické látky obsažené v rostlinách</u>	<u>Kyselina eruková, včetně kyseliny erukové vázané v tuku</u>	
	<u>Tropanové alkaloidy</u>	
	<u>Kyselina kyanovodíková, včetně kyseliny kyanovodíkové vázané v kyanogenních glykosidech</u>	
	<u>Pyrrolizidinové alkaloidy</u>	
	<u>Opiové alkaloidy</u>	
	<u>Ekvivalenty delta-9-tetrahydrokanabinolu (Δ9-THC)</u>	
<u>Chloristan</u>		
<u>Perfluoralkylované látky</u>		<u>PFOS; PFOA; PFNA; PFHxS</u> <u>Suma PFOS, PFOA, PFNA aPFHxS</u>

Tabulka 2: Odchyly pro ML PAH (polycyklické aromatické uhlovodíky)

Členský stát	Potravina
Irsko, Chorvatsko, Kypr, Španělsko, Polsko, Portugalsko	tradičně uzené maso a masné výrobky
Lotyšsko	tradičně uzené vepřové maso, kuřecí maso uzené za tepla, uzenky a salámy uzené za tepla a maso volně žijící zvíře uzené za tepla,
Slovenská republika	solené tradičně uzené maso, tradičně uzená slanina, tradičně uzená klobása, přičemž „tradičně uzeným“ se rozumí tvorba kouře spalováním dřeva (dřevěných polen, dřevěných pilin, dřevěných štěpků) v udrně,
Finsko	tradičně za tepla uzené maso a masné výrobky,
Švédsko	maso a masné výrobky uzené nad žhavým dřevem nebo jinými rostlinnými materiály.

LITERATURA

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 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 31/1.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. Úřední Věstník Evropské unie. L 139/55.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. Úřední Věstník Evropské unie. L 139/1.

Nařízení komise (ES) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách. Úřední Věstník Evropské unie. L 364/5.

Nařízení rady (EHS) č. 315/93 ze dne 8. února 1993, kterým se stanoví postupy společenství

Kontaktní adresa: Ing. Kamila Novotná Kružiková, Ph.D., Ústav ochrany zvířat a welfare a veřejného veterinárního lékařství, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: novotnak@vfu.cz

THE ADDITION OF BLACK SOLDIER FLY LARVAE MEAL (*HERMETIA ILLUCENS*) AND ITS INFLUENCE ON THE YIELD AND MEAT SENSORY PARAMETERS OF BROILER CHICKENS

Jakub Novotný¹ – Lucie Horáková¹ – Michal Řiháček¹ – Leoš Pavlata¹
Dana Zálešáková¹ – Adam Kovál² – Šárka Nedomová² – Eva Mrkvicová¹
Ondřej Šťastník¹

¹Department of Animal Nutrition and Forage Production, Faculty of AgriSciences,
Mendel University in Brno, Czech Republic

²Department of Food Technology, Faculty of AgriSciences, Mendel University
in Brno, Czech Republic, Faculty of AgriSciences, MENDEL U, Zemědělská 1,
613 00 Brno

ABSTRACT

It was assessed how adding black soldier fly larvae meal (*Hermetia illucens*) affected the yield and meat sensory characteristics of broiler chickens. Three groups of broilers were created. The first group served as the mixture's control group without any insect food. The second group received 2% of black army fly larvae defatted meal, and the third group received 5% of this insect meal. According to the findings of our experiment, adding 2% and 5% of meal from black soldier fly larvae to the feed mixture had no impact on the yield characteristics (carcass yield, breast and thighs yield). However, the sensory analysis showed reduced chewing acceptability in breast muscle of chickens fed a diet with the 5% addition of this insect meal.

Keywords: poultry nutrition, insect, Ross 308,

INTRODUCTION

Nowadays, the demand for alternative protein sources is increasing. Classical animal production will soon not be able to feed the growing world population. Using the nutritional potential of edible insects as a source of food and feed appears to be one of the ways (Otero et al., 2022; Baiano, 2020). Insects contain a high protein content, which varies from 13 to 77% depending on the species and developmental stage (de Castro et al, 2018). The fat content in insects is very variable, from 2 to 50% of dry matter, with different fatty acid content (DeFoliart, 1992). Recently, most research has

focused on insects in the larval stage as a potential source of proteins, amino acids, lipids and specific fatty acids. Among the invertebrate species used worldwide is the black soldier fly, which represents one of the most promising insect species for industrial feed production. The aim of our research was to determine the effect of black soldier fly larve meal in chickens’ diet on the yield and sensory parameters of meat.

MATERIAL AND METHODS

A total of 249 Ross 308 broiler chickens were included in the study. The experiment lasted from the 1st to the 37th day of chickens’ life. Broilers were divided into three groups according to the content of defatted meal from black soldier fly larvae in their feed. The first group was the control, without the inclusion of insect meal in the mixture. The second group had the addition of 2% black soldier fly larvae in the feed mixture and the third group was fed with a mixture with a representation of 5% insect meal. The used components are shown in Table 1.

Table 1: Composition of used diets (%)

	Control	2%	5%
Rapeseed oil	4.10	3.70	3.50
Limestone milled	0.40	0.39	0.36
Monocalcium phosphatet	0.59	0.56	0.52
DL-Methionine	0.15	0.15	0.15
Soybean meal	39.5	36.2	31.35
Maize	36.64	36.9	36.9
Wheat	15.62	16.96	18.87
Premix BR	3.00	3.00	3.00
Wheat gluten	0.00	0.14	0.35
Black soldier fly larve defatted meal	0.00	2.00	5.00

Chickens had *ad libitum* access to feed and water during the experiment. The housing conditions corresponded to the technological instructions for Ross 308 broilers (Aviagen Group, 2018). At 37th day of age, all chickens were weighed and slaughtered. From each group, 8 individuals were selected, in which the carcass weight without giblets, runners and neck was determined and the percentage of JUT was calculated.

In addition, these chickens were deboned and the percentage of breast and thigh muscles to live weight was determined.

Sensory analysis of breast (n=8) and thigh muscles (n=8) was attended by 10 evaluators and performed at the Department of Food Technology of Mendel University in Brno in a laboratory designed for sensory evaluation (ISO 8589). Each sample (breast and thigh muscles) was cooked in a convection oven (200°C, 60% humidity, 1 hour). The evaluators were guided by the established standard ISO 8586-1 (2015). A graphical unstructured scale (100 mm, 0=poor, 100=excellent) was used to compare descriptors (odour, colour, chewiness, fibreness, juiciness, taste, overall impression).

RESULTS AND DISCUSSION

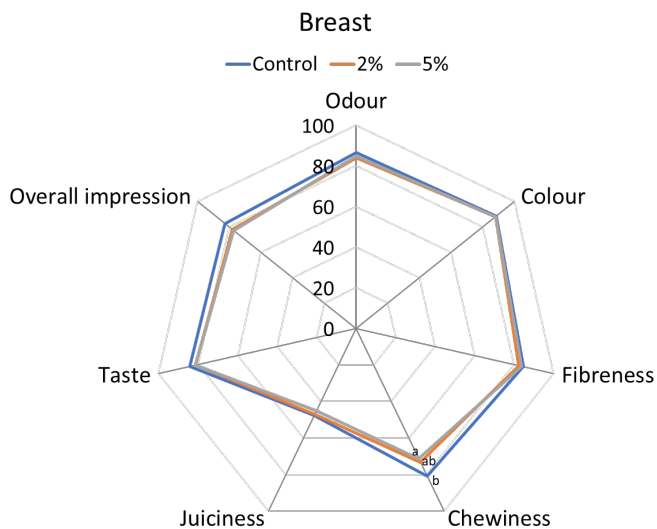
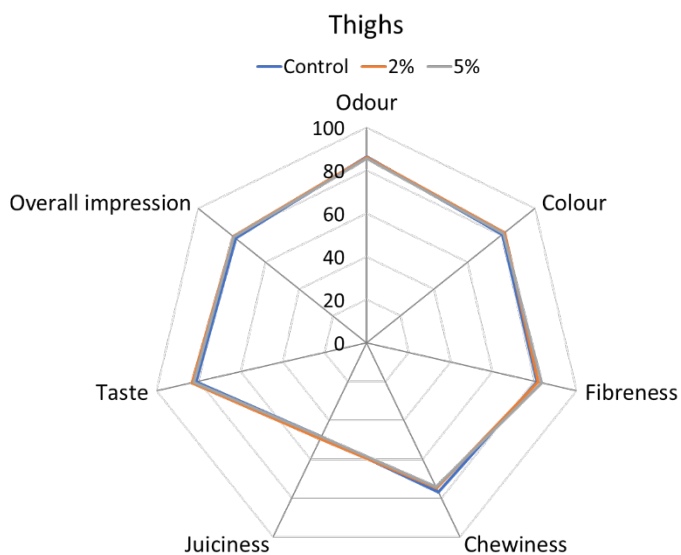
In the end of the experiment, chicken were slaughtered and the whole yield and yield of chosen parts were calculated (see Table 2). There were observed no statistically significant differences in this values between the groups.

Table 2: Carcass yield and body composition of broilers

	Control	2%	5%	SEM	P
Final live weight (g)	2,373	2,378	2,344	19.01	0.74
Carcass yield (%)	69.62	71.25	69.03	0.49	0.16
Breast (%)	22.40	22.84	21.13	0.32	0.06
Thighs (%)	14.59	15.18	15.37	0.29	0.53

No statistically significant differences ($P > 0.05$); SEM – standard error of the mean

Figures (1 and 2) shows the sensory evaluation concerning the thighs and breast muscles. In the evaluation of thighs, there were not any differences. The only difference was noted in breast chewiness, where the group with 5% black soldier fly larvae meat addition had lower acceptability by evaluators than the Control group.



Figures 1,2: Sensory evaluation of thighst and breast muscles

^{a,b} mean statistically significant differences ($P < 0.05$)

CONCLUSIONS

The results of our experiment indicate that the addition of meal from black soldier fly larvae to the feed mixture for broiler chickens in the amount of 2 and 5% had no negative effect on yield parameters (carcass yield, breast and thighs yield). The sensory evaluation showed reduced chewiness acceptability in the breast muscle of chickens fed the diet with the 5% addition of this insect meal had lower acceptance

REFERENCES

- Aviagen (2018): Technological procedure for ross 308 broilers.
- Baiano, A. (2020): Edible insects: An overview on nutritional characteristics, safety, farming, production technologies, regulatory framework, and socio-economic and ethical implications. *Trends in Food Science & Technology*. 100: 35–50.
- ČSN ISO 8589 (1993): Senzorická analýza. Obecná směrnice pro uspořádání senzorického pracoviště.
- De Castro, R.J.S., Medina-Martinez, G., Sepúlveda, M., Acevedo, V., Toro, M., Barrera, R. (2022): Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: Processes for obtaining, consumption and future challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 76: 82–89.
- DeFoliart, G.R. (1992): Insects as human food: Gene DeFoliart discusses some nutritional and economic aspects. *Crop protection*. 11(5): 395–399.
- ISO 8586-1 (2015): Senzorická analýza – Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti vybraných posuzovatelů a odborných senzorických posuzovatelů.
- Otero, L.M., Ohara, A., dos Santos Aguilar, J.G., Domingues, M.A.F. (2022): Cemeteries as sources of *Aedes aegypti* and other mosquito species in southeastern Puerto Rico. *Tropical Medicine & International Health*. 27(3): 300–309.
- Contact adress: Jakub Novotný, Department of Animal Nutrition and Forage Production, Faculty of AgriSciences, Mendel University in Brno, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno, Czech Republic, e-mail: jakub.novotny@mendelu.cz*

VYUŽITÍ RAMANOVY SPEKTROSKOPIE PRO ROZLIŠENÍ ŘEPKOVÝCH A JETELOVÝCH MEDŮ

USE OF RAMAN SPECTROSCOPY FOR THE DIFFERENTIATION OF RAPESEED AND CLOVER HONEYS

Boris Pleva¹ – Matej Pospiech¹ – Martina Pečová¹

Jana Čaloudová¹ – Bohuslava Tremlová¹

¹Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu,
Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VETUNI, Palackého třída 1948/1,
612 42 Brno

ABSTRAKT

Med je v dnešní době oblíbeným přírodním sladidlem. Med má své specifické senzorické vlastnosti, jež jsou dány druhem medu. V české republice máme dvě významné skupiny medů, a to květové a medovicové medy. Tato práce se zaměřuje na porovnání dvou druhů medů. Jedná se o medy řepkové a jetelové. V této práci bylo zhodnoceno a porovnáno 40 řepkových a 23 jetelových medů pomocí Ramanovi spektroskopie a následného statistického vyhodnocení. Pro vyhodnocení byly popsány specifické píky charakterizující řepkové a jetelové medy. Pomocí Ramanovi spektroskopie jsme potvrdili typické sacharidy vyskytující se v medu. Mezi jednotlivými druhy medů byl potvrzen rozdíl ve spektrální oblasti od 300 do 1000 wavenumbers cm^{-1} . Prokázané rozdíly spektrálních křivek odpovídají rozlišnosti obou druhů medů.

Klíčová slova: med, Ramanova spektroskopie, řepkový med, jetelový med

ABSTRACT

Honey is a popular natural sweetener nowadays. It has its own specific sensory properties, which are determined by the type of honey. In the Czech Republic, there are two major groups of honeys, namely blossom and honeydew honeys. This work focuses on the two types of honeys from blossom honey category. There are rape and clover honeys. In this work, 40 rapeseed and 23 clover honeys were evaluated and compared using Raman spectroscopy and subsequently statistical evaluated. For the Evaluation,

specific peaks characterizing rape and clover honeys were described. The typical carbohydrates present in the honey were confirmed by Raman spectroscopy. The difference in the spectral region from 300 to 1500 wavenumbers cm^{-1} was confirmed between the honeys. The demonstrated differences in the spectral curves are consistent with the distinctiveness of the two groups of honeys.

Keywords: honey, Raman spectroscopy, rape honey, Trifolium, Brassica

ÚVOD

Jednodruhové květové medy vznikají zahušťováním nektaru z rostlin a jsou pro spotřebitele velmi oblíbeny (Pita-Calvo et al., 2017). Hlavní složkou medů jsou sacharidy, které tvoří až 95 % sušiny. Převážná většina sacharidů jsou monosacharidy, a to zejména glukóza a fruktóza (Pita-Calvo et al., 2017). V medu se také vyskytují kyseliny, aminokyseliny, proteiny a další látky, které jsou zde zastoupeny z důvodu obsahu pylů, ale také i ze slinných žláz včel (Escuredo et al., 2013; Da Silva et al., 2016). Jejich druhová identifikace však není jednoduchá. Nyní se využívají metody pro hodnocení autenticity na základě DNA, případně metody založené na mikroskopii pylových zrn. Metody založené na základě mikroskopie pylových zrn se porovnávají s pylovou databází (Sónia et al., 2015).

K průkazu jednodruhového medu také lze použít Ramanovu spektroskopii. Tato metoda slouží především k detekci falšování a ověření autenticity medů (Meo et al., 2017; Anklam et al., 1998). Ramanova spektroskopie představuje rychlou nedestruktivní metodu pro jinak používané fyzikálně chemické analýzy a melisso-palynologickou analýzu. Podstata této metody je založena na principu výměny energie monochromatického světla při interakci s elektronovým paprskem molekul (Yang et al., 2011). Ramanův děj probíhá tehdy, kdy dojde k neúměrnému rozptýlení dopadajícího světla, které způsobuje vibrační posun vlnového čísla (Meo et al., 2017).

MATERIÁL A METODIKA

Pro analýzu byly použity medy od hobby včelařů z celé české republiky. Analyzováno bylo 63 medů, z toho 40 řepkových a 23 medů s převahou pylu jetele (jetelový med).

U medů bylo potřeba standardizovat refraktometrickou sušinu na hodnotu $65^{\circ} \pm 0,5^{\circ}$ brixů. Standardizace se prováděla na základě stanovení množství vody v jednotlivých vzorcích. Množství vody v medu se zjišťovalo pomocí digitálního refraktometru PAL (Antago, JPN). Dle naměřené hodnoty obsahu vody se přidalo adekvátní množství destilované vody ke vzorku, tak aby bylo dosaženo požadované refrakce. Navážka vzorku byla vždy 10 g a množství destilované vody dle přepočtu z původního obsahu vody v medu. Standardizace vzorku probíhala v ultrazvukové lázni (Bandelin, GER) za občasného míchání. Po homogenizaci se vzorky temperovaly na pokojovou teplotu a následně se ověřila výsledná refrakce medu. Všechny vzorky byly připraveny v duplikátu. Standardizované vzorky byly změřeny pomocí Ramanova spektroskopu HR-TEC-X2-785 (StellarNet, USA) v rozsahu 300–2000 vlnového čísla cm^{-1} . Pro změření jednotlivých složek v medu byl použit laser (Ondax, DE) o vlnové délce 785 nm s výkonem 91 mW. Jednotlivé vzorky byly změřeny 4krát v duplikátu k vyloučení chyby měření. Výsledná data byla vyhodnocena pomocí ANOVA vyhodnocení a deskriptivní analýzy. Každé spektrum bylo před dalším zpracováním vyhlazeno klouzavým průměrem. Na takto upravených spektrech bylo identifikováno 16 specifických oblastí.

Melissopalynologická analýza byla provedena podle české národní metodiky (Pospiech et al., 2021).

Statistická analýza byla proveden softwarem XLSTAT 2022 (Addinsoft, FR). Pro srovnání skupin byl použit test ANOVA Tukey HSD. Vyhlazení dat a identifikace hlavních oblastí intenzit bylo provedeno pomocí software Matlab R2020a (Mathworks, US).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Mezi hodnocenými vzorky medů byl potvrzen rozdíl v záznamu Ramanova spektra. Jednotlivé intenzity pro vlnové čísla jsou odpovědné za specifické vibrace molekul (Li, 2017). Významné vibrační spektra jsou uvedené v Tab. 1. Jako významné vlnové

čísla byly vybrány 317, 416, 515, 584, 620, 703, 772, 817, 862, 915, 977, 1061, 1124, 1263, 1365, 1456.

Byl potvrzen rozdíl v záznamu Ramanova spektra mezi hodnocenými vzorky. Li (2017) uvádí, že jednotlivé intenzity pro konkrétní vlnové čísla odpovídají specifickým vibračním molekul. Významná vibrační spektra jsou uvedena v Tab. 1.

Tabulka 1: Srovnání vibračních spekter řepkových a jetelových medů

Vlnové číslo (cm ⁻¹)	Vibrace	Řepkový med	Jetelový med
1456	C-H ^d lipidů a celulózy	2939,66 ±886,25 ^a	2773,06 ±1104,2 ^a
1365	C-H ^d lipidů a celulózy	2247,39 ±839,7 ^a	1454,94 ±925,38 ^b
1263	N-H ^d , C-N ^c amidů III	2844,87 ±872,85 ^a	2412,2 ±1088,06 ^b
1124	C-O, C-C ^c	4265,65 ±1323,76 ^a	3805,95 ±1907,8 ^b
1061	C-O, C-C ^c	5066,11 ±1508,05 ^a	4689,56 ±2200,3 ^a
977	C-O, C-C ^c	816,64 ±296,52 ^a	692,19 ±462,31 ^b
915	C-H, C-O-H ^d	2243,71 ±677,71 ^a	2206,04 ±852,75 ^a
862	C-H ^d	3223,01 ±885,66 ^a	3577,86 ±1055,81 ^b
817	C-H ^c	3325,76 ±936,59 ^a	3759,86 ±1162,88 ^b
772	C-H ^d	1210,66 ±696,82 ^a	1965,97 ±1162,66 ^b
703	C-O, C-C-O, O-C-O ^c	2657,26 ±1202,45 ^a	4565,64 ±1523,47 ^b
620	cyklická ^c	6266,6 ±2034,57 ^a	9470,8 ±2547,41 ^b
584	skeletální ^c	5138,76 ±1966,48 ^a	9148,56 ±2832,41 ^b
515	N-H ^c proteinů	8686,56 ±2799,93 ^a	13342,61 ±4197,34 ^b
416	C-H ^c lipidů a celulózy	9224,75 ±3117,6 ^a	15268,79 ±5283,97 ^b
317	vibrace karbohydrátů a proteinů	9156,1 ±4032,11 ^a	21286,17 ±7464,78 ^b

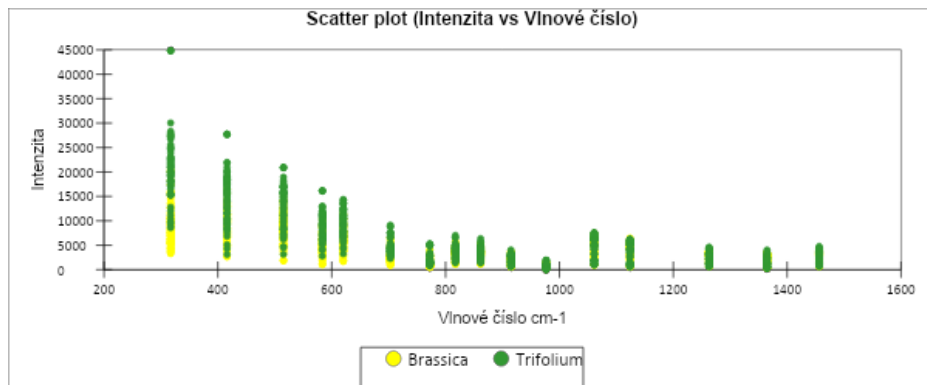
^c změna délky vazby, ^d změna valenčního úhlu, ^{a b} u řepkových a jetelových medů je rozdíl, ^{a a} u řepkových a jetelových medů není rozdíl

VÝSLEDKY A DISKUZE

Mezi hodnocenými vzorky medů byl potvrzen rozdíl v záznamu Ramanova spektra. Jednotlivé intenzity pro vlnové čísla jsou odpovědné za specifické vibrace molekul (Li, 2017). Významné vibrační spektra jsou uvedené v tabulce číslo 1. Statisticky významné rozdíly mezi řepkovými a jetelovými medy nebyly potvrzeny v oblastech

spekter 1456 cm^{-1} jež jsou typické pro vibrace C-H vazeb, kde dochází ke změně valenčního úhlu lipidů a celulózy, a v oblasti spektra 1061 cm^{-1} což je specifická oblast pro C-O a C-C vazby a jejich změny délky a u spektra 915 cm^{-1} , tato oblast je dána C-H a C-O-H vazbami, kde dochází ke změně valenčního úhlu, což je specifika pro glukózu (Dell et al., 2009).

Statisticky významné rozdíly byly potvrzeny v oblasti vlnových čísel 1365, 1263, 1124, 977, 862, 817, 772, 703, 620, 584, 515, 416, 317 cm^{-1} . Specifické píky představují obsah jednotlivých sacharidů. Pro glukózu jsou specifické píky v oblastech 416, 515, 584, 620, 703, 772, 817, 862 cm^{-1} . Specifické píky fruktózy vznikají v oblastech 416, 515, 620, 977 cm^{-1} . Pro maltózu 977, 1124, 1263, 1365 cm^{-1} . Pro sacharózu 1124, 1263, 1365 cm^{-1} (Zimmermann et. al., 2015; Dell et al., 2009). Dle statistického testu ANOVA jsou medy řepkové od medů jetelových velmi dobře rozpoznatelné, a to na hladině významnosti 95 %. Rozdíl intenzity a vlnového čísla je znázorněn na obrázku číslo 1. Metoda Ramanovy spektroskopie je vhodnou metodou k ověřování autenticity medu, a to na základě obsahu specifických sacharidů. Tato metoda může být spojena s chemometrickou metodou jako vhodný doplněk k detekci falšování medů (Li et al., 2012). Pokud by se Ramanova spektroskopie skombinovala s PCR metodou, můžeme tak získat specifické složení sacharidů v jednotlivých vzorcích a také potvrzení specifických pylových zrn řepky a jetele (Aliakbarzadeh et al., 2016; Paradkar et. al., 2001). Další alternativou pro zjištění původu medu je kombinování výsledků Ramanovy spektroskopie s výsledky pylové analýzy za použití melissopalynologických metod. Za využití vyšších statistických metod jako je LDA však byla potvrzena také vysoká přesnost (83%) čistě pomocí Ramanovy spektroskopie (Oroian and Ropciuc, 2017). Ramanova spektroskopie byla dokonce přesnější ve srovnání s chemickými metodami (Xagoraris et al, 2021). V souladu se zmiňovanými autory a našimi výsledky lze očekávat, že Ramanova spektroskopie může v kombinaci s metodami vyšší statistiky úspěšně identifikovat druhové medy tak v české republice.



Obrázek 1: Porovnání intenzity a vlnového čísla u medu řepkového a jetelového *Brassica* (řepkový med), *Trifolium* (med s převahou pylu jetele)

ZÁVĚR

Výsledky této práce ukazují, že metoda Ramanovy spektroskopie je vhodná k odlišení původu medů řepkových od medů s dominantním zastoupením pylu jetele. Tento rozdíl je dán specifickým složením sacharidů u jednotlivých druhů medů. Specifické píky vhodné pro odlišení analyzovaných medů byly zjištěny

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce byla podpořena programem aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017-2025, ZEMĚ, číslo QK 1920344.

LITERATURA

Pita-Calvo, C., Guerra-Rodriguez, M. E., Vazquez M. (2017): Analytical methods used in the quality control of honey. *J. Agric. Food Chem.*, 65, 690–703.

Meo S. A., Al-Asiri S. A., Mahesar A. L., Ansari M. J. (2017): Role of honey in modern medicine Saudi, *J. Biol. Sci.*, 24 (5), 975–978.

Anklam E. (1998): A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey, *Food chem.* 63, 549–562.

Escuredo O., Miguez M., Fernandez-Gonzales M., Seijo M. C. (2013): Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area, *Food chem.* 138, 851–856.

Yang D., Ying Y. (2011): Applications of Raman spectroscopy in agricultural products and food analysis, a review *Appl. Spectrosc. Rev.* 46, 539–560.

Sónia S., Joana S. A., Maria B., Oliveira P. P., Isabel M. (2015): Improving DNA isolation from honey for the botanical origin identification, *Food control.* 48, 130–136.

Li S., Zhankg G X., Shan Y., Su D., Ma G., Wen R., Li J. (2017): Qualitative and quantitative detection of honey adulterated with high-fructose corn syrup and maltose syrup by using near-infrared spectroscopy, *Food chem.* 218, 231–236.

Dell'Anna R., Lazzeri P., Frisanco M., Monti F., Malvezzi C. F., Gottardini E., et al. (2009): Pollen discrimination and classification by Fourier transform infrared (FT-IR) microscopy and machine learning, *Analytical and bioanalytical chemistry*, 394, 1443–1452.

Zimmermann B., Tkál Z., Me A., Kohler A. (2015): Characterizing aeroallergens by infrared spectroscopy of fungal spores and pollen, *PLoS One*, 10(4), 124–240.

Li S., Shan Y., Thu X., Zhankg X., Ling G. (2012): Detection of honey adulteration by high fructose corn syrup and maltose syrup using Raman spectroscopy, *J. food compos. Anal.* 28, 69–74.

Pospiech M., Štarha P., Bednář J., Čížková H., Hrabec P., Kružík V., Javůrková Z., Titěra D. (2021): Metodika semiautomatického stanovení pylového profilu – melissopalynologická analýza medu, VETUNI Brno.

Oroian M., Ropciuc S. (2017): Botanical authentication of honeys based on Raman spektra, *Journal of food measurement and characterization*, 12(1), 545–554.

Aliakbarzadeh G., Parastar H., Sereshit H. (2016): Fourier based partial last squares algorithm: new insoght in to fluorescence of special shift in “frequency doamin“, crossmark, chemom intell lab. Syst., 158, 165–173.

Paradkar M. M., Irudayaraj J. (2001): Discrimination and classification of beet and cane inverts in honey by FT-Raman spectroscopy, analytical nutritional and clinical method section, 76, 231–239.

Xagorais A., Lazarou E., Kaparakou E. H., Alissandrakis E., Tarantilis P. A., Pappas C. S. (2021): Botanical origin discimination of Geek honeys: physicochemical parameters versus Raman spectroscopy, Journal of hte science of food and agriculture, 101(8), 3319–3327.

Kontaktní adresa: Mgr Boris Pleva, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita v Brně, Palackého třída 1948/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: H20342@vfu.cz

VPLYV RÔZNEHO GEOGRAFICKÉHO PÔVODU NA SENZORICKÝ PROFIL KÁVY *COFFEA ARABICA*

EFFECT OF DIFFERENT GEOGRAPHICAL ORIGINS ON THE SENSORY PROFILE OF *COFFEA ARABICA*

Katarína Poláková¹ – Alica Bobková¹ – Alžbeta Demianová¹ – Lukáš Jurčaga¹
Marek Bobko¹ – Andrea Mesárošová¹ – Ľubomír Belej¹

¹Ústav potravinárstva, Fakulta Biotechnológie a Potravinárstva, SPU v Nitre,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra

ABSTRAKT

Kávové zrná majú priamy vplyv na výsledné vlastnosti a kvalitu kávového nápoja. Kvalita kávových zŕn je výsledkom viacerých vnútorných a vonkajších faktorov. Tieto faktory sú dôležité pri hodnotení kvality kávového zrna a výsledného kávového nápoja. V našej práci sme sa zamerali na geografický pôvod vo vzťahu k senzorickým parametrom a overili sme možnosti potvrdiť presný geografický pôvod kávového zrna na základe senzorického hodnotenia. Pre náš výskum bolo použitých 6 vzoriek praženej a zároveň zelenej *Coffea arabica* z Ameriky, Ázie a Afriky. Zamerali sme sa na senzorické parametre ako farba, jednotnosť farby, aróma (mletá), aróma (fazuľa). Pri porovnávaní senzorických vlastností vzhľadom na geografický pôvod môžeme pozorovať štatisticky významné rozdiely vo všetkých parametroch. Tieto výsledky ovplyvňujú vplyv geografického pôvodu na jednotlivé parametre. Na zhrnutie našich výsledkov bola použitá deskriptívna štatistika a ANOVA.

Kľúčové slová: Coffea arabica, zelené a pražené zrná, senzorický profil, geografický pôvod

ABSTRACT

Coffee beans have a direct influence on the resulting properties and quality of the coffee drink. The quality of coffee beans is the result of several internal and external factors. These factors are important in evaluating the quality of the coffee bean and the resulting coffee drink. In our work, we focused on geographic origin in relation to sensory parameters and verified the possibility of confirming the exact

geographic origin of coffee beans based on sensory evaluation. For our research, 6 samples of roasted and green *Coffea arabica* from America, Asia and Africa were used. We focused on sensory parameters such as color, color uniformity, aroma (ground), aroma (bean). When comparing sensory properties with respect to geographical origin, we can observe statistically significant differences in all parameters. These results influence the influence of geographical origin on individual parameters. Descriptive statistics and ANOVA were used to summarize our results.

Keywords: Coffea arabica, green and roasted coffee beans, sensory profile, geographical origin

ÚVOD

Kávové zrná predstavujú cenný poľnohospodársky produkt a pre väčšinu krajín dôležitú ekonomickú úlohu. Kávový nápoj je oceňovaný na celom svete vďaka svojej chuti a aróme (Elmaci et al., 2021). Väčšina kávových nápojov pripravovaných vo svete sa vyrába z kultivaru *Coffea arabica*, ktorý je vďaka svojim senzorickým vlastnostiam preferovaný (Mendes et al., 2022). Zelené kávové zrná Arabica sa skladajú najmä zo sacharidov (59–61 %), lipidov (11–17 %), bielkovín (10–16 %), fenolov (6–10 %), minerálov (4 %), mastných kyselín (2 %), kofeínu (1–2 %), trigonelínu (1 %) a voľných aminokyselín (<1 %). Počas procesu praženia dochádza k výrazným zmenám chemického zloženia a najmä tvorbe chuti, aróme a zmene vzhľadu kávového zrna (Mendes et al., 2022; Hu et al., 2019). Množstvo chemických zlúčenín sa okrem procesu praženia môže meniť z mnohých dôvodov, vrátane interakcie medzi genotypom a geografickým prostredím. Zistenia Bessada et al. (2018) dokazujú, že na zloženie vplývajú aj environmentálne faktory, ako je nadmorská výška, klíma, pôda, teplota, slnečné žiarenie a zrážky. Vnútorne (odroda, varieta, chemické zloženie) a vonkajšie (zber, spôsob spracovania, praženie) faktory vplývajú teda na konečnú kvalitu a bezpečnosť výsledného kávového nápoja (Yang et al., 2021). Rozhodujúcim faktorom pri konečnom senzorickom profile kávových zŕn je teda nadmorská výška a geografická oblasť (Mendes et al., 2022; Núñez et al., 2020). Medzi aktuálne výzvy v spojitosti s atribútmi kvality kávových zŕn môžeme zaradiť overenie pôvodu kávy (krajiny

výroby alebo regiónu), ako aj odrôd kávy. V tejto súvislosti je potrebné vyvíjať jednoduché a spoľahlivé metódy určené na predchádzanie podvodným praktikám súvisiacim s geografickým pôvodom (Núñez et al., 2020).

MATERIÁL A METODIKA

Na analýzu bolo použitých 6 vzoriek káv 100 % *Coffea arabica* z troch geografických oblastí (Ázia, Amerika a Afrika). Analyzované vzorky boli v zelenej a praženej forme pražené stredným stupňom praženia. Kávy boli dodané spoločnosťou ORO Café s.r.o. (Slovensko, Zvolen). Táto spoločnosť sa zaoberá distribúciou zelených a pražených kávových zŕn a spolupracuje s kávovými plantážami na celom svete. Bližšie informácie o jednotlivých analyzovaných vzorkách sú zobrazené v nasledujúcej tabuľke.

Tabuľka 1: Zoznam analyzovaných vzoriek

Vzorka	Geografický pôvod	Krajina pôvodu	Spôsob spracovania	Nadmorská výška (m n. m.)	Spôsob praženia	Varieta
A1	Ázia	Jemen	Mokrý	1500–1800	Stredný stupeň praženia (Medium)	M
A2	Ázia	Indonézia		1100–1600		T, C1
B1	Afrika	Etiópia		1500–2200		G
B2	Afrika	Burundi		1700–1900		B
C1	Amerika	Nikaragua		1000–1300		B, C2
C2	Amerika	Panama		1500–1700		T, C2

Poznámky: Varieta M – Mocha, T – Typica, C1 – Caimor, G – Geisha, B – Bourbon, C2 – Caturra; m n. m. metrov nad morom.

Senzorické hodnotenie vybraných parametrov vzoriek zelenej a praženej kávy sme uskutočnili pomocou hodnotiaceho panelu dopredu vybraných osôb. Naším hlavným cieľom bolo porovnať senzorické parametre a poukázať na predpokladanú variabilitu pražených odrôd kávy vzhľadom na geografický pôvod. Pre objektívne vyjadrenie variability senzorického hodnotenia, vzhľadom na pôvod jednotlivých vzoriek zelenej a praženej, kávy sme sa rozhodli ako štatistickú metódu použiť modifikovaný bodový test s nominálnou 3 bodovou škálou. Získané dáta boli následne konvertované a spracované Friedmanovým testom (Braga et al., 2022). Senzorické hodnotenie vzoriek

pražených káv sa realizovalo v špecializovanom senzorickej laboratóriu na ústave potravinárstva SPU v Nitre. Do senzorickeho hodnotenia vzoriek kávy bolo zaradených 12 osôb, z toho 6-ti boli laickí hodnotitelia (ich názory sa teda pokladajú za názor bežného konzumenta) a 6-ti boli z kategórie „vybraní posudzovatelia“. V rámci kolektívu hodnotiteľov bolo 6 mužov a 6 žien. Hodnotenie sa zameriavalo na jednotlivé sledované ukazovatele:

- farba kávy (celé zrná),
- farebná vyrovnanosť kávy (celé zrná),
- stredový žliabok zrna (celé zrná),
- aróma celých zrn kávy,
- aróma pomletých zrn kávy.

Získané údaje boli spracované po konverzii do elektronickej podoby pre potreby neparametrického testu (poradia). Hodnotenie bolo analyzované pomocou Friedmanovho testu na hladine významnosti ($\alpha = 0,0001$) (Braga et al., 2022) a spracované v programe SensoMiner verzia 1.4.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na zhrnutie získaných senzorických výsledkov bola použitá deskriptívna štatistika a ANOVA (Demianová et al., 2022). Získané údaje sú zobrazené v tabuľke číslo 2. Pri štatistickom porovnaní môžeme pozorovať pri všetkých sledovaných parametroch signifikantné rozdiely. Braga et al. (2022) vyjadrujú intenzitu senzorickej atribútov kávy, najmä farby, arómy a chuti, v závislosti od stupňa praženia a fyzikálno-chemických vlastností. Správne zvolené techniky senzorickeho hodnotenia sú rozhodujúce pri vývoji, výrobe a udržiavaní kvality potravín (Pereira et al., 2023). Pri hodnotení farby pražených káv pomocou Friedmanovho testu bolo zobrazené, že preukazne menej intenzívna boli Africké vzorky kávy B1 a B2. Naopak ako preukazne lepšie boli stanovené vzorky káv pôvodom z Ázie A1 a A2. Ich farba bola hodnotená ako preukazne výraznejšia oproti zvyšku súboru. Štatistická zhoda bola pozorovaná pri farbe skupiny vzoriek pochádzajúcich z Ameriky. V hodnotení farebnej vyrovnanosti boli vzorky hodnotené výraznejšie v skupine káv pochádzajúcich z Ázie.

V tomto prípade zhoda medzi jednotlivými dvojicami vzoriek pochádzajúcich z rovnakej geografickej oblasti nebola potvrdená. Pri hodnotení žliabku sme zistili, že vzorky pôvodom z Ázie a Afriky boli preukazne výraznejšie oproti ostatným vzorkám. Ani v tomto prípade nebola potvrdená zhoda pre dvojice vzoriek z rovnakých oblastí. Pri parametri arómy pomletého zrna výsledky potvrdili zhodu medzi vzorkami A1 a A2 , B1 a B2 a taktiež C1 a C2. Najvýraznejšie vzorky boli pôvodom z Ázie. Pre parameter arómy celého zrna bola zhoda pozorovaná pre skupinu vzoriek pochádzajúcich z Afriky. Ako preukazne najvýraznejšie boli vzorky pôvodom z Afriky. V tomto prípade vieme povedať, že daná analýza môže tvoriť model pri overovaní pravosti zrna na základe geografického pôvodu ale len na základe niektorých parametrov kde bola pozorovaná zhoda. Pre komplexnejší výskum je potrebné tento model otestovať na omnoho väčšom počte vzoriek z rôznym geografickým pôvodom.

Tabuľka 2: Anova sledovaných senzorických parametrov pražených káv

Vzorka	Farba	Farebná vyrovnanosť	Žliabok	Aróma pomletého zrna	Aróma celého zrna
A2	2,498 ^a	1,789 ^b	2,385 ^a	2,456 ^a	1,546 ^e
A1	2,456 ^b	1,852 ^a	1,727 ^b	2,355 ^a	1,637 ^d
C1	2,134 ^c	1,273 ^c	1,456 ^c	2,005 ^b	1,728 ^b
B1	2,092 ^d	1,183 ^d	2,364 ^a	1,637 ^c	1,908 ^a
B2	2,057 ^e	1,182 ^d	1,757 ^b	1,665 ^c	1,895 ^a
C2	2,139 ^c	1,223 ^{cd}	1,410 ^d	1,995 ^b	1,708 ^c
Pr > F(Model)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Signifikantnosť	áno	áno	áno	áno	áno

Poznámky: a,b,c,d,e = skupiny v stĺpci s rôznymi hornými indexmi sa výrazne líšia pri $p \leq 0,0001$, ANOVA Duncanov test.

Tento istý model sme aplikovali na rovnaké vzorky ale v zelenej forme. Získané údaje sú zobrazené v tabuľke číslo 3.

Tabuľka 3: Anova sledovaných senzorických parametrov zelených káv

Vzorky	Farba	Farebná vyrovnanosť	Aróma pomletého zrna	Žliabok	Aróma celého zrna
A1	1,364 ^d	1,364 ^e	2,455 ^b	2,000 ^a	1,818 ^a
B1	1,000 ^f	2,273 ^a	2,545 ^a	1,273 ^e	1,545 ^b
B2	1,818 ^b	1,545 ^d	2,000 ^d	1,545 ^c	1,455 ^c
C2	1,909 ^a	1,545 ^d	2,091 ^c	1,364 ^d	1,273 ^d
C1	1,636 ^c	2,000 ^b	1,818 ^e	1,545 ^c	1,000 ^f
A2	1,273 ^e	1,727 ^c	1,636 ^f	1,909 ^b	1,091 ^e
Pr > F(Model)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Signifikantnosť	áno	áno	áno	áno	áno

Poznámky: a,b,c,d,e,f = skupiny v stĺpci s rôznymi hornými indexmi sa výrazne líšia pri $p \leq 0,0001$, ANOVA Duncanov test

Pri štatistickom porovnaní môžeme pozorovať pri všetkých sledovaných parametroch signifikantné rozdiely. Pri hodnotení dvojíc vzoriek pochádzajúcich do jednej skupiny vo všetkých parametroch nebola potvrdená zhoda. Z toho vyplýva že zvolené parametre, vzorky a počet vzoriek nepotvrdia skutočný geografický pôvod a preto v našom prípade tento model nebol vhodný. Pre komplexnejšie overenie je vhodné otestovať väčšiu skupinu vzoriek z rozličných geografických oblastí alebo použiť iný typ .

ZÁVER

Geografický pôvod je jedným z najdôležitejších faktorov, ktoré určujú kvalitu, obchodnú hodnotu kávových zŕn a taktiež majú vplyv na senzorický profil. Overenie geografického pôvodu kávy ako aj odrôd kávy, je v spoločnosti veľmi žiadané ako doplnkový atribút kvality. V tejto súvislosti sú potrebné jednoduché a spoľahlivé metódy na predchádzanie podvodným praktikám. Výsledky senzorických analýz môžu byť použité na tvorbu modelu určeného na autentifikáciu a overovanie geografického pôvodu kávových zŕn a tak zamedzenia falšovania a zavádzania. Pre vytvorenie konkrétneho modelu na potvrdenie geografického pôvodu na základe senzorického hodnotenia je potrebné vykonať ďalší podrobný výskum, analýzu väčšieho množstva

vzoriek z rozličných oblastí a vyškolit odborníkov respektíve do senzorického hodnotenia zapojiť školených odborníkov. Ďalšou možnosťou je overiť inštrumentálne senzorické hodnotenie v súvislosti s potvrdením geografického pôvodu.

POĎAKOVANIE

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci projektu VEGA 1/0734/20, KEGA 024SPU-4/2021 a v rámci projektu “FOOD Quality in Digital Age” podporený prostredníctvom Visegrad Fund.

LITERATÚRA

Elmaci, İ., Gok, I. (2021): Effect of three post-harvest methods and roasting degree on sensory profile of Turkish coffee assessed by Turkish and Brazilian panelists. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(13), 5368–5377.

Mendes, G. de A., de Oliveira, M. A. L., Rodarte, M. P., de Carvalho dos Anjos, V., Bell, M. J. V. (2022): Origin geographical classification of green coffee beans (*Coffea arabica* L.) produced in different regions of the Minas Gerais state by FT-MIR and chemometric. *Current Research in Food Science*, 5, 298–305.

Hu, G. L., Wang, X., Zhang, L., Qiu, M. H. (2019): The sources and mechanisms of bioactive ingredients in coffee. *Food & Function*, 10(6), 3113–3126.

Bessada, S. M. F., Alves, R. C., Costa, A. S. G., Nunes, M. A., Oliveira, M. B. P. P. (2018): *Coffea canephora* silverskin from different geographical origins: A comparative study. *Science of The Total Environment*, 645, 1021–1028.

Yang, S., Li, C., Mei, Y., Liu, W., Liu, R., Chen, W., Han, D., Xu, K. (2021): Determination of the Geographical Origin of Coffee Beans Using Terahertz Spectroscopy Combined With Machine Learning Methods. *Frontiers in Nutrition*, 8.

Núñez, N., Collado, X., Martínez, C., Saurina, J., Núñez, O. (2020): Authentication of the Origin, Variety and Roasting Degree of Coffee Samples by Non-Targeted HPLC-UV Fingerprinting and Chemometrics. Application to the Detection and Quantitation of Adulterated Coffee Samples. *Foods*, 9(3), 378.

Braga, M. L., Perinoto, L. C., Tonon, G. C., Viell, F. L. G., Coqueiro, A., Cardoso Reitz, F. A., Fuchs, R. H. B., Bona, E. (2022): Sensory characterization of coffee brew with consumer-based methodology and sensometrics. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(11).

Pereira, L. L., Guarçoni, R. C., da Luz, J. M. R., de Oliveira, A. C., Moreli, A. P., Filete, C. A., Paiva, G. de, Debona, D. G., Gomes, W. dos S., Cardoso, W. S., Berilli, S. da S., Oliveira, E. C. da S. (2023): Impacts of brewing methods on sensory perception and organoleptic compounds of coffee. *Food Chemistry Advances*, 2, 100185.

Demianová, A., Bobková, A., Lidiková, J., Jurčaga, L., Bobko, M., Belej, L., Kolek, E., Poláková, K., Iriondo-DeHond, A., Dolores del Castillo, M. (2022): Volatiles as chemical markers suitable for identification of the geographical origin of green *Coffea arabica* L. *Food Control*, 136, 108869.

Kontaktná adresa: Ing. Katarína Poláková, Ústav potravinárstva, Fakulta Biotechnológie a Potravinárstva, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: xpolakovakl@uniag.sk

HYDROLYTIC ENZYMES OF CARNIVOROUS PLANTS AS A PROMISING ANTIFUNGAL AGENTS

HYDROLYTICKÉ ENZÝMY MÄSOŽRAVÝCH RASTLÍN AKO SEUBNÉ ANTIFUNGÁLNE AGENSI

Miroslav Rajniece¹ – Jana Libantová¹

¹Institute of Plant Genetics and Biotechnology, Plant Science Biodiversity Center
v.v.i., SAS, Akademicka 2, 950 07 Nitra, Slovak Republic

ABSTRACT

Recombinant chitinase from the carnivorous plant *Drosera rotundifolia* and recombinant β -1,3-glucanase from *Drosera binata* were expressed in the *E. coli* expression system, purified and tested for their capability to inhibit the biomass growth of filamentous fungi *Trichoderma viride*, *Alternaria solani*, *Rhizoctonia solani*, and *Fusarium poae*. Chitinase significantly inhibited the growth of *T. viride* (32,2%), *A. solani* (30,8%), and *F. poae* (23,3%). β -1,3-glucanase showed inhibition of biomass growth of *F. poae* (24,1%), *A. solani* (14,3%), and *R. solani* (17,6%). Differences between the inhibition capabilities of two tested hydrolytic enzymes suggest potential synergistic application with aim of inhibition of a wider range of filamentous fungi species.

Keywords: chitinase, β -1,3-glucanase, antifungal effect, carnivorous plants

INTRODUCTION

The production of proteins with an antifungal effect in response to the invasion of fungal pathogens is one of the main defensive mechanisms of plants. A group of plant proteins with increased expression rates during the effect of various stress factors, named “pathogenesis-related (PR) proteins”, not only initiate a plant defensive response, but their expression can lead to the increased resistance of a plant organism against a pathogenic attack (Bhardwaj et al., 2021). In general, PR proteins reduce the growth, multiplication and differentiation of pathogens and their effectivity is highly dependent on the plant species from which they originate. Nowadays, PR proteins are divided into 17 families, based on their enzymatic properties and primary structure homology.

Among them, hydrolytic enzymes β -1,3-glucanases and chitinases, exhibit strong antifungal activity, which can hypothetically lead up to hyphal lysis (Sandhu et al., 2017).

Plant chitinases (family 3, 4, 8, and 11 pathogenesis-related proteins) are hydrolytic enzymes with molecular mass in the range of 15–43 kDa, which are able to cleave chitin, an N-acetylglucosamine polysaccharide, present in fungal cell walls, into chitooligosaccharides, dimers, and monomers of N-acetylglucosamine by degradation of its glycosidic bonds. Plant β -1,3-glucanases (family 2 pathogenesis-related proteins), with molecular mass in the range of 33–44 kDa can hydrolyze β -1,3-D-glycosidic linkages in β -1,3-glucans. β -1,3-glucanases can degrade fungal cell walls by disrupting hyphal tips, releasing oligosaccharides, which induce the production of other PR proteins and the cascade of consecutive defensive mechanisms (Perrot et al., 2022). Besides their roles in plant defensive mechanisms, both groups of enzymes are involved in a wide range of physiological and biochemical processes, such as plant growth, development, seed germination, and pollination (Ohnuma et al., 2011; Balasubramanian et al., 2012). Carnivorous plants stand in a special place because their chitinases and β -1,3-glucanases evolved analogues with similar hydrolytic enzymes other plant species, but published studies confirmed their involvement in the prey digestion. This fact suggests their high potential as a gene source of hydrolytic enzymes for molecular biology (Jopcik et al., 2017; Schulze et al., 2012).

Modern-day crop production aims for cultivars with in-built genetic resistance against the most dangerous pathogens if possible, but there is a high risk of overcoming resistance from a virulent phytopathogen (Cornelissen and Schram, 2000). Plant breeding methods have many limitations, in particular, applicability only to crossbreed species and the inevitable transfer of undesirable genes and therefore unwanted traits. Methods of molecular biology and genetic engineering can surpass these limitations and introduce genes from any genetic source responsible for the production of signaling molecules or an increased resistance against pathogens into any plant species (Sandhu et al., 2017).

In our study, purified chitinase from the carnivorous plant *Drosera rotundifolia* and purified β -1,3-glucanase from *D. binata*, produced in a bacterial expression system, were tested for their potential antimicrobial effect against various filamentous fungi. Antifungal properties were evaluated against *Trichoderma viride*, *Alternaria solani*, *Rhizoctonia solani*, and *Fusarium poae*. Cell walls of these fungi contain chitin as well as β -1,3-glucan, substrates of tested hydrolytic enzymes. *T. viride* was used as a model organism, while other species represent important crop pathogens (Schlumbaum et al., 1986; Timberlake and Marshall, 1989).

MATERIAL AND METHODS

E. coli BL21-CodonPlus(DE3)-RIL cells with pET32a-chitinase or pET32a- β -1,3-glucanase were incubated overnight at 37°C with shaking at 220 rpm in LB broth with supplemented antibiotics (100 $\mu\text{g}.\text{ml}^{-1}$ ampicillin, 100 $\mu\text{g}.\text{ml}^{-1}$ kanamycin, 50 $\mu\text{g}.\text{ml}^{-1}$ chloramphenicol). The cell suspension was transferred into fresh LB broth without antibiotic selection with the final concentration of 5% (v/v) and incubated at 37°C with shaking at 220 rpm for approx. 2 hours ($\text{OD}_{600} = 0.6$). Next, IPTG inductor was added with the final concentration of 1 mM, and cells were incubated for another 2 hours. After incubation, cells were harvested by centrifugation at 4000 rpm for 15 minutes and frozen at -80°C until purification.

Purification of expressed proteins was performed by metal affinity chromatography. Briefly, collected induced cells were lysed in 5 ml of SDS lysis buffer [50 mM NaH_2PO_4 ; 300 mM NaCl; 10 mM imidazole; 2% SDS (w/v), (pH 8.0)] and another 5 ml of lysis buffer without SDS was added and gently homogenized. The sample was stored on ice for 30 minutes and centrifuged twice at 4°C at 4000 rpm for 15 minutes. The supernatant was loaded on Ni-NTA agarose (Qiagen) and unbound proteins were eluted with 20 ml of washing buffer [50 mM NaH_2PO_4 ; 300 mM NaCl; 20 mM imidazole, (pH 8.0)]. Recombinant proteins were eluted with 1,2 ml of elution buffer [50 mM NaH_2PO_4 ; 300 mM NaCl; 250 mM imidazole, (pH 8.0)]. Obtained purified protein samples and crude protein extract were separated on 12% mini-gels (w/v) by SDS-PAGE (Mini-Protean Cell, Bio-Rad) according to Laemmli (1970).

Antifungal activity assay was performed by a modified protocol of Broekaert et al., (1990). Spores of filamentous fungi *T. viride*, *A. solani*, *R. solani*, and *F. poae* with a final concentration of 10^5 spores/ml in potato-dextrose broth (PDB) were incubated in 25 mM acetate buffer (pH 5,2) with 20 μ g of purified chitinase or β -1,3-glucanase at 25°C for 24 hours (*T. viride*, *F. poae*), 34 hours (*R. solani*) and 40 hours (*A. solani*). After incubation, absorbance at 595 nm was measured on Synergy H1 microplate reader (BioTek, Winooski), and the percentage of inhibition was calculated as A_{595} of the sample \div A_{595} of the control \times 100. The antifungal assay was performed in five biological replicates and three technical replicates.

RESULTS AND DISCUSSION

Recombinant chitinase from *D. rotundifolia* and β -1,3-glucanase from *D. binata* were successfully produced in bacterial *E. coli* BL21-CodonPlus(DE3)-RIL expression strain. Detection of recombinant protein was performed by protein separation with SDS-PAGE. After visualization and comparison of total protein content from induced and non-induced cells, recombinant chitinase with the predicted molecular mass of 49 kDa and recombinant β -1,3-glucanase with the calculated molecular mass of 50,7 kDa were visible and distinguishable and their predicted molecular mass correlates with mass detected by gel separation. After purification under native conditions on Ni-NTA agarose, obtained samples were also separated with SDS-PAGE, and purified recombinant enzymes were detected.

Antifungal activity assay was tested against filamentous fungi *T. viride*, *A. solani*, *R. solani*, and *F. poae*. As shown in Figure 2, both purified recombinant hydrolytic enzymes were able to exhibit an antifungal effect on three of four tested fungi. Biomass growth of *F. poae* and *A. solani* was significantly inhibited in presence of active purified chitinase (inhibition 23,3%) and β -1,3-glucanase (inhibition 24,1%) in comparison to the growth of these fungi in presence of inactivated heat-treated enzymes. The inhibition effect on the growth of *T. viride* was significant only in presence of chitinase (inhibition 32,2%), β -1,3-glucanase did not show an effect on growth.

On the other hand, *R. solani* was not affected by the presence of active purified chitinase, but β -1,3-glucanase significantly slowed its biomass gain (inhibition 17,6%).

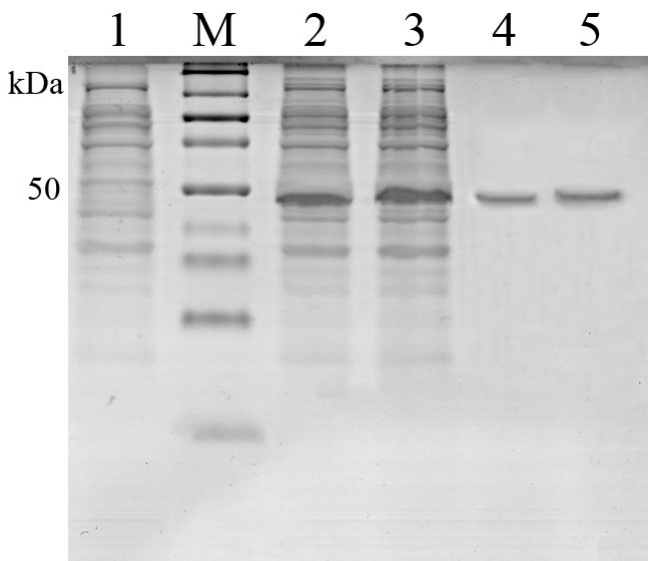


Figure 1: SDS-PAGE analysis of recombinant chitinase and β -1,3-glucanase from crude protein extracts and after Ni-NTA purification. Lane 1 – crude protein extract of non-induced *E. coli* BL21-CodonPlus(DE3)-RIL cells, lane 2 – expressed recombinant chitinase in crude protein extract of induced cells, lane 3 – expressed recombinant β -1,3-glucanase in crude protein extract of induced cells, lane 4 – purified recombinant chitinase, lane 5 – purified recombinant β -1,3-glucanase, lane M - Spectra™ Multicolor Broad Range Protein Ladder (ThermoFisher Scientific)

Cell walls of all tested fungi species have incorporated chitin, chitosan as well as β -1,3-glucans, which are digestive substrates of tested purified enzymes. Loss of any of these cell wall components can drastically influence the morphology, growth, and viability of influenced fungus. However, the amount, composition, and incorporation of these elements into cell walls differ between fungi species. This is a key factor, which influences the antifungal effectivity of tested enzymes. The content of chitin in filamentous fungi represents up to 15% of cell wall mass, β -1,3-glucan as a major component of the cell wall contributes from 30% up to 80% to total cell wall mass (Free, 2013). Chitinases and β -1,3-glucanases from carnivorous plants with prey-digestive functions are not well tested for their antifungal properties, but they possess

strong enzymatic activity analogous to similar isoenzymes from a group of PR proteins in plants. Transgenic expression of genes encoding chitinases and β -1,3-glucanases was already successfully used for enhancing plant resistance against *R. solani*, (Brogue et al., 1991), *Fusarium spp.* (Melchers and Stuiver, 2000; Zhang et al., 2019) or *Alternaria spp.* (Liu et al., 2009).

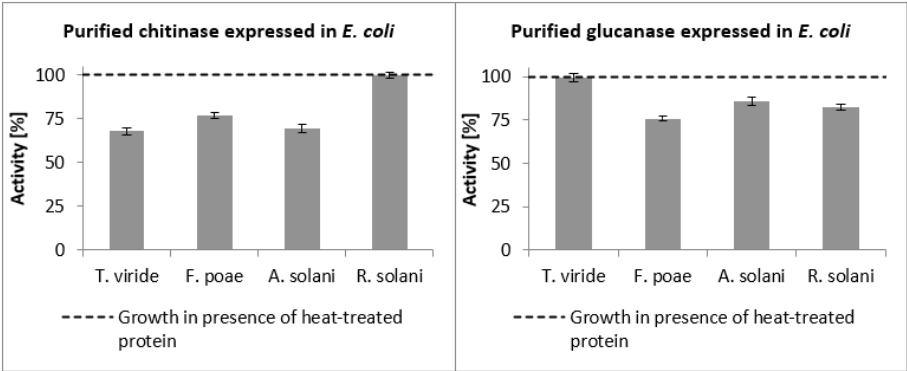


Figure 2: Antifungal effect of purified chitinase and β -1,3-glucanase on the growth of selected filamentous fungi

Based on obtained data for the inhibition effect of tested purified chitinase and β -1,3-glucanase in “*in vitro*” conditions, the potential of incorporation of these transgenes with aim of improving crop resistance to fungal pathogens is a very promising way for further investigations. Further investigation should be aimed at discovering a potential synergistic effect on antifungal properties when chitinase and β -1,3-glucanase are used simultaneously. Chitin and β -1,3-glucan on the apex of growing hyphae of filamentous fungi are synthesized simultaneously, therefore mixed action of both hydrolases can lead to better digestion of mixed structures of chitin and glucan polymers (Sandhu et al., 2017).

CONCLUSIONS

This study was aimed at the investigating antifungal effect of purified recombinant chitinase and β -1,3-glucanase on the growth of four filamentous fungi, *T. viride*, *A. solani*, *R. solani*, and *F. poae*. After successful expression and subsequent

purification on Ni-NTA agarose, which was confirmed by the detection of expressed transgenic proteins by SDS-PAGE, antifungal activity was investigated under “*in vitro*” conditions. Purified chitinase significantly inhibited the growth of *F. poae* (23,3%), *A. solani* (30,8%), and *T. viride* (32,2%), recombinant β -1,3-glucanase showed significant inhibition in the case of *F. poae* (24,1%), *A. solani* (14,3%) and *R. solani* (17,6%). Further investigation is needed for the evaluation of the potential syne.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was co-funded by a grant from the Slovak Grant Agency VEGA 2/0041/20, Cost Action CA18111—Genome editing in plants—a technology with transformative potential.

REFERENCES

- Balasubramanian, V., Vashisht, D., Cletus, J., Sakthivel, N. (2012): Plant β -1,3-glucanases: their biological functions and transgenic expression against phytopathogenic fungi. *Biotechnology Letters*, 34(11): 1983–1990.
- Bhardwaj, G., Ravi, I., Kumar, S., Sharma, V. (2021): Induction of β -1,3-glucanase and chitinase activity, cloning and their characterization in the defense response of *Cuminum cyminum* plant against the fungal pathogen *Fusarium oxysporum*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 54(19–20): 1617–1632.
- Broekaert, W. F., Terras, F. R. G., Cammue, B. P. A., Vanderleyden, J. (1990): An automated quantitative assay for fungal growth inhibition. *FEMS Microbiology Letters*, 69(1–2): 55–59.
- Brogue, K., Chet, I., Holliday, M., Cressman, R., Biddle, P., Knowlton, S., Mauvais, C. J., Broglie, R. (1991): Transgenic Plants with Enhanced Resistance to the Fungal Pathogen *Rhizoctonia solani*. *Science (New York, N.Y.)*, 254(5035): 1194–1197.
- Cornelissen, B. J. C., Schram, A. (2000): Transgenic Approaches to Control Epidemic Spread of Diseases BT - Mechanisms of Resistance to Plant Diseases. In Slusarenko, A. J., Fraser, R. S. S., and van Loon, L. C. (Eds.), . Dordrecht: Springer Netherlands.

Free, S. J. (2013): Chapter Two - Fungal Cell Wall Organization and Biosynthesis. In Friedmann, T., Dunlap, J. C., and Goodwin, S. F. B. T.-A. in G. (Eds.), (Vol. 81). Academic Press.

Jopcik, M., Moravcikova, J., Matusikova, I., Bauer, M., Rajnivec, M., Libantova, J. (2017): Structural and functional characterisation of a class I endochitinase of the carnivorous sundew (*Drosera rotundifolia* L.). *Planta*, 245(2): 313–327.

Laemmli, U. K. (1970): Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4. *Nature*, 227(5259): 680–685.

Liu, B., Lu, Y., Xin, Z., Zhang, Z. (2009): Identification and antifungal assay of a wheat β -1,3-glucanase. *Biotechnology Letters*, 31(7): 1005–1010.

Melchers, L. S., Stuiver, M. H. (2000): Novel genes for disease-resistance breeding. *Current opinion in plant biology*, 3(2): 147–152.

Ohnuma, T., Numata, T., Osawa, T., Mizuhara, M., Lampela, O., Juffer, A. H., Skriver, K., Fukamizo, T. (2011): A class V chitinase from *Arabidopsis thaliana*: gene responses, enzymatic properties, and crystallographic analysis. *Planta*, 234(1): 123–137.

Perrot, T., Pauly, M., Ramírez, V. (2022): Emerging Roles of β -Glucanases in Plant Development and Adaptative Responses. *Plants*.

Sandhu, J. S., Sidhu, M. K., Yadav, I. S. (2017): Control of Fungal Diseases in Agricultural Crops by Chitinase and Glucanase Transgenes BT - Sustainable Agriculture Reviews. In Lichtfouse, E. (Ed.), . Cham: Springer International Publishing.

Schlumberg, A., Mauch, F., Vögeli, U., Boller, T. (1986): Plant chitinases are potent inhibitors of fungal growth. *Nature*, 324(6095): 365–367.

Schulze, W. X., Sanggaard, K. W., Kreuzer, I., Knudsen, A. D., Bemm, F., Thøgersen, I. B., Bräutigam, A., Thomsen, L. R., Schliesky, S., Dyrland, T. F., Escalante-Perez, M., Becker, D., Schultz, J., Karring, H., Weber, A., Højrup, P., Hedrich, R., Enghild, J. J. (2012): The Protein Composition of the Digestive Fluid from the Venus Flytrap Sheds Light on Prey Digestion Mechanisms *. *Molecular & Cellular Proteomics*, 11(11): 1306–1319.

Timberlake, W. E., Marshall, M. A. (1989): Genetic Engineering of Filamentous Fungi. *Science*, 244(4910): 1313–1317.

Zhang, S.-B., Zhang, W.-J., Zhai, H.-C., Lv, Y.-Y., Cai, J.-P., Jia, F., Wang, J.-S., Hu, Y.-S. (2019): Expression of a wheat β -1,3-glucanase in *Pichia pastoris* and its inhibitory effect on fungi commonly associated with wheat kernel. *Protein Expression and Purification*, 154: 134–139.

Contact address: Ing. Miroslav Rajnivec, PhD., Institute of Plant Genetics and Biotechnology, Plant Science Biodiversity Center v.v.i., SAS, Akademicka 2, 950 07 Nitra, Slovak Republic, e-mail: miroslav.rajnivec@savba.sk

VÝROBA A HODNOCENÍ NOVÉHO TYPU NÁPOJE NA BÁZI KEFÍRU VYROBENÉHO Z MRKVOVÉ ŠŤÁVY A SYROVÁTKY

MANUFACTURE AND EVALUATION OF A NEW KEFIR-BASED BEVERAGE FROM CARROT JUICE AND WHEY

Anita Rejdlová¹ – Zuzana Míšková¹ – Vendula Kůrová¹
Richardos Nikolaos Salek¹

¹Ústav technologie potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati,
nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín

ABSTRAKT

Studie byla zaměřena na výrobu a hodnocení nového nápoje na bázi kefiru, který by byl vyroben z mrkvové šťávy a syrovátky. Byly vyrobeny modelové vzorky, které obsahovaly přídavek 5, 15, 25 a 35 % w/w syrovátky, poslední vzorek obsahoval pouze mrkvovou šťávu a sloužil jako kontrolní. Součástí práce byla fyzikálně-chemická, reologická a senzorická analýza modelových vzorků prováděná po dobu 21denního skladování (4 ± 1 °C). Ze získaných dat bylo zjištěno, že všechny modelové vzorky vykazovaly v průběhu celého experimentu pseudoplastické chování. Vzorek s 25% obsahem syrovátky byl vyhodnocen jako vzorek s nejlepšími organoleptickými vlastnostmi. Předkládaná studie může sloužit jako základ pro optimalizaci technologie výroby netradičních fermentovaných zeleninových nápojů s přidavkem syrovátky.

Klíčová slova: mrkvová šťáva, syrovátka, fyzikálně-chemické vlastnosti, tokové vlastnosti, kefir

ABSTRACT

The current study focused on the production and evaluation of a new kefir-based model beverage manufactured from carrot juice and whey. Model samples containing of 5, 15, 25 and 35 % (w/w) whey were manufactured. Moreover, a beverage containing only carrot juice was the control sample. Physicochemical, rheological, and sensory analyses of the model samples during 21 days of storage (at 4 ± 1 °C) were performed. Furthermore, it was found that all examined model samples showed pseudoplastic behavior throughout the experiment. The sample containing of 25 % w/w of whey was

evaluated as the sample presenting the best organoleptic properties. On the whole, this study could serve as a basis for optimizing the production technology of untraditional fermented vegetable beverages with whey addition.

Keywords: carrot juice, whey, physicochemical properties; flow properties; kefir

ÚVOD

V posledních letech roste zájem spotřebitelů o funkční potraviny, které obsahují biologicky aktivní látky s pozitivním účinkem na lidský organizmus. Vyrůstá proto produkce fermentovaných nápojů obsahujících ovocné nebo zeleninové šťávy (Bazán et al., 2022). Mezi spotřebiteli roste popularita mrkvové šťávy z důvodu vyvážených organoleptických a nutričních vlastností. Benefitem mrkvové šťávy je vysoký obsah karotenoidů, řady vitaminů (například vitamin B₁, B₂, B₆, B₉, C a K), vlákniny a antioxidantů (El-Abasy, 2012; Lihua et al., 2022). Mrkev (*Daucus carota*) obsahuje sloučeniny, u kterých byly experimentálně prokázány antikarcinogenní a imunoaktivní vlastnosti, současně napomáhá udržení správné hladiny krevního cukru, cholesterolu i krevního tlaku (Dias, 2014). Během fermentace mrkvové šťávy dochází ke snížení obsahu sacharidů a jejímu okyselení, což dodává nápojům svěží chuť. Fermentace mrkvové šťávy má také pozitivní vliv na využitelnost některých minerálních látek, karotenu, betainu a vitaminu C, současně dochází ke zlepšení rozpustnosti železa (Tamminen, 2014).

Syrovátka vzniká jako vedlejší produkt mlékárenského průmyslu. Její další využití by mohlo vést k udržitelnému hospodářství, neboť až 40 % syrovátky není dále zpracováno, což může přispívat ke znečištění životního prostředí. Syrovátka je velmi dobře stravitelná, je zdrojem laktózy, vysoce kvalitních plnohodnotných sérových bílkovin a minerálních látek, především vápníku, hořčíku a fosforu (Ahmed, 2023, Arsić et al., 2018; Mhir et al. 2019). Syrovátka má mnoho potvrzených pozitivních účinků na lidský organizmus, mezi které se řadí například antioxidační aktivita, dále má antihypertenzní, antidiabetické nebo antimikrobiální vlastnosti, díky kterým je považována za funkční potravinu (Arsić et al., 2018; Barukčić, 2019). Využívá se

především syrovátka vznikající při výrobě sýrů, u kterých bylo využito sladké srážení kaseinových bílkovin (Jeličić, 2008).

Pro výrobu fermentovaných nápojů, které obsahují ovocnou nebo zeleninovou složku, mohou být využity kefirové kultury. Kefír je oblíbený nápoj především v oblasti východní Evropy a středoasijských zemích. Obsahuje významné množství bílkovin, prebiotik i probiotik (González-Orozco, 2022). Zrna mléčného kefiru jsou tvořena symbiotickým mikrobiálním ekosystémem složeným z bakterií mléčného kvašení, kvasinek a malého množství bakterií octového kvašení, které jsou rozprostřeny v exopolysacharidové síti zvané kefiran (Corona et al., 2016). Mezi přítomné rody mikroorganismů v kefirové kultuře se řadí například rody *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Sacharomyces* a *Kluyveromyces*. Zrna mléčného kefiru jsou malá, okrouhlá, bílé barvy (Comak Gocer, 2023, Guzel-Seydim, 2021).

Pro výrobu fermentovaných syrovátkových nápojů se využívají především kombinace s ovocnými šťávami. Tyto nápoje mají dobré senzorycké vlastnosti, nicméně jejich výroba s sebou nese i určitá rizika, především se jedná o vysokou sedimentaci (Ahmed, 2023). Mnoho studií se zabývalo výrobou nápojů fermentovaných kefirovou kulturou za využití pouze samotné ovocné či zeleninové složky. Obohacení o mléčnou složku, tedy přídavek syrovátky, může ovlivnit funkční vlastnosti zmíněných nápojů. Cílem studie bylo vyvinout fermentovaný nápoj na bázi mrkvové šťávy obohacený syrovátkou v různých poměrech (100:0; 95:5; 85:15; 75:25; 65:35). Studie byla zaměřena na hodnocení vybraných fyzikálně-chemických, reologických a senzoryckých vlastností vyrobených fermentovaných nápojů, přičemž jednotlivé analýzy byly prováděny 1., 7. a 21. den skladování (4 ± 1 °C).

MATERIÁL A METODIKA

Pro výrobu fermentovaných nápojů byla použita pasterovaná mrkvová šťáva (dm-drogerie markt GmbH, Německo), jejíž chemické složení bylo; tuky <5,0 % (w/w), sacharidy 8,8 % (w/w), bílkoviny 1,0 % (w/w). Sušená syrovátka (Mogador, s. r. o., Česká republika), jejíž chemické složení bylo; tuky 0,5 % (w/w), sacharidy 76,0 %

(w/w), bílkoviny 13,0 % (w/w). Pro fermentaci byla využita kefirová kultura (UNIBIOM s. r. o, Česká republika), kde byla výrobcem deklarována přítomnost mikroorganismů rodu *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Saccharomyces*, *Kluyveromyces*.

Příprava a značení vzorků

Matečné zákysy pro výrobu modelových vzorků byly připraveny rozmícháním $0,50 \pm 0,03$ g lyofilizované kefirové kultury v 500 ml mrkvové šťávy. Fermentace matečného zákysu probíhala při teplotě 20 ± 2 °C po dobu 48 hodin z důvodu rozvoje aktivního inokulátu. Pro výrobu fermentovaných nápojů byla sušená syrovátka obnovena v destilované vodě (výsledná koncentrace 5 % w/w). Následně byla syrovátka tepelně ošetřena při teplotě 90 ± 1 °C po dobu 10 minut. Obnovená syrovátka byla ochlazená na teplotu 20 ± 2 °C. Následně byla připravena sada pěti vzorků, každý vzorek o objemu 1500 ml. Vzorky byly značeny následovně: **K95_5** (95 % w/w mrkvové šťávy a 5 % w/w syrovátky), **K85_15** (85 % w/w mrkvové šťávy a 15 % w/w syrovátky), **K75_25** (75 % w/w mrkvové šťávy a 25 % w/w syrovátky), **K65_35** (65 % w/w mrkvové šťávy a 35 % w/w syrovátky). Poslední vzorek v sadě tvořila pouze mrkvová šťáva, která sloužila jako kontrolní vzorek (**KC**).

Fyzikálně-chemická analýza

Pro stanovení refraktometrické sušiny (**RF**; % w/w) ve vzorcích byl využit digitální refraktometr Kern ORF 45BE (Kern & Sohn GmbH, Německo). Celkový obsah rozpustných látek (**TDS**; ppt) byl stanoven pomocí přístroje CyberScan CON 110 (Eutech Instruments, Thermo Scientific, Spojené státy americké). Měření bylo provedeno při teplotě 20 ± 2 °C vždy třikrát ($n=3$). Před stanovením obsahu etanolu, hustoty a skutečného stupně prokvašení (**RDF**; % w/w) byly vzorky odstředěny a odplyněny pomocí centrifugy EBA 21 (Hettich, Německo) při 6000 ot./min po dobu 10 minut. Pomocí přístroje Alcoalyzer Plus Anton Paar (Anton Paar GmbH, Rakousko) a hustoměru DMA 4500 Anton Paar (Anton Paar GmbH, Rakousko) byly změřeny hodnoty obsahu alkoholu (% v/v) a hustoty ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$). Pomocí softwaru, kterým je Alcoalyzer vybaven, byl stanoven skutečný stupeň fermentace RDF.

Reologická analýza

Reologická analýza byla provedena pomocí reometru HAAKE RheoStress 1 (Thermo Fisher Scientific, Spojené státy americké) vybaveného geometrií válec-válec ($20,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$) se šěrbinou 2,1 mm. Pro každou analýzu byl použit 1,0 ml vzorku temperovaného na $20,0 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Měření bylo zaznamenáváno pomocí softwaru RheoWin (Thermo Scientific, USA) a bylo provedeno vždy ve třech opakováních ($n=3$).

Cyklus měření byl složen ze 4 cyklů. V první fázi probíhalo měření při vzestupném gradientu rychlosti ($\dot{\gamma} = 0\text{--}200 \text{ s}^{-1}$) po dobu 120 s. V druhém cyklu pobíhalo měření při sestupném gradientu rychlosti ($\dot{\gamma} = 200\text{--}0 \text{ s}^{-1}$) po dobu 120 s. V třetím cyklu byl gradient rychlosti opět vzestupný ($\dot{\gamma} = 0\text{--}40 \text{ s}^{-1}$) po dobu 30 s. Ve čtvrtém cyklu bylo měření prováděno při konstantní smykové rychlosti ($\dot{\gamma} = 40 \text{ s}^{-1}$) po dobu 60 s. Pro popis reologických vlastností modelových vzorků byl využit Power Law model, který je definován vztahem:

$$\tau = K\dot{\gamma}^n \quad (1)$$

τ smykové napětí;

K součinitel konzistence;

$\dot{\gamma}$ smyková rychlost;

n index tokového chování

Reologická analýza byla zaměřena na sledování smykového napětí a viskozity modelových vzorků při zvyšujícím se gradientu smykové rychlosti.

Stanovení aktivity vody

Aktivita vody (a_w) byla stanovena podle studie Kůrové et al. (2022) pomocí přístroje Water Activity Meter (AquaLab, Decagon Devices, Inc., USA). Před stanovením byl přístroj kalibrován pomocí kalibračního roztoku ($a_w = 0,920$). Modelové vzorky byly měřeny vždy třikrát ($n=3$).

Senzorická analýza

Modelové vzorky byly v průběhu skladování podrobeny senzorické analýze. Sledovanými organoleptickými vlastnostmi byla barva, chuť, vůně a celkový dojem, pro které byla využita pětibodové hédonická stupnice (*1 – nejlepší, 5 – nejhorší*). Sensorického hodnocení se účastnil panel 12 hodnotitelů (9 žen, 3 mužů).

Statistická analýza

Zkoumané fyzikálně-chemické a reologické parametry byly porovnány analýzou rozptylu (jednofaktorová ANOVA) a následným post-testem (Tukeyho test) s 95% spolehlivostí. Získané údaje byly vyjádřeny jako průměr \pm směrodatná odchylka. Kromě toho byly senzorické vlastnosti modelových vzorků ověřeny Kruskal-Wallisovým a Wilcoxonovým testem. Hladina významnosti použitá v testech byla 0,05. Statistické analýzy byly realizovány pomocí softwaru Minitab®16 (Minitab®, Ltd., UK).

VÝSLEDKY A DISKUZE

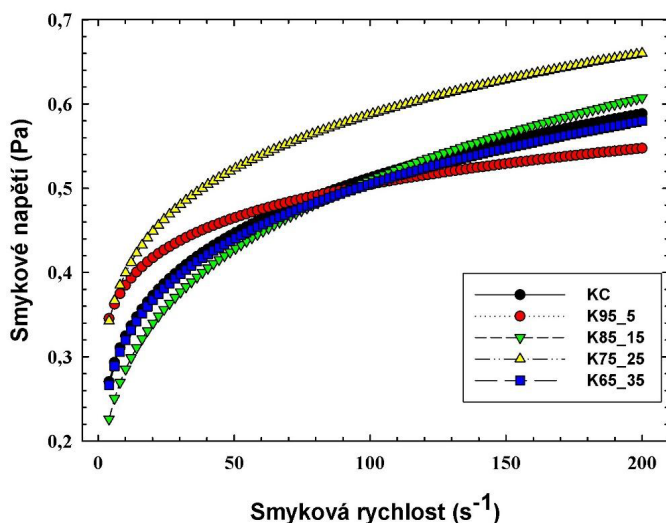
Fyzikálně chemická analýza

Výsledky fyzikálně-chemické analýzy jsou uvedeny v Tab. 1. Počáteční hodnoty RF modelových vzorků se pohybovaly v rozmezí 6,6–7,3 °Bx. Počáteční hodnota klesala v závislosti na zvyšujícím se obsahu syrovátky ve vzorku ($P < 0,05$). Pokles hodnoty RF byl pozorován mezi 1. a 7. dnem ($P < 0,05$), kdy probíhala fermentace nejrychleji. Hodnota RF korelovala s výsledky obsahu etanolu a hustoty vzorku. Konečné hodnoty RF se u modelových vzorků pohybovaly v rozmezí 5,7–6,5. Nejnižší úbytek RF byl pak pozorován u vzorků K85_15 a K75_25. Naopak nejvyšší úbytek byl pozorován u kontrolního vzorku KC, který obsahoval pouze mrkvovou šťávu.

Hodnota TDS udává celkové množství rozpuštěných částic ve vodném prostředí. Během fermentace dochází k nárůstu hodnoty TDS z důvodu tvorby minerálních látek, které hodnotu TDS zvyšují (Sheng-Dun, 2013). Modelové vzorky vykazovaly během 21 dnů nárůst hodnoty TDS ve všech případech ($P < 0,05$), čímž se dané tvrzení

potvrdilo. Současné výsledky korelují s výsledky stanovení obsahu etanolu a RDF, kdy u všech zmíněných stanovení byl pozorován rostoucí trend.

Nápoje se mohou na základě obsahu etanolu dělit na nealkoholické (max. 0,5 % v/v), nízkoalkoholické (max. 1,2 % v/v) a alkoholické ($>1,2$ % v/v) (Anonym, 2018). Na základě naměřených hodnot lze konstatovat, že pouze dva vzorky (K85_15 a K75_25) lze označit jako nealkoholické ($P < 0,05$). Fermentace u daných vzorků probíhala nejpomaleji, pravděpodobně z důvodu nepříliš typického prostředí pro danou symbiotickou kulturu kefiru. Konečný obsah etanolu se pohyboval v rozmezí 0,38–0,80 % v/v.



Obrázek 1: Závislost smykového napětí na smykové rychlosti pro 7. den

Hustota vzorků během fermentace klesala, což bylo způsobeno rozkladem zkvasitelných sacharidů na etanol, CO_2 a jiné senzorycky aktivní látky, které mají nižší hustotu než voda. Rychlost poklesu hustoty pak závisí na rychlosti fermentace (Avila-Reyes, 2022). Počáteční hustota se u modelových vzorků pohybovala v rozmezí $1,027$ – $1,031$ $kg \cdot m^{-3}$. Pokles hustoty byl nejvýraznější do 7. dne ($P < 0,05$), do 21. dne byla již hustota téměř konstantní. Největší rozdíl mezi počáteční hodnotou hustoty byl zaznamenán u vzorku KC, nejnižší pak u vzorků K85_15 a K75_25. Dané rozdíly

poukazovaly na rychlost fermentace, kdy u vzorků KC probíhala nejrychleji a u vzorků K85_15 a K75_25 nejpomaleji, čemuž odpovídá hodnota RDF (% w/w) i obsah etanolu (% v/v) v daných vzorcích.

Tabulka 1: Výsledné hodnoty fyzikálně-chemické analýzy*

Vzorek	Čas (dny)	RF ¹ (°Bx)	TDS ¹ (ppt)	Etanol (% v/v)	Hustota (kg·m ⁻³)	RDF ¹ (% w/w)
KC	1	7,3 ±0,2 ^a	6,88 ±0,09 ^a	0,12 ±0,01 ^a	1,031 ±0,001 ^a	2,21 ±0,02 ^a
K95_5		7,2 ±0,1 ^a	6,53 ±0,02 ^b	0,15 ±0,02 ^a	1,031 ±0,001 ^a	2,98 ±0,01 ^b
K85_15		7,1 ±0,1 ^a	6,47 ±0,04 ^b	0,21 ±0,01 ^b	1,030 ±0,002 ^a	3,29 ±0,03 ^c
K75_25		6,7 ±0,1 ^b	6,07 ±0,09 ^c	0,25 ±0,01 ^b	1,028 ±0,001 ^b	3,95 ±0,01 ^d
K65_35		6,6 ±0,2 ^b	6,13 ±0,07 ^c	0,24 ±0,02 ^b	1,027 ±0,001 ^b	4,98 ±0,01 ^e
KC	7	5,6 ±0,1 ^c	9,01 ±0,04 ^d	0,77 ±0,01 ^c	1,026 ±0,001 ^b	14,45 ±0,02 ^f
K95_5		6,0 ±0,2 ^d	9,01 ±0,02 ^d	0,48 ±0,02 ^d	1,028 ±0,001 ^b	9,09 ±0,03 ^g
K85_15		5,9 ±0,2 ^d	8,92 ±0,08 ^d	0,32 ±0,01 ^e	1,028 ±0,001 ^b	6,28 ±0,01 ^h
K75_25		5,5 ±0,1 ^c	8,44 ±0,05 ^e	0,33 ±0,01 ^e	1,026 ±0,002 ^b	6,74 ±0,01 ^h
K65_35		5,3 ±0,2 ^e	8,01 ±0,05 ^e	0,42 ±0,01 ^d	1,024 ±0,001 ^c	8,95 ±0,02 ⁱ
KC	21	6,2 ±0,1 ^d	9,54 ±0,02 ^d	0,80 ±0,02 ^f	1,025 ±0,002 ^c	15,25 ±0,01 ^j
K95_5		6,3 ±0,1 ^f	9,79 ±0,07 ^d	0,68 ±0,01 ^g	1,026 ±0,001 ^c	12,95 ±0,03 ^k
K85_15		6,5 ±0,1 ^b	9,52 ±0,04 ^d	0,38 ±0,01 ^e	1,027 ±0,001 ^b	7,49 ±0,01 ^l
K75_25		6,1 ±0,2 ^d	9,04 ±0,06 ^d	0,39 ±0,02 ^e	1,026 ±0,002 ^b	7,97 ±0,02 ^l
K65_35		5,7 ±0,1 ^c	8,58 ±0,05 ^e	0,78 ±0,02 ^c	1,023 ±0,001 ^c	11,20 ±0,01 ^m

*Výsledky jsou uváděny jako průměr ± směrodatná odchylka. Průměry ve sloupci následované různými horními indexy se statisticky liší (P <0,05).

¹RF: refraktometrická sušina, TDS: celkový obsah rozpustných látek, RDF: skutečný stupeň prokvašení

Nejvyšší nárůst hodnoty RDF byl pozorován do 7. dne (P <0,05), čemuž odpovídal i rostoucí obsah etanolu a klesající hustota vzorků. Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že aktivita mikroorganismů byla v daném období nejvyšší. Rozdíl mezi počáteční a konečnou hodnotou RDF u modelových vzorků KC a K65_35 byl nejvyšší, stejně jako i rozdíly počátečních a konečných hodnot obsahu etanolu a hustoty (P <0,05). Tyto vzorky svým složením představovaly nejvhodnější prostředí pro fermentaci a mikroorganismy, které byly součástí kefirové kultury. Nejnižší hodnota RDF pak byla pozorována u vzorků K85_15 a K75_25. U těchto vzorků tedy

fermentace probíhala nejpomaleji. Na druhou stranu, tyto vzorky byly nejlépe hodnoceny při senzorické analýze.

Reologická analýza

Výsledky reologické analýzy jsou pro všechny modelové vzorky uvedeny v Tab. 2. Hodnota „K“ v průběhu skladování rostla u všech modelových vzorků bez ohledu na množství přídavku syrovátky ($P < 0,05$). Lze konstatovat, že během skladování se viskozita všech vzorků zvýšila. Hodnota „n“ u všech vzorků nabývala hodnot $n < 1$, což je typické pro látky pseudoplastické (Berker, 2002). Současně lze dané chování kapalin zjistit z grafického znázornění závislosti smykového napětí na gradientu smykové rychlosti. Ze závislosti smykového napětí na smykové rychlosti modelových vzorků (Obr. 1) bylo potvrzeno, že vykazovaly v průběhu celého experimentu pseudoplastické chování.

Tabulka 2: Hodnoty Power Law modelu*

Vzorek	Čas (dny)	K (Pa·s)	n (-)	R ²
KC	1	$0,340 \pm 0,004^a$	$0,085 \pm 0,002^a$	0,9957
K95_5		$0,177 \pm 0,002^b$	$0,238 \pm 0,001^b$	0,9969
K85_15		$0,230 \pm 0,003^c$	$0,210 \pm 0,002^b$	0,9955
K75_25		$0,246 \pm 0,005^c$	$0,202 \pm 0,004^b$	0,9918
K65_35		$0,257 \pm 0,001^c$	$0,183 \pm 0,002^c$	0,9983
KC	7	$0,205 \pm 0,004^b$	$0,199 \pm 0,001^c$	0,9999
K95_5		$0,293 \pm 0,002^c$	$0,118 \pm 0,003^d$	0,9941
K85_15		$0,159 \pm 0,002^b$	$0,253 \pm 0,004^b$	0,9952
K75_25		$0,279 \pm 0,003^c$	$0,168 \pm 0,002^c$	0,9992
K65_35		$0,202 \pm 0,006^b$	$0,199 \pm 0,002^c$	0,9967
KC	21	$0,208 \pm 0,003^b$	$0,228 \pm 0,001^b$	0,9953
K95_5		$0,219 \pm 0,002^b$	$0,107 \pm 0,003^a$	0,9955
K85_15		$0,215 \pm 0,001^b$	$0,213 \pm 0,002^b$	0,9956
K75_25		$0,193 \pm 0,007^b$	$0,247 \pm 0,005^b$	0,9949
K65_35		$0,187 \pm 0,004^b$	$0,259 \pm 0,004^b$	0,9939

* Výsledky jsou uváděny jako průměr \pm směrodatná odchylka. Průměry ve sloupci následované různými horními indexy se statisticky liší ($P < 0,05$).

Aktivita vody

Aktivita vody se u modelových vzorků mírně snižovala (Tab. 3), nicméně rozdíly mezi počáteční a konečnou hodnotou nebyly statisticky významné ($P > 0,05$). Nejvýraznější pokles byl zaznamenán u vzorku KC, který obsahoval pouze mrkvovou šťávu, lze tedy říci, že proces fermentace zde probíhal nejrychleji. Nejmenší rozdíl mezi počáteční a konečnou hodnotou vodní aktivity byl pak pozorován u vzorku K65_35.

Tabulka 3: Vodní aktivita modelových vzorků*

Vzorek	Čas (dny)	a_w (-)
KC	1	0,992 \pm 0,001 ^a
K95_5		0,993 \pm 0,002 ^a
K85_15		0,992 \pm 0,001 ^a
K75_25		0,993 \pm 0,001 ^a
K65_35		0,991 \pm 0,001 ^a
KC	7	0,990 \pm 0,001 ^a
K95_5		0,991 \pm 0,001 ^a
K85_15		0,991 \pm 0,001 ^a
K75_25		0,990 \pm 0,002 ^a
K65_35		0,990 \pm 0,001 ^a
KC	21	0,988 \pm 0,002 ^b
K95_5		0,990 \pm 0,001 ^a
K85_15		0,990 \pm 0,001 ^a
K75_25		0,090 \pm 0,001 ^a
K65_35		0,990 \pm 0,001 ^a

* Výsledky jsou uváděny jako průměr \pm směrodatná odchylka. Průměry ve sloupci následované různými horními indexy se statisticky liší ($P < 0,05$).

Senzorická analýza

U modelových vzorků byla hodnocena barva, chuť, vůně a celkový dojem. Při hodnocení barvy nebyly mezi modelovými vzorky zjištěny rozdíly ($P > 0,05$), u všech vzorků byla barva hodnocena jako vyhovující. Naopak, během prodlužující se doby skladování došlo ke zhoršení chuti i vůně u většiny modelových vzorků ($P < 0,05$). V celkovém dojmu byl nejlépe hodnocen vzorek K75_25 obsahující 25 % syrovátky.

Tabulka 4: Výsledné hodnoty senzorické analýzy modelových vzorků

Vzorek	Čas (den)	Parametr			
		Barva	Chut'	Vůně	Celkový dojem
KC	1	2 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
K95_5		2 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
K85_15		2 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
K75_25		2 ^a	1 ^b	1 ^a	1 ^b
K65_35		2 ^a	2 ^a	1 ^a	2 ^a
KC	7	2 ^a	3 ^c	2 ^b	3 ^c
K95_5		2 ^a	3 ^c	2 ^b	3 ^c
K85_15		2 ^a	2 ^a	2 ^b	2 ^a
K75_25		2 ^a	1 ^b	1 ^a	1 ^b
K65_35		2 ^a	3 ^c	2 ^b	3 ^c
KC	21	2 ^a	3 ^c	3 ^c	3 ^c
K95_5		2 ^a	3 ^c	3 ^c	3 ^c
K85_15		2 ^a	3 ^c	2 ^b	3 ^c
K75_25		2 ^a	1 ^b	1 ^a	1 ^b
K65_35		2 ^a	3 ^a	3 ^c	3 ^c

* Výsledky jsou uváděny jako medián. Mediány ve sloupci následované různými horními indexy se statisticky liší (P <0,05).

ZÁVĚR

Byl vyroben nový typ nápoje na bázi kefíru s použitím mrkvové šťávy a syrovátky. Přídavek syrovátky do nápojů byl 5, 15, 25 a 35 % w/w. Modelový vzorek vyrobený pouze z mrkvové šťávy sloužil jako kontrolní. Modelové vzorky byly skladovány po dobu 21 dnů (4 ± 1 °C). U vyrobených modelových vzorků byla provedena fyzikálně-chemická, reologická a senzorická analýza. Na základě získaných dat bylo zjištěno, že fermentace v modelových vzorcích probíhala po celou dobu skladovacího experimentu. Modelové vzorky s obsahem syrovátky 15 a 25 % w/w neobsahovaly na konci skladovacího experimentu (po 21 dnech) více než 0,5 % (v/v) etanolu. Vzorek s 25% obsahem syrovátky byl zároveň nejlépe hodnoceným v rámci senzorické analýzy. Předkládaná studie může sloužit jako základ pro další vývoj technologie výroby nového typu fermentovaných nápojů. Následující studie by mohly být zaměřeny

na zlepšení stability těchto nápojů přidavkem stabilizátorů či aplikací vysokotlaké homogenizace.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla za podpory projektu IGA/FT/2023/007.

LITERATURA

Ahmed, T., Sabuz, A. A., Mohaldar, A., Fardows, H. M. S., Inbaraj, B. S., Sharma, M., Rana, M. R., Sridhar, K. (2023): Development of Novel Whey-Mango Based Mixed Beverage: Effect of Storage on Physicochemical, Microbiological, and Sensory Analysis. *Foods*, 12(2).

Anonym (2018): Vyhláška č. 248/2018 S. ze dne 24. října o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí. *Sbírka zákonů České republiky*. 31. 10. 2018, částka 125/2018.

Arsić, S., Bulatović, M., Zarić, D., Kokeza, G., Subić, J., Rakin, M. (2018): Functional fermented whey carrot beverage - qualitative, nutritive and techno-economic analysis. *Romanian Biotechnological Letters*, 23.

Avila-Reyes, S.V.; Márquez-Morales, C.E.; Moreno-León, G.R.; Jiménez-Aparicio, A.R.; Arenas-Ocampo, M.L.; Solorza-Feria, J.; García-Armenta, E.; Villalobos-Espinosa, J.C. (2022): Comparative Analysis of Fermentation Conditions on the Increase of Biomass and Morphology of Milk Kefir Grains. *Applied Sciences*, 12(5).

Barukčić, I., Lisak Jakopović, K., Božanić, R. (2019): Valorisation of Whey and Buttermilk for Production of Functional Beverages - An Overview of Current Possibilities. *Food Technology and Biotechnology*, 57(4): 448–460.

Bazán, D.L., del Río, P. G., Domínguez, J. M., Cortés-Diéguez, S., Mejuto, J. C., Pérez-Guerra, N. (2022): The Chemical, Microbiological and Volatile Composition of Kefir-like Beverages Produced from Red Table Grape Juice in Repeated 24-h Fed-Batch Subcultures. *Foods*, 11(19).

Berker, A., (2002): Rheology for adhesion science and technology. *Adhesion Science and Engineering*, 1: 443–498.

Corona, O., Randazzo, W., Miceli, A., Guarcello, R., Francesca, N., Erten, H., Moschetti, G., Settanni, L. (2016): Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices. *LWT – Food Science and Technology*, 66: 572–581.

Dias, João. (2014): Nutritional and Health Benefits of Carrots and Their Seed Extracts. *Food and Nutrition Sciences*. 5: 2147–2156.

El-Abasy, A., Abou-Gharbia, H., Mousa H., Youssef, M. (2012): Mixes of Carrot Juice and Some Fermented Dairy Products: Potentiality as Novel Functional Beverages. *Food and Nutrition Sciences*, 3(2), 233–239.

Gocer, E. M. C., Koptagel, E. (2023): Production and evaluation of microbiological & rheological characteristics of kefir beverages made from nuts, *Food Bioscience*, 52.

González-Orozco, B. D., García-Cano, I., Jiménez-Flores, R., Álvarez, V. B. (2022): Invited review: Milk kefir microbiota—Direct and indirect antimicrobial effects, *Journal of Dairy Science*, 105(5): 3703–3715.

Guzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, C., Greene, A. K. (2021): A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological and functional properties, *Trends in Food Science & Technology*, 113: 42–53.

Jeličić, I., Božaić, R., Tratnik, L. (2008): Whey-based beverages - a new generation of dairy products. *Mljekarstvo*, 58(3): 257–274.

Kůrová, V., Salek, R. N., Vašina, M., Vinklárková, K., Zálešáková, L., Gál, R., Adámek, R., Buňka, F. (2022): The effect of homogenization and addition of polysaccharides on the viscoelastic properties of processed cheese sauce, *Journal of Dairy Science*, 105(8): 6563–6577.

Lihua, F., Balarabe, B. I., Lingxiao, G., Donghong, L. (2022): Comparison of high- and low- frequency thermosonication and carvacrol treatments of carrot juice: Microbial inactivation and quality retention, *Applied Food Research*, 2(2).

Mhir, S., Rtibi, K., Mejri, A., Ziadi, M., Aloui, H., Hamdi, M., Ayed, L. (2019): Development of a Novel Whey Date Beverage Fermented with Kefir Grains Using Response Surface Methodology. *Journal of Chemistry*, 2019: 1–13.

Sheng-Dun, L., Joan-Hwa, Y., Yun-Jung, H., En-Hui, L., Jeng-Leun, M. (2014): Effect of Different Brewing Methods on Quality of Green Tea: Quality of Green Tea. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38.

Tamminen, M., Salminen, S., Ouwehand, A. C. (2014): Fermentation of Carrot Juice by Probiotics: Viability and Preservation of Adhesion. *International Journal of Biotechnology for Wellness Industries*, 2: 10–15.

Kontaktní adresa: Ing. Anita Rejdlová, Ústav technologie potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati, nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín, Česká republika, e-mail: a_rejdlova@utb.cz

SROVNÁNÍ VÝSKYTU VYBRANÝCH ANALYTŮ V ROSTLINNÝCH NÁPOJÍCH A KRAVSKÉM MLÉCE

COMPARISON OF THE OCCURRENCE OF SELECTED ANALYTES IN PLANT BEVERAGES AND COW'S MILK

**Jana Řeháková¹ – Zuzana Měřinská¹ – Irena Řehůřková¹ – Jana Hornová¹
Klára Horáková¹ – Jiří Ruprich¹**

¹Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno

ABSTRAKT

Rostlinné nápoje lze definovat jako produkty, jejichž základní složkou je rostlinná báze (sója, mandle, rýže apod.). Jsou propagovány jako možná náhrada kravského mléka pro osoby, které z různých důvodů (zdravotních, etických) nemohou nebo nechťejí kravské mléko konzumovat. Pro dosažení nutričních parametrů a srovnání s kravským mlékem jsou rostlinné nápoje často dotovány benefity látkami (vápník, jód, vitaminy apod.), trvanlivost a chuťové parametry jsou zajišťovány přidávkou přídatných látek („éček“ - stabilizátorů, emulgátorů, apod.). Z pohledu nutričních složek rostlinné nápoje nedosahují předností kravského mléka s výjimkou nápoje ze sójových bobů, které jsou ovšem významným alergenem. 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, 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. 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, aluminum, 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.

Keywords: plant-based drinks, chemical analysis, elements, nutrients, contaminants

ÚVOD

Rostlinná strava je poněkud kontroverzním tématem. To, že je čím dál tím intenzivněji propagována, je v pořádku. Většinou je však současně kritizována strava živočišná. Namísto plnohodnotných živočišných potravin jsou propagovány jejich rostlinné imitace.

V poslední době se velmi rozšířily rostlinné nápoje (někdy nesprávně nazývané rostlinná mléka) založené z cca 2–14% na mnoha matricích extrahovaných do vody. Vznikla i iniciativa (Pro Veg International), která spustila petici za „rostlinná mléka do škol“ s výzvou, aby Evropská komise umožnila 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 vytipovány nejfrekventovaněji využívané 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. Při odběru bylo využito postupů uplatňovaných v rámci provozu monitoringu dietární expozice (Ruprich). 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 uhličitán 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, D₃. 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 a popis nejdůležitějších parametrů uvádí tabulka č. 1.

Laboratorní úprava a analýzy vzorků

Vzorky zakoupených rostlinných nápojů a kravského mléka byly zhomogenizovány a distribuovány do jednotlivých laboratoří 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 po extrakci organickými rozpouštědly s následnou analýzou mastných kyselin plynovou chromatografií s plamenově ionizační detekcí GC/FID. Bílkoviny byly stanoveny metodou dle Kjeldahla. Hodnota celkových sacharidů byla dopočtena z naměřených hodnot tuku, bílkovin, sušiny a popelovin. Koncentrace soli byla přepočtena z obsahu naměřeného sodíku.

Vzorky pro analýzu prvků (sodík a ostatní prvky – nutrienty, kontaminanty) byly připravovány ve třech replikách solubilizací (mikrovlnný 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). Rtuť byla stanovena bez předchozí mineralizace metodou atomové absorpční spektrometrie (AAS – AMA 254), jód byl stanovován spektrofotometricky dle Sandell - Kolthoffa.

Analytická měření byla porovnávána na vybrané parametry s daty naměřenými v kravském mléce o tučnosti 1,5 %. Pro porovnání byly také využity výsledky shromážděné v rámci dlouhodobého sledování monitorování dietární expozice - MDE (projekt IV systému „Monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí“, který od r. 1994 garantuje SZÚ).

Tabulka 1: Vzorky nakoupených rostlinných nápojů a kravského mléka, příslušné nutriční hodnoty, obsah vápníku a jódu deklarovaný výrobcem

	Název zboží (dle výrobce)	Značka	Rostlinná složka (g/100 ml)	Tuky (g/100 ml)	NMK* (g/100 ml)	Sacharidy (g/100 ml)	Bílkoviny (g/100 ml)	Vápník (mg/100 ml)	Jód (ug/100 ml)	
1	Mandlový nápoj bez cukru	Alpro	Mandle	2.3	1.10	0.10	0.00	0.50	120	N
2	Mandlový nápoj neslazený	Tesco		2.0	1.00	0.10	0.50	0.70	120	22
3	Mandlový nápoj neslazený	K Classic, Take It Veggie		2.3	1.20	0.10	< 0,5	0.50	N	N
4	Mandlový nápoj 0% cukru	Joya		2.0	1.20	0.10	0.10	0.40	120	N
5	Mandlový nápoj bez cukru	Gou		2.3	1.10	0.10	0.00	0.50	120	N
6	Sójový nápoj bez cukru	Alpro	Sója	8.7	1.80	0.30	0.00	3.30	120	N
7	Sójový nápoj neslazený	Tesco		9.0	2.10	0.30	1.10	3.40	120	22
8	Sójový nápoj neslazený	K Classic, Take It Veggie		9.0	2.40	0.40	< 0,5	3.90	N	N
9	Sójový nápoj neslazený	Alnatura		9.0	2.10	0.60	2.00	3.60	N	N
10	Ovesný nápoj bez cukru	Alpro	Oves	10.5	1.50	0.20	6.60	0.80	120	N
11	Ovesný nápoj bez cukru	Vemondo		10.0	1.20	0.10	5.60	0.40	N	N
12	Ovesný nápoj bez cukru	Dream and Joya		5.5	0.80	0.10	4.00	0.40	120	N
13	Ovesný nápoj neslazený	Alnatura		11.0	1.40	0.20	6.00	0.60	N	N

14	Rýžový nápoj bez cukru	Alpro	Rýže	12.5	1.00	0.10	9.50	0.10	120	N
15	Rýžový nápoj bez cukru	Scotti		16.0	0.90	0.20	13.10	0.20	N	N
16	Rýžový nápoj 0% cukru	Dream and Joya		5.1	0.50	0.10	3.90	0.20	120	N
17	Rýžový nápoj neslazený	Alnatura		14.0	1.10	0.10	9.90	0.50	N	N
18	Kokosový nápoj bez cukru	Alpro	Kokos	7.0	1.20	1.10	0.00	0.10	120	N
19	Kokosový nápoj	Gou		5.3	0.90	0.90	3.90	0.10	120	N
20	Rýžový nápoj s kokosem	Scotti	Kokos	2.0	2.50	1.80	12.00	0.20	N	N
21	Nápoj s lískovými ořechy	Alpro	Lískové oříšky	2.8	1.60	0.20	3.20	0.40	120	N
22	Nápoj z hrachové bílkoviny, 0% cukr	Dream and Joya	Hrachový protein	2.5	2.20	0.30	0.10	2.00	120	N
23	Nápoj sójovo – mandlový, 0% cukr	Dream and Joya	Sója + Mandle	5.8 + 5.5	3.00	0.40	0.70	3.20	120	N
24	Mléko polotučné 1,5 % tuku	Tatra			1.50	1.00	4.70	3.30	120	N
25	Mléko polotučné 1,5 % tuku	K Classic			1.50	1.00	4.70	3.30	N	N
26	Mléko polotučné 1,5 % tuku	Madeta			1.50	1.00	4.80	3.20	N	N

* NMK nasycené mastné kyseliny (SFA – saturated fatty acids), N - nedeklarováno

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 %.

Obrázek 1 uvádí jako příklad 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. Zajímavým je nápoj z hrachové bílkoviny, který má tento nutriční benefit na dvou třetinách hodnoty kravského mléka.

Celkové množství sacharidů je u sójových a mandlových nápojů nízké ve srovnání s nápoji ovesnými, rýžovými a kravským mlékem. Rýžové nápoje dosahují nejvyšších množství celkových sacharidů ze sledovaných nápojů a mléka.

Složení tuku rostlinných nápojů je, s výjimkou tuku kokosového, z hlediska výživy vhodnější než tuku mléčného. Mléko a kokosové nápoje obsahují větší množství nasycených mastných kyselin (SFA) – Obrázek 2. Ale vzhledem k celkovému nízkému obsahu tuku v rostlinných nápojích je tato výhoda nepodstatná.

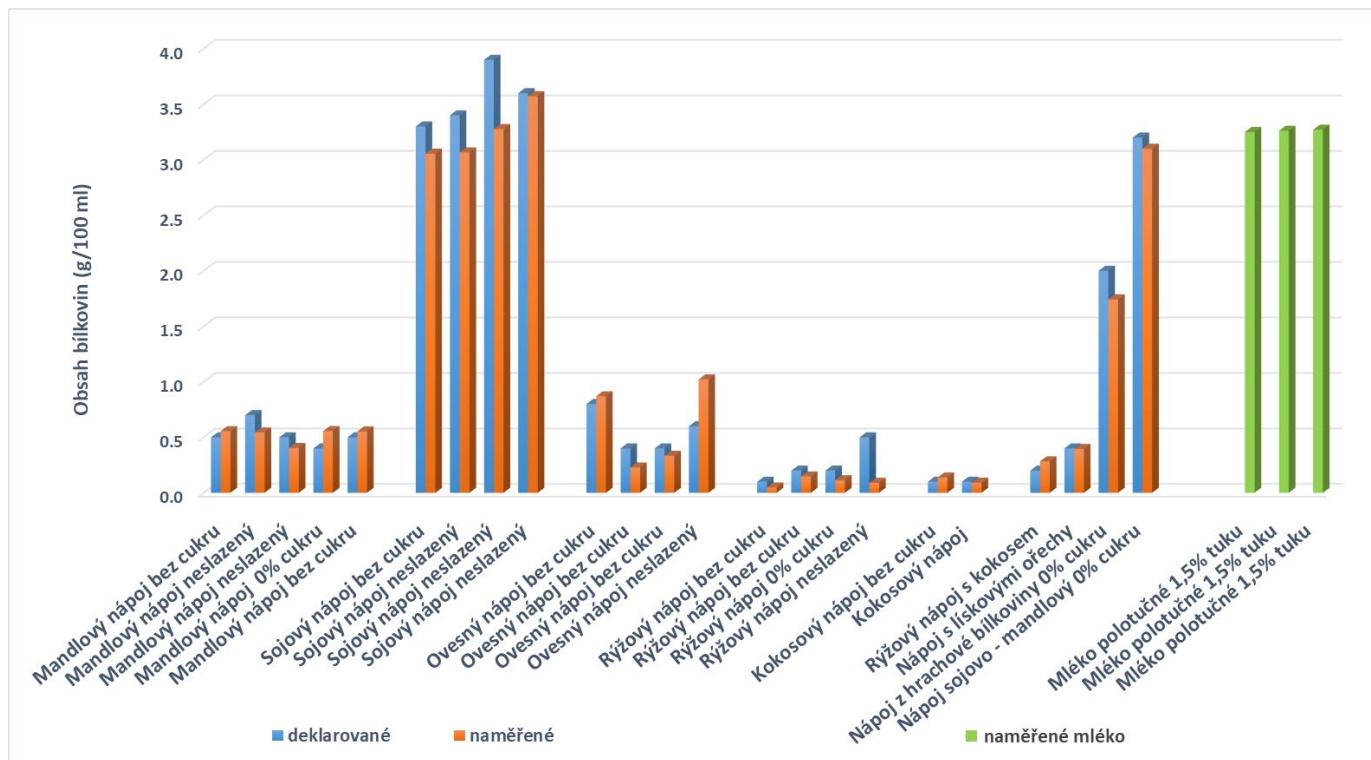
V rámci anorganické analýzy bylo měřeno a hodnoceno **19 prvků** (nutrientů i kontaminantů). Z pohledu **benefitních látek** je zajímavé posouzení obsahu a porovnání rostlinných nápojů s kravským mlékem pro vápník, selen, zinek, draslík, fosfor, hořčík, jód. Mezi kontaminanty se jeví být významnými nikl, 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 rtuti 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

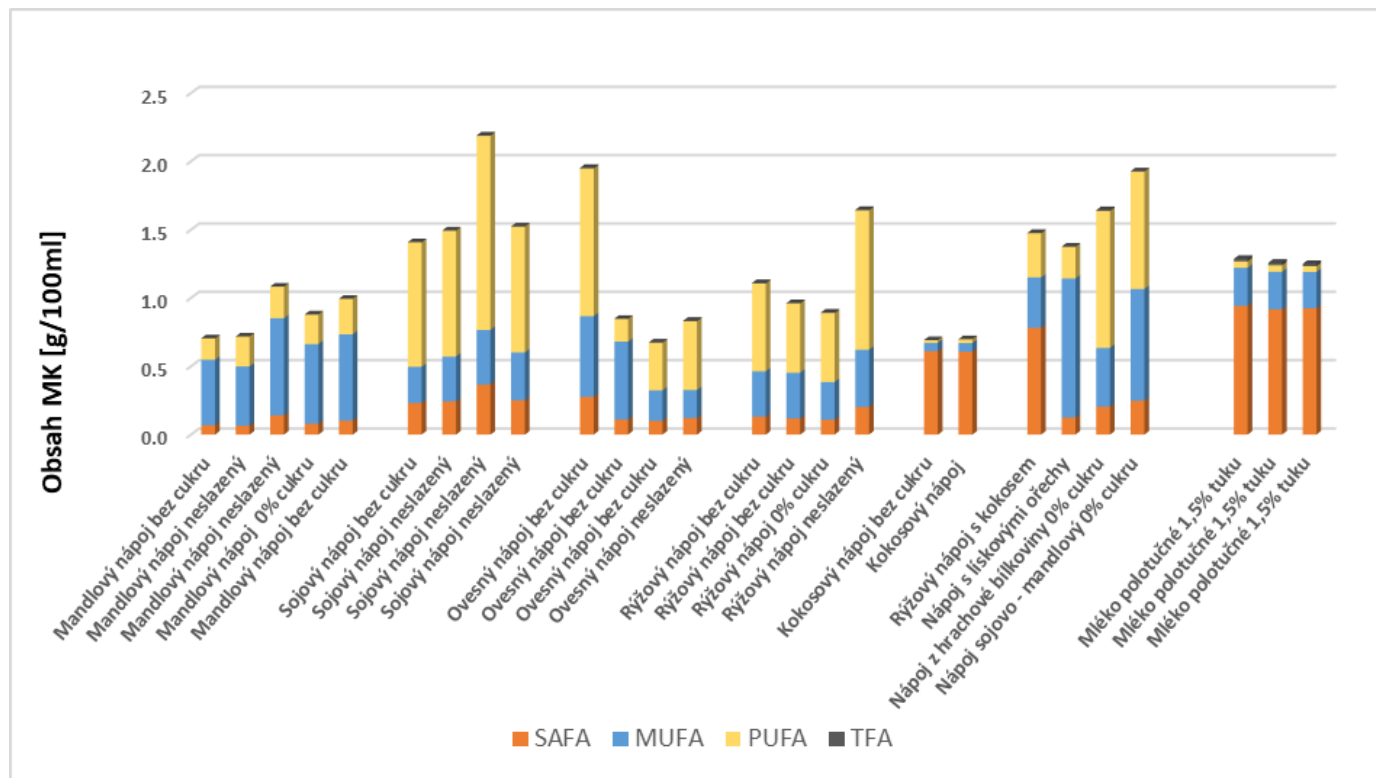
vstřebatelností vzhledem k anorganickému původu. Z 23 zakoupených vzorků rostlinných nápojů byl u 15 výrobcem deklarován obsah vápníku (ve všech případech 120 mg/100 ml nápoje), ve 4 případech ve formě uhličitanu, u ostatních 11 vzorků ve formě fosforečnanu. 8 nápojů z 23 odebraných vzorků dotováno nebylo. Pouze u 7 (tj. u cca 40%) dotovaných vzorků se hodnota přítomného Ca přiblížila deklaraci na obale – přesáhla hodnotu 100 mg/100 ml (minimum: 40,1 mg/100 g bylo naměřeno u dotovaného vzorku, kdy byl Ca dodán ve formě uhličitanu) – Obrázek 3. V případě kravského mléka se naměřené hodnoty vápníku 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 ml – Obrázek 4.

Selen je významný nutrient. V porovnání s kravským mlékem je obsah selenu v rostlinných nápojích cca 5–30 x nižší v závislosti na rostlinné bázi (Obrázek 5). Hodnota selenu naměřená ve vzorcích kravského mléka odpovídá výsledkům dlouhodobého sledování selenu v rámci projektu MDE – Obrázek 5. 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 je zjištěná hodnota obsahu sledovaných analytů ve třech vzorcích nakoupených v rámci studie potvrzena výsledky prezentovanými v projektu MDE.

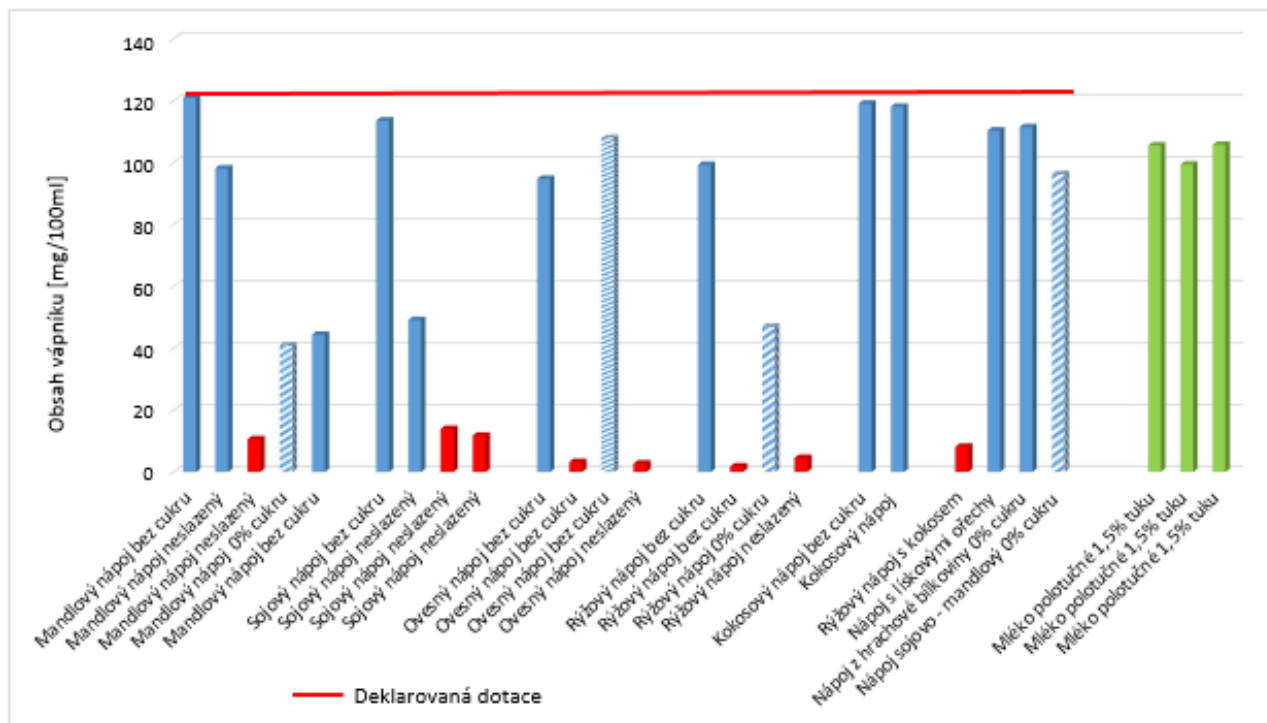
Z 23 zakoupených vzorků rostlinných nápojů byl u 2 výrobcem deklarován obsah **jódu** (v obou případech 22 ug/100 ml nápoje). 21 nápojů dotováno nebylo. V obou případech dotovaných nápojů byla zjištěna shoda deklarace na obalu a skutečné hodnoty obsahu jódu (23,5 resp. 21,0 ug/100 ml nápoje). Vždy se jednalo o stejného výrobce. Srovnávací hodnota obsahu jódu v kravském mléce (21,8 ug/100 ml mléka) je dána průměrem měření tří vzorků kravského mléka odebraných v rámci studie a odpovídá dlouhodobému průměru hodnot prezentovaných v projektu MDE. U všech ostatních 21 nápojů byla hodnota obsahu jódu naměřena pod mezí stanovitelnosti metody.



Obrázek 1: Obsah bílkovin v rostlinných nápojích a kravském mléce

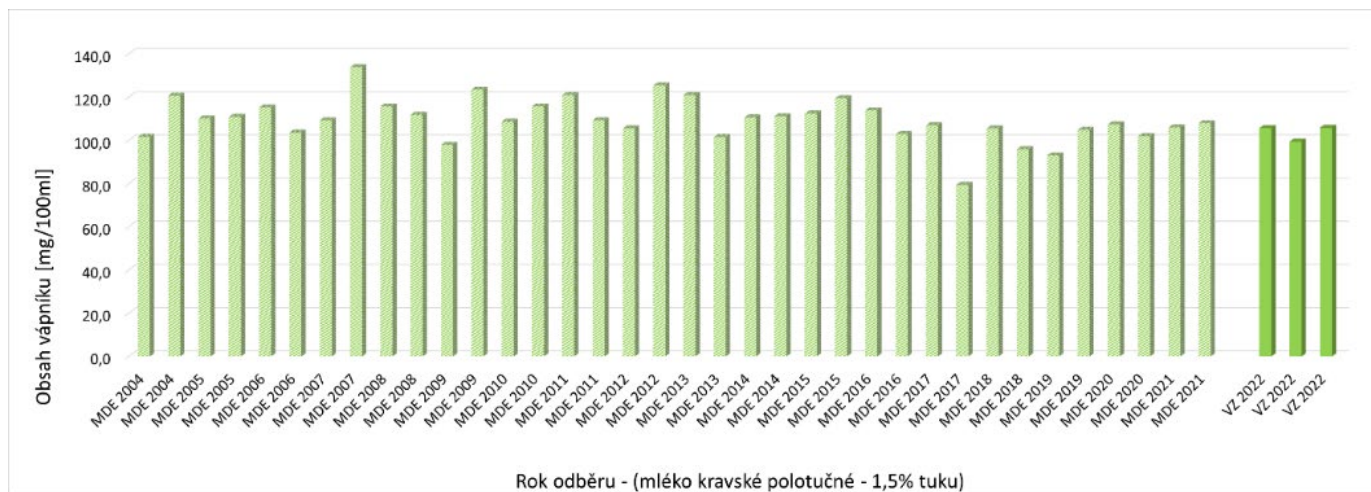


Obrázek 2: Zastoupení mastných kyselin (MK) v rostlinných nápojích a polotučných mléčích

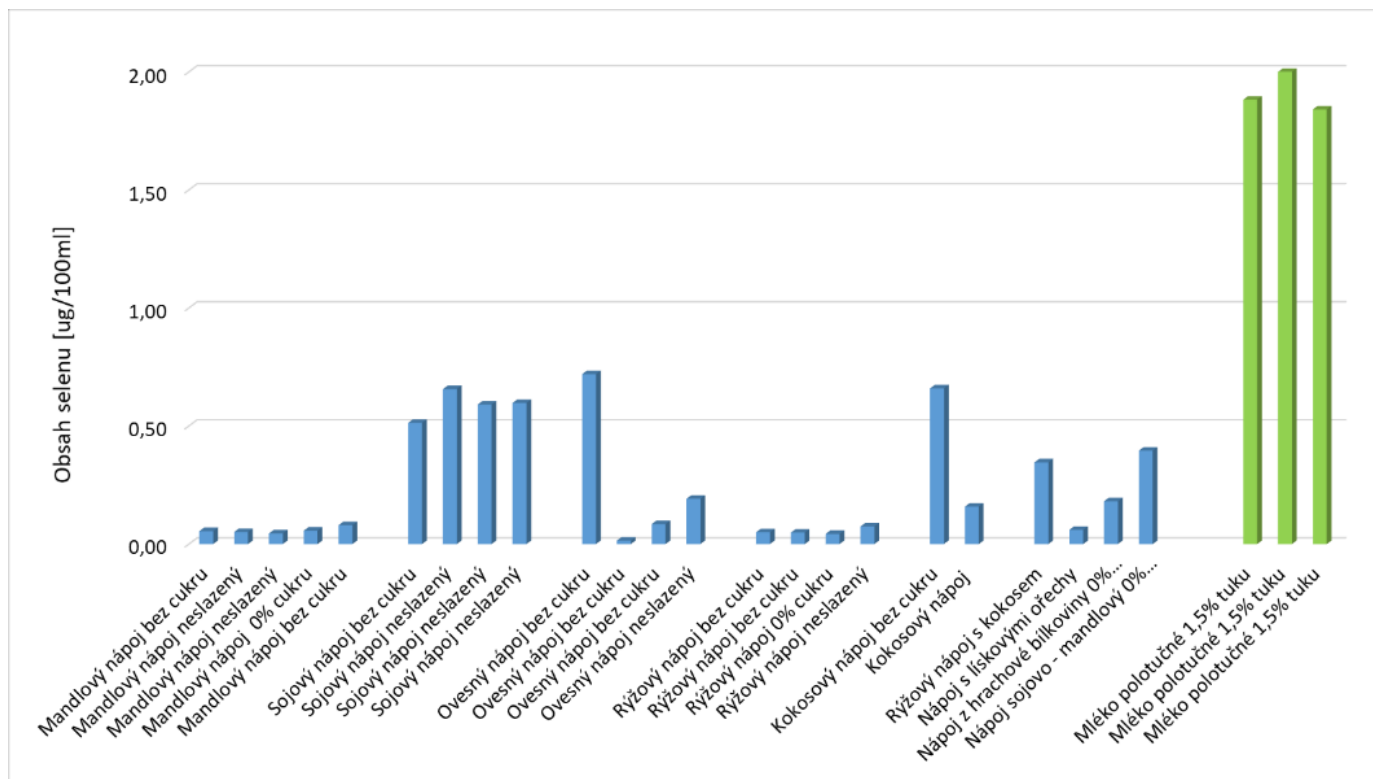


Obrázek 3: Obsahu vápníku v zakoupených vzorcích nápojů – porovnání deklarovaných a skutečných hodnot

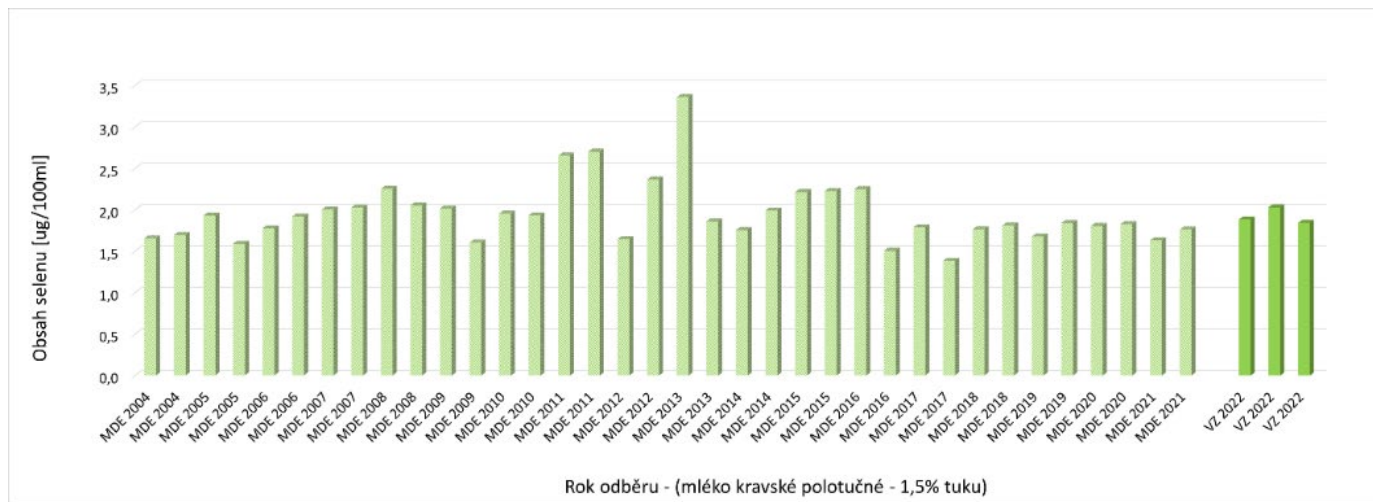
	Fosforečnan vápenatý (120 mg Ca/100 ml nápoje)
	Uhličitan vápenatý (120 mg Ca/100 ml nápoje)
	Obsah vápníku výrobcem neuveden / nedotováno



Obrázek 4: Sledování obsahu vápníku v kravském mléce v rámci projektu MDE, porovnání s výsledky studie



Obrázek 5: Obsahu selenu v zakoupených vzorcích rostlinných nápojů a kravského mléka



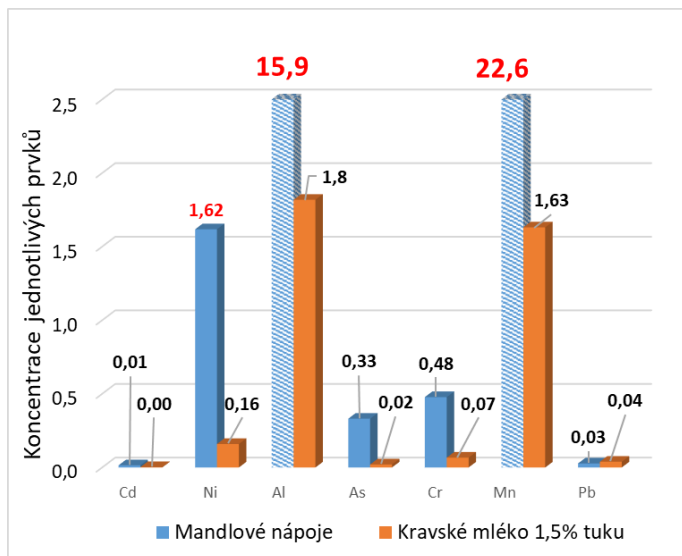
Obrázek 6: Sledování obsahu selenu v kravském mléce v rámci projektu MDE, porovnání s výsledky studie

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.

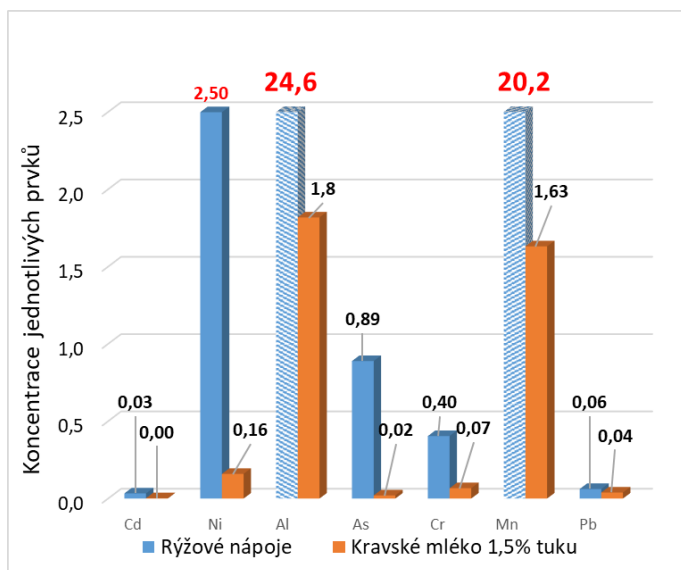
Arzen, hliník a chrom lze, při porovnání s kravským mlékem, považovat za méně problematické prvky. Očekávaně více zatěžující je As, kde se vyšší koncentrace ve srovnání s kravským mlékem projeví především u rýžových nápojů (cca 40 x vyšší hodnoty), ostatní nápoje se pohybovaly v rozmezí 15–20 násobků. 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.

Obrázky 7a–7d dávají ucelenou představu o celkové zátěži jednotlivých druhů rostlinných nápojů dominantními kontaminujícími látkami ve srovnání s kravským mlékem.

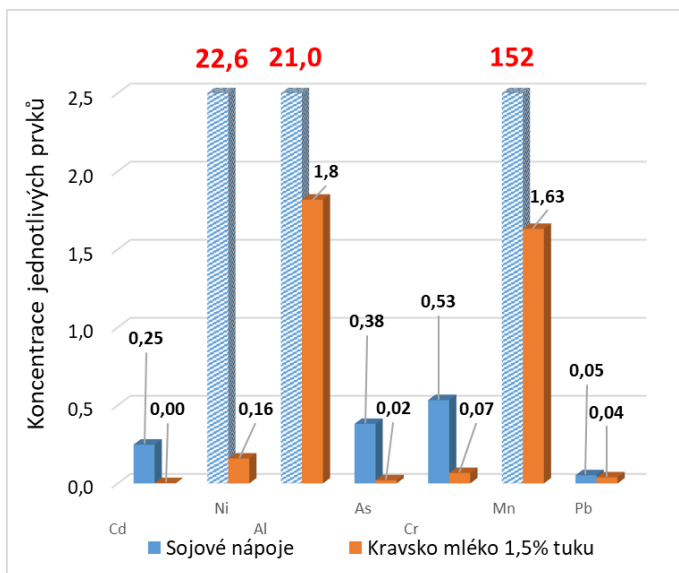
Všechny kontaminující prvky jsou monitorovány v rámci projektu MDE. Výsledky dlouhodobého sledování (obsah jednotlivých prvků) korespondují s hodnotami zjištěnými u tří vzorků kravského mléka odebraného pro potřeby studie.



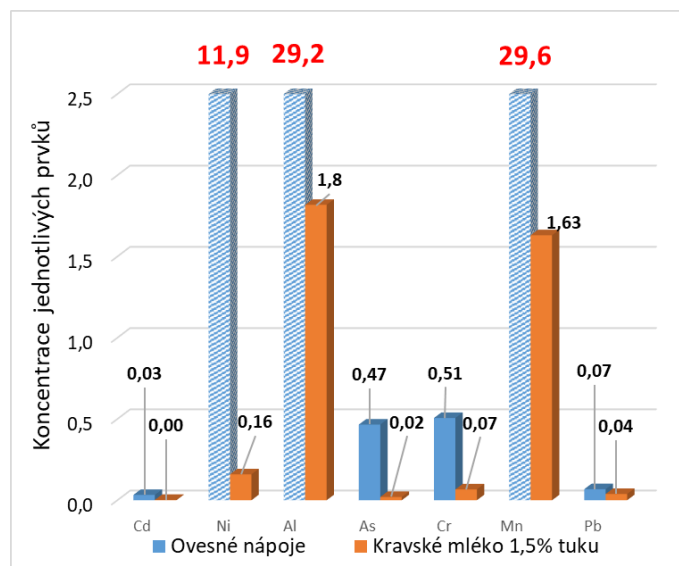
Obrázek 7a: Dominující kontaminanty v mandlových nápojích (5 výrobků)



Obrázek 7b: Dominující kontaminanty v rýžových nápojích (4 výrobky)



Obrázek 7c: Dominující kontaminanty v sójových nápojích (4 výrobky)



Obrázek 7c: Dominující kontaminanty v ovesných nápojích (4 výrobky)

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. Naměřená data byla porovnána jak s daty uváděnými na obale, tak s daty naměřenými v kravském mléce, v případě prvkové analýzy s daty shromážděnými v rámci monitorování dietární expozice (projekt VI systému „Monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ve vztahu k životnímu prostředí“). 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 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 v podstatě vodné výluhy rostlinných surovin s velmi nízkým obsahem bílkovin, sacharidů a tuků (viz tabulka 1). Bohužel, 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.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou MZ ČR – RVO (SZÚ, 75010330)

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://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_narizeni-vlady-2017-74.html

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): Laktózová 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

Kontaktní adresa: RNDr. Irena Řehůrková, Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail:rehurkova@chpr.szu.cz

JAKOSTNÍ PARAMETRY MĚKKÉHO SALÁMU S MASEM VOLNĚ ŽIJÍCÍ NUTRIE ŘÍČNÍ

QUALITY PARAMETERS OF SOFT SALAMI WITH WILD NUTRIA MEAT

Jan Slováček¹ – Miroslav Jůzl¹ – Šárka Nedomová¹ – Anna Seidlová¹
Andrea Roztočilová¹ – Zdeněk Morávek¹ – Ondřej Mikulka²

¹Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, MENDELU,
Zemědělská 1, 613 00 Brno

²Ústav ochrany lesů a myslivosti, Lesnická a dřevařská fakulta, MENDELU,
Zemědělská 1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

Nutrie říční (*Myocastor coypus*) je v České republice invazním druhem a množství ulovených jedinců se každoročně zvyšuje. Z hlediska udržitelnosti potravinových zdrojů by mělo být maso z ulovených zvířat dále zpracováno. Cílem studie bylo porovnat kontrolní měkké salámy z vepřového masa (SVL) se salámy, ve kterých bylo libové vepřové nahrazeno z 33,4 % libovým masem nutrie (SNL). Mikrobiologické parametry se mezi těmito dvěma skupinami po výrobě významně nelišily ($p > 0,05$). Výsledky ukázaly, že mezi všemi barevnými parametry (L^* , a^* , b^*) na řezu salámů byl průkazný rozdíl ($p < 0,05$). Oproti našemu očekávání, senzorická analýza vyškolenými hodnotiteli neprokázala žádné rozdíly ($p > 0,05$) mezi SVL a SNL. Náhrada vepřového masa libovým masem nutrie v tomto výrobku nezhoršuje jeho senzorické vlastnosti, hotový výrobek je mikrobiologicky bezpečný, a může spotřebitelům nabídnout zajímavé zpestření.

Klíčová slova: masné výrobky, zvěřina, barva, senzorická analýza

ABSTRACT

Nutria (*Myocastor coypus*) is an invasive species in the Czech Republic and catches are increasing every year. From the point of view of the sustainability of food resources, the meat from the wild animals should be further processed. The aim of the study was to compare control soft salami group made from lean pork (SVL) with salami where

33,4 % of pork lean meat (SNL) was replaced with lean nutria meat. The microbiological parameters were not significantly different between the two groups after processing ($p > 0.05$). The results showed that there was a significant difference ($p < 0.05$) between all the colour parameters (L^* , a^* , b^*) on the salami cross-sections. Contrary to our expectation, the sensory analysis of salamis with trained evaluators showed no significant differences ($p > 0.05$) between SVL and SNL. The substitution of pork with lean nutria meat in this product does not degrade its sensory properties, the finished product is microbiologically safe, and may offer consumers an interesting option.

Keywords: meat products, game, colour, sensory analysis

ÚVOD

Nutrie říční (*Myocastor coypus*) je poměrně velkým hlodavcem pocházejícím z Jižní Ameriky, má robustní postavu s krátkými končetinami, silným krkem, robustní hlavou a na průřezu oválným ocasem (Saadoun a Cabrera, 2019). Díky rychlému rozmnožování a přizpůsobivosti různým biotopům se nutrie staly invazivním druhem v mnoha částech světa, včetně Severní Ameriky, Evropy a Asie. Nutrie jsou často považovány za škodnou, protože mohou způsobovat značné škody na mokřadech a dalších biotopech a také konkurovat původním volně žijícím živočichům. V některých oblastech se provádějí kontrolní opatření, včetně lovu a odchytu, aby se jejich populace snížila, Česká republika není výjimkou.

S nárůstem populace tohoto invazního druhu souvisí i nárůst problémů a konfliktů s lidskou populací. V naší krajině zatím nedochází k masivní devastaci mokřadů, jak popisují někteří autoři (Carter et al., 1999), škodám na polích či poškození břehů (Marx et al., 2004), přesto rychlý nárůst populací tohoto druhu signalizuje možný problém do budoucna. V České republice byla v září 2021 schválena tzv. invazní novela. Tato legislativní úprava umožňuje všem myslivcům lovit nutrie. Odlov tohoto invazního druhu je žádoucí a předpokládá se, že odstřely se budou rok od roku zvyšovat.

Zájmový lov jako takový není významný z hlediska motivace myslivců regulovat tento druh. Zájem o kožešinu v dnešní době je minimální a jedinou možností je využití masa, které však není aktuálně prozkoumáno z hlediska bezpečnosti konzumace. Využívání masa z volně žijících nutrií je však v současnosti jediným efektivním nástrojem pro snížení silně invazivního druhu v naší přírodě (Mikulka, 2021).

Zdravotní stav hospodářských zvířat v chovech je pečlivě kontrolován. Maso z těchto zvířat určené pro lidskou spotřebu musí splňovat přísné bezpečnostní opatření. Ke kontaminaci tohoto masa dochází nejčastěji při zpracování a manipulaci na jatkách a dalších zpracovatelských podnicích. Požadavky na jatky jsou stanoveny v Nařízení EP a Rady č. 853/2004. Zde jsou uvedena opatření nutná k minimalizaci kontaminace a znehodnocení masa. Oproti tomu volně žijící zvířata jako jsou nutrie neprochází během života žádnou veterinární kontrolou a jejich maso je často kontaminované mnoha druhy mikroorganismů i parazitů. Během zpracování takové suroviny je třeba dodržovat striktní zásady bezpečné manipulace a zacházení. Správná příprava a tepelná úprava jsou nezbytné pro snížení rizika možného onemocnění (Barbani et al., 2021). Je také důležité konzumovat pouze maso legálně ulovených zvířat a dodržovat všechny místní a národní předpisy týkající se lovu a konzumace volně žijící zvěře.

Lovci a myslivci typicky upravují nutrie pečením v celku (Forejtek, 2004). Nabízí se tedy možnost zprostředkovat jiné možnosti využití masa. Za tímto účelem bylo v této studii zpracováno maso volně žijící nutrie do masného výrobku.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

K výrobě experimentálního výrobku bylo použito maso ze 3 jedinců volně žijících nutrií, které byly odloveny v oblasti Pohořelic. Zvířata byla odlovena, vyvržena a zchlazena pod 4 °C, následně převezena na Ústav technologie potravin, kde byla chlazena při 2 °C, a následující den bylo vybouráno libové maso z kýty. Toto maso bylo zpracováno na masný výrobek společně s vepřovým masem (libové a tučné maso, z místních jatek) v masné výrobně (Mendelova univerzita, CZ 22067) podle běžného

postupu. Receptura: kontrolní varianta (salámy s libovým vepřovým masem) obsahuje libové vepřové maso (VL) s obsahem tuku do 10 % 33,4 kg/100 kg; experimentální varianta (salámy s nutriím libovým masem z kýty) obsahuje maso nutrie ve stejném množství 33,4 kg/100 kg. Obě receptury dále obsahovaly tučné vepřové maso s obsahem tuku do 50 % (VVbk) 40,0 kg, vodu (led) 23,85 kg, dusitanovou solící směs 1,8 kg a komerční směs koření 0,95 kg (MASOPROFIT, EAN: 859 235 561 1106).

Výroba měkkého salámu

K výrobě měkkých salámů byl použit vakuový kutr a narážka, pro tepelné opracování komorová udírna. Masné dílo se připravovalo ve dvou krocích v kutru (Seydelmann, Německo). Pro plnění byla použita vakuová lamelová narážka (HTS 150, Německo). Díla byla plněna do polyamidových obalů (velikosti 40 mm) a výrobky v obalu byly tepelně ošetřeny (70 °C, 10 min v jádře) v udírně (Bastramat, Německo).

Mikrobiologická analýza

Vzorky byly analyzovány kultivační metodou na selektivních agarech. Byl stanoven celkový počet mikroorganismů a *Salmonella* (Seidlová et al., 2022).

Instrumentální měření barvy

Barevné parametry CIE L*, a* a b* byly měřeny spektrofotometrem CM 3500d (Konica Minolta, Japonsko) na povrchu řezu salámu s vyloučením lesku (SCE) na šterbině 8 mm (D 65, 6500 °K). Každý vzorek byl měřen ve třech opakováních.

Měření texturních vlastností

Texturní vlastnosti masných výrobků byly měřeny texturometrem TIRATEST 27 025 (TIRA Maschinenbau, Německo). Pevnost na povrchu řezu salámů byla měřena nožem MORS s rychlostí 50 mm do hloubky 10 mm.

Senzorická analýza

Senzorická analýza byla hodnocena padesátičlennou proškolenou skupinou hodnotitelů (25 mužů, 25 žen) v senzorické laboratoři (Ústav technologie potravin) za podmínek ČSN ISO 6658 (560050). Pro tuto senzorickou analýzu byla zvolena 100 mm řádková stupnice s popisem vnějších bodů, deskriptory byly vyjádřeny jako kvantitativní nebo

hédonické skóre, kde 0 je znak minima a 100 je maximum požitku nebo intenzity. Vzorky byly posuzovány při pokojové teplotě.

Statistické zpracování

Všechna data byla zaznamenána do programu Microsoft Excel a následně vyhodnocena v programu STATISTICA 14. K analýze dat byla použita analýza rozptylu (jednofaktorová ANOVA) a Tukeyův test. Normalita vložených dat byla zjišťována Sharpio-Wilkovým testem. Vzorky byly testovány na hladině spolehlivosti 95 % ($p < 0,05$).

VÝSLEDKY A DISKUSE

Při výrobě měkkého salámu s nutriím masem nebylo zjištěno žádné technologické úskalí. Vybourané a opracované libové maso z kýt nutrií bylo při výrobě měkkého salámu použito standartním způsobem. Jediným rizikem byla možná mikrobiální a parazitární kontaminace masa během vykostování plynoucí z míry znečištění a porušení svaloviny po ulovení. Nicméně, toto riziko je tepelným ošetřením sníženo na minimum. Mikrobiální bezpečnost byla ověřena mikrobiologickou analýzou. Výsledné výrobky můžeme považovat za bezpečné.

Měkké salámy jsou spotřebiteli konzumovány nakrájené v plátcích, používají se do sendvičů nebo jako součást obložených mís. U takových výrobků je žádoucí homogenní, lákavý vzhled a barva na řezu s minimem vzduchových dutinek, masný výrobek nesmí uvolňovat tuk nebo vodu, nesmí být nezpracované části, tuhé kůže a kolagenní části (vyhláška č. 69/2016 Sb.). Výsledky měření barvy a pevnosti jsou prezentovány v Tabulka 1.

Výsledky ukazují, že použití masa nutrie v analyzovaném typu výrobku ovlivňuje znatelně jeho barvu. Salám, kde bylo vepřové maso nahrazeno nutriím byl tmavší ($p < 0,05$), protože ukazatel jasu, hodnota L^* , byla nižší než u kontrolní varianty. Měl také prokazatelně vyšší hodnoty ($p < 0,05$) chromatické souřadnice a^* , což poukazuje na výraznější červené zbarvení, které je u masa a masných výrobků do určité míry vnímáno spotřebiteli pozitivně.

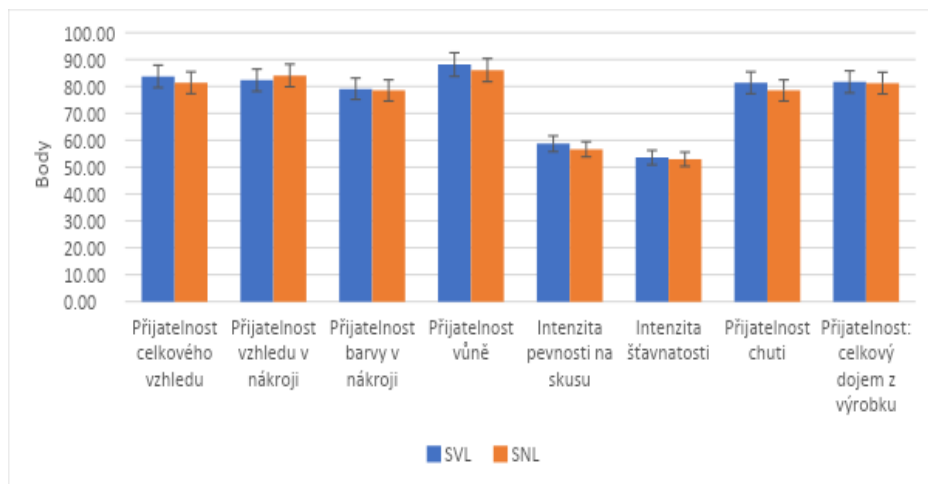
Tabulka 1: Barva a pevnost měkkých salámů

Parametr	SVL ($\bar{x} \pm \text{SD}$)	SNL ($\bar{x} \pm \text{SD}$)
L*	65,48 ± 0,51 ^a	59,97 ± 0,72 ^b
a*	12,42 ± 0,33 ^a	14,12 ± 0,33 ^b
b*	11,43 ± 0,77 ^a	13,45 ± 0,17 ^b
Pevnost povrchu (N)	2,30 ± 0,49	2,16 ± 0,32

Legenda: SVL = salám pouze z vepřového masa, SNL = salám s nutriím masem

Hodnoty s různými horními indexy ve stejných řádcích znamenají statisticky průkazné rozdíly ($p < 0,05$).

Výsledky analýzy texturních vlastností metodou MORS neprokázaly mezi vzorky statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$). Náhrada vepřového libového masa za nutrií tedy výrazně neovlivnila texturní vlastnosti salámů. Tento fakt prokázala i následná senzorická analýza (Obrázek 1).

**Obrázek 1:** Výsledky senzorické analýzy

Legenda: SVL = salám pouze z vepřového masa, SNL = salám s nutriím masem

Posuzovatelé hodnotili předložené vzorky salámů ve všech deskriptorech pozitivně, hodnoty hédonických deskriptorů se pohybovaly kolem hodnoty 80 bodů, což ukazuje na senzoricky dobře přijatelný výrobek (Jůzl a Nedomová, 2015). Mezi kontrolním a pokusným salámem nebyl ani v jednom z hodnocených atributů zjištěn statisticky

průkazný rozdíl ($p > 0,05$). Přestože instrumentální měření barvy prokázalo mezi vzorky určité barevné rozdíly ($p < 0,05$), proškolení hodnotitelé tento fakt neshledali jako výrazný a přijatelnost barvy jednotlivých salámů byla při senzorické analýze stejná.

ZÁVĚR

Maso z volně žijící nutrie říční lze bez větších obtíží zpracovat do masného výrobku typu měkkého salámu. Náhrada 33,4 % vepřového masa v receptuře měkkého salámu libovým masem z kýt volně žijící nutrie říční výrazně neovlivnila senzorické deskriptory hotových výrobků. Výrobek s masem nutrie se lišil od kontrolního v barevných parametrech L^* , a^* , b^* . Inovovaný výrobek se nelišil v texturních vlastnostech. Z mikrobiologického hlediska lze výrobek považovat za bezpečný a může být dobrým zpestřením jídelníčku pro určitou skupinu spotřebitelů.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla za finanční podpory projektu Interní grantová schémata Mendelovy univerzity v Brně (zkrácený název „IGRÁČEK MENDELU“), CZ.02.2.69/0.0/0.0/19_073/ 0016670 SGC-2021-017.

Vybrané výsledky vnikly za finanční podpory projektu IGA AF MENDELU č. AF-IGA2022-IP030 „Jakostní parametry masa nutrie říční (*Myocastor coypus*) a jeho technologické zhodnocení v masné výrobě.“

LITERATURA

Barbani, R., Lalinga G., Bardasi L., Branciarri R., Miraglia, D. (2021): Effect of time and temperature before chilling on the hygiene of carcasses in wild boar hunted in central Italy. *Italian Journal of Food Safety* [online], 10(4) [cit. 2022-06-19]. ISSN 2239-7132. Dostupné z: doi:10.4081/ijfs.2021.9959

Carter, J., Foote, A. L., Johnson-Randall, A. (1999): Modeling the effects of nutria (*Myocastor coypus*) on wetland loss. *Wetlands*, 19(1), 209–219.

Forejtek, P. (2004): Zvěřina – získávání, ošetření, skladování. *Myslivost*. 10, 6–9.

Jůzl, M., Nedomová, Š. (2015): Atlas hodnocení a vad živočišných produktů. Mendelova univerzita v Brně, vydání první, 112 s. Dostupné na:

https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/23/23-atlas_juzl_low.pdf

Marx, J., Mouton, E., Linscombe, G. (2004): Nutria harvest distribution 2003–2004 and a survey of nutria herbivory damage in coastal Louisiana in 2004. Fur and Refuge Division, Louisiana Department of Wildlife and Fisheries/Coastwide Nutria Control Program, 173.

Mikulka, O. (2021): Nutrie říční – invazní a konfliktní. *Svět myslivosti*. 22 (10), 20–22. ISSN 1212-8422.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 853/2005 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. Úřední Věstník Evropské unie.

Vyhláška MZe č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. Sbírka zákonů ČR.

Saadoun, A., Cabrera, M. C. (2019): A review of productive parameters, nutritive value and technological characteristics of farmed nutria meat (*Myocastor coypus*). *Meat Science* [online]. 148, 137–149. ISSN 03091740.

Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2018.10.006

Seidlová A., Vávrová R., Kalhotka L., Saláková, A. (2022): Vliv balení na vybrané kvalitativní parametry čerstvých sýrů. Sborník Celostátní přehlídky sýrů 2022 – Výsledky přehlídek a sborník příspěvků konference Mléko a sýry, 95–100, VŠCHT Praha. ISBN 978-80-7592-142-0

Kontaktní adresa: Ing. Jan Slováček, Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: jan.slovacek@mendelu.cz

MLYNÁRSKA A PEKÁRSKA KVALITA VYBRANÝCH ODRÔD PŠENICE

MILLING AND BAKING QUALITY EVALUATION OF SELECTED WHEAT VARIETIES

**Miriam Solgajová¹ – Anna Kolesárová¹ – Ján Mareček¹
Andrea Mendelová¹ – Lucia Zelenáková¹**

**¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská
poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská
republika**

ABSTRAKT

Cieľom práce bolo zhodnotiť technologickú kvalitu štyroch odrôd pšenice mäkkej (Hybnos, Fabula, Bohemia, Capo) a jednej odrody pšenice tvrdej (Levante). Z mlynárskych parametrov sa obsah popolovín u analyzovaných odrôd pohyboval od 1,32 % do 1,57 %. Najvyššiu objemovú hmotnosť dosiahla odroda Capo. Z pekárskych parametrov bola nameraná optimálna aktivita alfa-amylázy (220–300 s.) u odrôd Levante, Bohemia a Capo. Najvyššiu sedimentačnú schopnosť vyjadrenú ako Zeleného index preukázali odrody Bohemia a Capo (62–63 cm³), čo svedčí o vysokej kvalite múky. Vysoký obsah mokrého lepku bol nameraný u odrôd Capo a Bohemia (viac ako 35 %), naopak najnižší u odrody Hybnos 22,31 %. Obsah hrubého proteínu sa pohyboval v rozmedzí 9,55–12,83 %. Možno konštatovať, že z hodnotených odrôd sú odrody Bohemia, Capo a Levante z pohľadu technologickej kvality vhodné na spracovanie v mlynárskom ako aj pekárskom výrobnom segmente.

Kľúčové slová: pšenica, technologická kvalita, mokrý lepok, číslo poklesu

ABSTRACT

The aim of the work was to evaluate the technological quality of four varieties of soft wheat (Hybnos, Fabula, Bohemia, Capo) and one variety of durum wheat (Levante). From the milling parameters, the ash content of the analyzed varieties ranged from 1.32% to 1.57%. The highest volumetric weight was achieved by the variety Capo. From the baking parameters, the optimal activity of alpha-amylase (220–300 s.) was

measured in the varieties Levante, Bohemia and Capo. The highest sedimentation capacity expressed as the Zeleny index was demonstrated by the varieties Bohemia and Capo (62–63 cm³), which indicates the high quality of the flour. A high content of wet gluten was measured in the varieties Capo and Bohemia (more than 35%), on the other hand, the lowest in the variety Hybnos 22.31%. The crude protein content ranged from 9.55 to 12.83%. It can be concluded that from the point of view of technological quality varieties Bohemia, Capo and Levante are suitable for processing in the milling and bakery production industry.

Keywords: wheat, technological quality, wet gluten, falling number

ÚVOD

Pšenica ako nepostrádateľná obilnina pre ľudskú výživu musí spĺňať kvalitatívne požiadavky nielen z hľadiska obsahu nutričných látok, ale aj technologickú a hygienickú kvalitu (Nutall et al., 2017). Kvalita potravinárskej pšenice pre mlynské spracovanie je určená vnútornými a vonkajšími faktormi (Blažek et al., 2005; Bojňanská et al., 2013). Technologická kvalita potravinárskej pšenice je určená predovšetkým genetickým potenciálom danej odrody dosahovať kvalitu požadovanú spracovateľským priemyslom. Každá odroda má svoju genetickú štruktúru, ktorá je špecifická, a pri každej odrode je iná. Tým je daná rozmanitosť medzi odrodami a charakteristika jednotlivých parametrov. Odrody majú svoje vlastnosti geneticky fixované (Bala, 2017). Pre spracovanie obilnín je dôležitá ich technologická hodnota. Je to súhrn znakov a vlastností suroviny, ktoré umožňujú spracovateľovi maximálnu výťažnosť a požadovanú akosť finálneho výrobku. Medzi znaky rozhodujúce o technologickej hodnote pšenice patria znaky obchodné (napr. vlhkosť, obsah prímiesí a nečistôt, zdravotný stav), mlynárske (napr. vyrovnanosť zrna, objemová hmotnosť zrna, obsah popola) a pekárske (napr. obsah lepku, jeho vlastnosti, aktivita amyláz a proteáz, obsah bielkovín), (Bojňanská et al., 2013). Technologická hodnota zrna pšenice sa prejaví až počas spracovania, preto základným predpokladom úspechu je kvalitný biologický materiál k určitému smeru využitia (Haris et al., 2010; Nutall et al., 2017).

Cieľom práce bolo zhodnotiť kvalitatívne parametre vybraných štyroch odrôd potravinárskej pšenice mäkkej (Hybnos, Capo, Bohemia, Fabula) a jednej odrody pšenice tvrdej (Levante) dopestovaných na Slovensku z pohľadu mlynárskej a pekárskej kvality.

MATERIÁL A METÓDY

Analyzovali sa štyri odrody potravinárskej pšenice mäkkej *Triticum aestivum* (Hybnos, Capo, Bohemia, Fabula) a jedna odroda pšenice tvrdej *Triticum durum* (Levante) pochádzajúce zo Slovenska, z Nitrianskeho regiónu. Analýzy boli uskutočnené na Ústave potravinárstva, FBP SPU v Nitre. Odber vzoriek materiálu bol v súlade s postupom podľa Slovenskej technickej normy pre obilniny a výrobky z obilnín. Odberala sa priemerná vzorka zrna v množstve 1 kg. Vzorky boli homogenizované pomocou laboratórneho mlyna Perten.

Analyzovali sa nasledovné technologické parametre: obsah sušiny - ICC Standard č. 110/1 (1976), obsah popolovín - ICC Standard č. 104/1 (1990), objemová hmotnosť - STN 46 1011-5, aktivita alfa-amylázy (Falling Number) - FN zariadenie 1800 (Perten) podľa ICC Standard č. 107/1 (1995), hrubý proteín - ICC Standard č. 159 (1995), obsah škrobu - podľa ICC Standard 123/1, obsah mokrého lepku - Glutomatic 22000 (Perten) - ICC Standard č. 155 (1994), sedimentačný index podľa Zelenyho - ICC Standard č.116/1 (1994), stanovenie ťažnosti lepku – podľa STN ISO 46 1011-9 a napučívanie lepku podľa STN ISO 46 1011-9.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Všetky sledované hodnoty sušiny zrna analyzovaných vzoriek sa pohybovali v rozpätí okolo 90 %, čo predurčuje hodnotené vzorky ako suché zrno vhodné na bezpečné skladovanie.

Objemová hmotnosť podľa STN 46 1100-2 má dosahovať hodnoty pri najvyššej triede kvality E najmenej 79,0 kg.hl⁻¹. Čím je vyššia objemová hmotnosť, tým je zrno vhodnejšie na mletie (Bala, 2017). Z výsledkov sa zistilo, že všetky odrody mäkkých

pšeníc Hybnos, Fabula, Bohemia a Capo vyhovovali norme a dosiahli stanovenú normu štandardnej A triedy kvality (tab.1).

Ďalším hodnoteným znakom mlynárskej kvality bol obsah popolovín. Bojňanská et al. (2013) uvádzajú, že v zrne obilnín sa priemerný obsah popolovín pohybuje medzi 1,5–2,9 %. Obsah minerálnych látok - popolovín, je základným znakom akosti obchodných múk, kritériom vymletia a miešania múk. Minerálne látky sú okrem mlynskeho procesu významným nutričným komponentom. Výsledky ukázali, že všetky odrody preukázali obsah popolovín v rozpätí od 1,3 % do 1,5 %, čo sú vyhovujúce hodnoty, (tab. 1).

Tabuľka 1: Hodnotenie kvality mlynských znakov pšeníc

Odrody	Pp (%)	OH (kg.hl ⁻¹)	Sušina (%)
Levante	1,4	78,4	89,2
Hybnos	1,3	80,4	89,6
Fabula	1,5	78,8	89,1
Bohemia	1,3	80,0	89,5
Capo	1,4	84,8	89,4

Pp – obsah popolovín, OH – objemová hmotnosť

Výsledky analýz pekárskych parametrov uvádza tabuľka 2. Číslo poklesu vyjadruje enzymatickú aktivitu a patrí medzi štandardné schválené metódy pre uskutočnenie merania aktivity alfa-amylázy v zrnách (Shang et al., 2020). Podľa STN je optimálna hodnota čísla poklesu min. 220 s. Čím je číslo poklesu nižšie, tým je aktivita enzýmov vyššia a substrát sa rýchlejšie rozkladá – chlieb môže mať väčšiu pórovitosť a striedka sa oddeľuje od kôrky. Minimálne 220 sekúnd musí spĺňať vzorka pre zaradenie do triedy kvality E, A, B podľa STN normy. Všetky odrody splnili normu, okrem odrody Fabula (117 s.), ktorá je hlboko pod stanovenou normou a nespĺňa ani pečivárenskú triedu kvality - P. Odrody Levante, Bohemia a Capo dosiahli vysokú hodnotu čísla poklesu nad 250 s. Najvyššie číslo poklesu zaznamenala odroda Bohemia, a to 314 s., (tab.2). Variabilita sa môže využiť pri miešaní zmesí zrna pred mletím.

Obsah škrobu v sušine je rovnako dôležitý ako všetky vyhodnocované znaky. Obsah škrobu by sa mal v obilninách pohybovať nad 60 % (Bojňanská et al., 2013). Jeho hodnoty u testovaných odrôd pšenice sa pohybovali od 66,16 % do 73,18 %, (tab. 2). Najvyššie percentuálne zastúpenie obsahu škrobu preukázala tvrdá pšenica Levante (73,18 %).

Medzi významné parametre pekárskej kvality patrí obsah dusíkatých látok a Zelenyho sedimentačný index. Hodnota Zelenyho testu (ZI), ktorá poukazuje na schopnosť všetkých pšeničných bielkovín napučiavať v určitých chemikáliách, by mala podľa STN dosahovať min. 40 cm³ pre elitnú triedu kvality - E. Platí, že čím je sediment vyšší, tým je daná múka kvalitnejšia. Odrody Bohemia a Capo dosiahli veľmi vysoké hodnoty ZI (62–63 cm³), čo značí že ide o kvalitnú múku so zaradením do elitnej triedy kvality – E. Odroda Hybnos dosiahla v teste hodnotu 28 cm³, čo postačuje pre triedu kvality B. U tvrdých pšeníc (odroda Levante) sa Zelenyho index nestanovuje STN 46 1100-3. Shang et al. (2020) uvádzajú, že sedimentačný test podľa Zelenyho index je ukazovateľ, ktorý má veľmi dobrú vypovedaciu schopnosť o viskoelastických vlastnostiach lepkových bielkovín a o technologickej kvalite pšenice.

Hodnoty dusíkatých látok sa pohybovali od 9,55 % do 12,83 %. Najnižší obsah dosiahla odroda Hybnos (9,55 %), naopak najvyšší mäkká pšenica Capo (12,83 %). Dusikaté látky zohrávajú dôležitú úlohu v reologických vlastnostiach múk (Haris et al., 2010).

Ďalším hodnoteným znakom pekárskej kvality bol mokrý lepok. Je vyjadrený ako podiel pšeničnej bielkoviny nerozpustnej vo vode, ktorý sa získava vypraním cesta a zbavením nadbytočnej vody (Šottníková, 2004; Rossmann et al., 2020). Lepok je hydrofilným gélom, vo veľkej miere charakterizuje silu múky, vo vodnom prostredí má schopnosť napučiavať a zväčšovať svoj objem (Prugar et al., 2008). Najnižší obsah mokrého lepku v sušine dosiahla odroda Hybnos (22,31 %), nie je však postačujúci ani pre pečivárenskú kvalitu. Vyššiu hodnotu (23,56 %) a tým aj štandardnú triedu kvality - B dosiahla odroda Fabula. Najvyššie hodnoty boli namerané u odrôd Bohemia (35,64 %) a Capo (36,71 %), (tab. 2), vysoko nad minimálne stanovenú hodnotu pre

najvyššiu elitnú triedu kvality – E. Tvrdá pšenica Levante (25,58 %) nesplnila požiadavky triedy kvality – A, ktorá má stanovenú minimálnu hodnotu 27 %. Kvalita lepku je určená najmä optimálnou kombináciou zásobných bielkovín - gliadínu a glutenínu. Každý z nich prispieva unikátnym spôsobom k reológii - viskozita je ovplyvňovaná predovšetkým gliadínom a elasticita glutenínom (Bojňanská et al., 2013). Lepok je charakterizovaný jeho ďalšou vlastnosťou, čo je ťažnosť lepku. Ideálne je keď hodnoty ťažnosti dosahujú cca. 10 cm. Najnižšiu ťažnosť dosiahla odroda Hybnos (8 cm), (tab. 2). Schopnosť lepku napučiavať je ďalším ukazovateľom kvality lepku, pre pšenicu je stanovená minimálna hodnota 8 cm³. Všetky hodnotené odrody pšenice spĺňajú stanovenú minimálnu hodnotu. Najvyššiu hodnotu napučievania preukázali vzorky Bohemia a Capo, (tab. 2).

Tabuľka 2: Hodnotenie kvality pekárskych znakov pšeníc

Odrody	ČP (s)	Škrob v suš. (%)	ZI (cm ³)	NL v suš. (%)	G ₀ v suš. (%)	T ₀ (cm)	Q ₀ (cm ³)
Levante	292	73,18	-	11,97	25,58	10	12
Hybnos	213	71,96	28	9,55	22,31	8	10
Fabula	117	72,81	37	10,79	23,56	10	14
Bohemia	314	66,16	63	10,50	35,64	13	18
Capo	281	66,30	62	12,83	36,71	14	17

G₀ – obsah mokrého lepku v sušine, T₀ – ťažnosť lepku, Q₀ – ťažnosť lepku, NL – dusikaté látky v sušine, ZI – Zeleného sedimentačný index, ČP – číslo poklesu

ZÁVER

Kontrola kvality zrna pšenice z pohľadu zabezpečenia kvalitnej suroviny pre mlynsko-pekársky výrobný segment patrí k prioritám agropotravinárskeho sektora. V práci sa hodnotila technologická kvalita vybraných odrôd pšenice. Na základe analyzovania kvality jednotlivých odrôd pšenice sa zistilo, že najvyššiu kvalitu preukázala odroda Capo, ktorá dosiahla priemerne vo všetkých parametroch požiadavky triedy kvality E podľa STN. Naopak odroda Hybnos pre nízky obsah mokrého lepku a hrubého proteínu a odroda Fabula pre nízke číslo poklesu nezodpovedali žiadnej triede kvality. Odroda tvrdej pšenice Levante splnila podľa STN požiadavky triedy kvality B. Podľa zistených výsledkov môžeme komplexne zhodnotiť odrody Bohemia, Capo a Levante ako

potravinársky využiteľné v mlynárskom ako aj pekárskom priemysle. Jednotlivé rozdiely v niektorých znakoch sa môžu vyriešiť zmiešaním múk.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená projektom KEGA 020SPU-4/2021.

LITERATÚRA

Bala, B. K. (2017): Drying and Storage of Cereal Grains (2nd Edition) [online]. John Wiley & Sons, 341. ISBN 978-1-119-12423-8.

Blažek, J., Jirsa, O., Hrušková, M. (2005): Prediction of wheat milling characteristics by near-infrared reflectance spectroscopy. Czech Journal of Food Sciences, 23, 145–151.

Bojňanská, T. et al. (2013): Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. 335 s. ISBN 978-80-552-1086-5

Haris, L., Žitný, B., Muchová, Z. (2010): Rheological characteristics of flours milled from different wheat varieties (*Triticum aestivum* L.). Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 58,(4). 41–48.

ICC Standard 104/1 (1990): Determination of Ash in Cereals and Cereal Products.

ICC Standard 106/2 (1984): Working Method for the Determination of Wet Gluten in Wheat Flour.

ICC Standard 107/1 (1995): Determination of the Falling Number according to Hagberg - as a Measure of the Degree of Alpha-Amylase Activity in Grain and Flour.

ICC Standard 116/1 (1994): Determination of the Sedimentation Value (according to Zeleny) as an Approximate Measure of Baking Quality.

ICC Standard 123/1 (1994): Determination of Starch Content by Hydrochloric Acid Dissolution.

Nuttall, J. G., O'Leary, G. J. Panozsoa, J. F., Walkera C. K., Barlowb, K. M., Fitzgeralda, G. J. (2017): Models of grain quality in wheat. *Field Crops Research*, 202, 136–145.

Prugar, J. et al. (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Kvalita jako odrůdový znak. Praha: VÚPS v spolupráci s komisí jakosti rostlinných výrobků ČAZV, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

Rossmann, A. et al. (2020): Effects of a late N fertiliser dose on storage protein composition and bread volume of two wheat varieties differing in quality. *Journal of Cereal Science*, 93, 102944. ISSN 0733-5210.

Shang, J. et al. (2020): Comparative studies on physicochemical properties of total, A- and B-type starch from soft and hard wheat varieties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 154, 714–723. ISSN 0141-8130.

STN 46 1011-5 (1988): Skúšanie obilnín, strukovín a olejní. Skúšanie obilnín : stanovenie objemovej hmotnosti.

STN 46 1011-9 (1997): Skúšanie obilnín, strukovín a olejní. Skúšanie obilnín : stanovenie mokrého lepku, stanovenie ťažnosti lepku, stanovenie napúčavosti lepku.

STN 46 1100-2 (2018): Potravinárske obilniny. Časť 2: Zrno potravinárskej pšenice letnej.

STN 46 1100-3 (2018): Potravinárske obilniny. Časť 2: Zrno potravinárskej pšenice tvrdej.

Šottníková, V. (2004): Vplyv lokality a odrody pšenice ozimné na množství a kvalitu lepku. *Proteiny*, Brno, 46–48, ISBN 80-7157-779-0.

Kontaktná adresa: Ing. Miriam Solgajová PhD., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská republika, e-mail: miriam.solgajova@uniag.sk

TECHNOLOGICKÝ PARAMETR ČÍSLO POKLESU A JEHO MOŽNÉ INSTRUMENTÁLNÍ ALTERNATIVY

TECHNOLOGICAL PARAMETER FALLING NUMBER AND ITS POTENTIAL INSTRUMENTAL ALTERNATIVES

Ivan Švec¹ – Marcela Sluková¹ – Pavel Skřivan¹

¹Ústav sacharidů a cereálií, Fakulta potravinářské a biochemické technologie,
VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha

ABSTRAKT

Číslo poklesu (*ČP*) je v mlynářsko-pekařském oboru důležitým tradičním ukazatelem jakosti pšeničných a žitných mouk, vypovídající o aktivitě α -amyláz a stupni poškození škrobu. Představuje provozní metodu, kdy za referenční je považován amylografický nebo viskografický test. Číslo poklesu odpovídá době průchodu měřicího tělíska zmazovatělou suspenzí mouky – přístroj se nazývá Falling Number. Jednou z alternativ je rotační viskozimetr Rapid Visco Analyser, umožňující odhadnout amylytickou aktivitu třemi metodami. Znak *ČP* má odpovídat profil *Stirring Number*, zatímco viskozitní zkouška *Flour Water Profile* koresponduje s průběhem uvedené referenční zkoušky. Test *Flour Ethanol Profile* umožňuje současně odhadnout kvalitu bílkovin. Pro dvě trojice odrůd ozimých pšeníc a špaldy byly orientačně odměřeny jak *ČP*, tak *Stirring Number* a oba uvedené RVA viskozitní testy vždy ve třech opakováních. Korelace mezi číslem poklesu a viskozitními body všech RVA zkoušek byly průkazné min. s $P = 99.9 \%$. Potenciál RVA znaků by měl být prozkoumán na větším souboru vzorků pšenice a žita.

Klíčová slova: pšeničná mouka, aktivita amylas, číslo poklesu, viskozita suspenze, viskozimetr RVA, korelace

ABSTRACT

The Falling Number (*FN*) is an important traditional characteristic of the quality of wheat and rye flour in the milling and baking industry, indicating the activity of α -amylases and the degree of starch damage. It represents an operational method, while an amylograph is the reference. The *FN* corresponds to the time of spontaneous

passage of the measuring probe through the flour paste; the device is also called the Falling Number. An alternative is a rotary viscometer Rapid Visco Analyser, which allows the estimation of amylolytic activity using three methods. The *Stirring Number* should correspond directly to the *FN*, while the test *Flour Water Profile* viscosity corresponds to the reference proof. The *Flour Ethanol Profile* enables simultaneous estimation of protein quality. For 3+3 varieties of winter wheat and spelt, the *FN*, *Stirring Number*, and both mentioned RVA profiles were measured in three repetitions. The correlations between the *FN* and viscosity points of all RVA tests were significant at least at $P = 99.9\%$. The potential of RVA features should be further explored in a larger dataset of wheat and rye.

Keywords: wheat flour, amylase activity, Falling Number, suspension viscosity, RVA viscometer, correlation

ÚVOD

Použití enzymů a enzymových koktejlů je v mlýnsko-pekárenském oboru spojeno jednak se standardizací kvality mouk v rámci nového ročníku sklizně, tak zejména s pekařskými a cukrářskými směsmi pro širokou paletu konečných výrobků. Lze tak upravit zejména zpracovatelnost těst, barvu a chuť střídy i kůrky a trvanlivost výrobků. Jak uvádí Skřivan a Sluková (2015), „jedná se především o hydrolasy (amylasy, proteasy, hemicelulasy) nebo o oxidoreduktasy (lipoxygenasy, katalasy, peroxidasy nebo glukosaoxidasy) rostlinného nebo mikrobiálního původu.“

V případě chleba a běžného pečiva není při standardní kvalitě pšeničné mouky přidavek enzymů nutný, zásadní je v tomto případě přirozená schopnost mouky kynout (tzv. *kvasná mohutnost*). Je proto nepřímě sledována aktivita především α -amylas různými viskozitními zkouškami, primárně provozní metodou číslo poklesu pomocí viskozimetru Falling Number (Perten Instruments, Švédsko; norma ČSN ISO 3093). Metoda a přístroj byly vytvořeny kolem roku 1960 ve Švédsku výzkumníky S. Hagbergem a H. Pertenem a v roce 1963 byla metoda prezentována na výročním zasedání AACC v Minneapolisu. Při použití současných modelů zařízení jsou již možná paralelní párová měření. Viskozita zmazovatělé standardní suspenze mouky a případně

i šrotu, vytvořeného během míchání dlouhého 55 s a odrážející právě amylolytickou aktivitu a stupeň případného poškození škrobu např. klíčením, je vyjadřována nepřímou jako doba průchodu měřicího tělíska. Pro pšeničnou mouku hladkou světlou či polosvětlou, resp. pro žitnou mouku chlebovou, jsou optimální hodnoty 250 s a min. 190 s s přesností $\pm 10 \%$. V případě žitných mouk se navíc obvykle provádí referenční zkouška pomocí rotačního viskozimetru Amylograf (Brabender, SRN), kdy řádově patnáctinásobné množství suspenze je zahříváno konstantní rychlostí z 30 na 95–97 °C a z registrované křivky jsou vyhodnocovány teploty počátku i maxima mazovatění a vlastní maximum amylografické viskozity (metoda ČSN ISO 7973). Amylografické maximum pak právě odpovídá číslu poklesu, pro které je v případě pšeničné mouky optimální rozmezí 400–600 uzančních Brabenderových jednotek (BJ). Viskograf navíc umožňuje chlazení suspenze a proto odhad míry retrogradace škrobu v pečivu během skladování.

Experimentálně byla mnohokrát prokázána nelineární (hyperbolická) závislost mezi číslem poklesu a skutečným obsahem nebo také aktivitou amyláz (Hagberg 1961; Mangan *et al.* 2016;

Kiszonas *et al.* 2018) jak pro pšeničnou mouku hladkou světlou, tak pro hladkou celozrnnou. Kruger a Tipples (1980) tuto matematickou relaci prokázali v souboru 170 celozrnných mouk z kanadských odrůd pšenice jak pro číslo poklesu, tak pro amylografické maximum. Z grafu mimo jiné vyplývá, že pšeničné mouky s číslem poklesu od 400 s výše jsou charakteristické již prakticky nulovou aktivitou α -amylas. Pro amylografickou viskozitu standardní pšeničné mouky hladké je tato hraniční hodnota odhadem min. 750 BJ (*Obr. 1*).

Přístroje Falling Number slouží v mlýnsko-pekárenském obou již přes 60 let, ale teprve až před přibližně patnácti lety došlo k technickým inovacím. Na přístroji Amylab FN (Chopin, FRA) byl zachován princip měření, skleněné zkumavky nahrazeny hliníkovými s odnímatelným dnem a vroucí vodní lázeň indukčním ohřevem a IČ senzory. Kromě klasického provedení ve smyslu propadu sondy škrobovým mazem je

zde možnost měření za konstantní dobu 90 s (měření tzv. testogramu v režimu Rapid Force Analysis). Do praxe se tento přístroj však zatím příliš nerozšířil – z dostupných zdrojů lze uvést pouze práce Calle *et al.* (2021), resp. Garzon a Rosell (2021) nebo Gaspare *et al.* (2022). V první byly testovány gely z mouk z hlíz *Xanthosoma sagittifolium* a *Colocasia esculenta*, ve druhé využili tohoto 90s testu pro určení stupně zmazovatění škrobů z kukuřice, rýže, pšenice a brambor. Třetí práce byla zaměřena prakticky, na zmapování využití testogramů pro popis vlivu přísad amylas, hydrokoloidů a emulgátorů na mazovatění pšeničného škrobu. Ani v jedné z uvedených prací se autoři nevěnovali porovnání s tradiční metodou Číslo poklesu.

Další alternativou je od druhé poloviny 80. let 20. stol. počítačem řízený přístroj Rapid Visco Analyser (RVA; Ross *et al.* 1987), který lze zařadit mezi rotační viskozimetry podobně jako viskograf. V programovém vybavení RVA jsou tři metody pro odhad amylolytické aktivity. Přímě číslo poklesu odpovídá profil *Stirring Number*, zatímco viskozitní test *Flour Water Profile* odráží průběh viskografické zkoušky se stanovením za třetinu původního času (16 min namísto 45 min). Zcela novátorským je RVA test *Wheat Flour Ethanol Profile*, kdy přidavkem ethanolu je kromě aktivity amyláz současně odhadnuta technologická kvalita pšeničných bílkovin. Technologický potenciál této zkoušky však nebyl dosud prověřen.

Pro trojice odrůd ozimých pšenic a špaldy byly vždy ve třech opakováních odměřeny zkoušky číslo poklesu, *Stirring Number* a oba uvedené RVA viskozitní profily (tedy *Flour Water* i *Flour Ethanol*). V programu Statistica 13.0 (TIBCO Software, USA) byla pro vybrané znaky provedena nejprve dvoufaktorová ANOVA pro *F1 – Typ pšenice* a *F2 – Odrůda*. Následovala podrobná korelační analýza mezi číslem poklesu a charakteristickými body všech tří výše uvedených viskozitních RVA zkoušek (celkem pro 27 znaků). Průkaznost párových vztahů byla prověřena na hladinách pravděpodobnosti 95,0 až 99,99999 % pro celkem 6 nezávislých vzorků ve třech opakováních.

MATERIÁL A METODIKA

Vzorky tří odrůd ozimé pšenice Wiwa, Prim a Penelope a tří odrůd špaldy Serpentin, Rokoz Orkus ze sklizně 2021 byly dodány společností ProBio Šumperk ve formě vyčištěného zrna. Semletí na hladké mouky bylo provedeno na laboratorním mlýně CD1 Auto (Chopin, FRA) v Cereální hale VŠCHT Praha bez předchozí hydrotermické úpravy. Získané mouky granulací a obsahem popela odpovídají pšeničné mouce hladké světlé; po semletí byly ponechány odležet 1 týden ve skleněných zábrusových prachovnicích v temném skladu (teplota 19–22 °C, relativní vlhkost 50–55 %), během kterého byly dvakrát promíchány na laboratorní míchače BS-P06 (Mezos, Hradec Králové) po dobu 1 h při 100 ot/min.

Před jednotlivými orientačními stanoveními aktivity α -amyláz byla podle ČSN ISO 712 gravimetricky stanovena vlhkost mouky za použití horkovzdušné sušárny Venticell 55 (BMT Medical Technology, Brno), jelikož navážky mouky pro všechny další zkoušky jsou korigovány právě podle vlhkosti. Čísla poklesu byla stanovena na přístroji Falling Number 1400 (Perten Instrument, SWE) podle ČSN ISO 3093. Viskozitní zkoušky *Stirring Number*, *Flour Water Profile* a *Wheat Flour Ethanol Profile* (dále zkratky *SN*, *FWP* a *FEP*) byly odměřeny pomocí rotačního viskozimetru Rapid Visco Analyser 4500 (*RVA*; výrobce PerkinElmer, USA) podle doporučení a nastavení výrobce. Byly tedy využity přeprogramované profily *stirring number.rvc*, *flour.rvc* a *flour ethanol.rvc*. Porovnání teplotních změn a výsledných křivek schematicky uvádí Obr. 2 pro mouku z odrůdy Wiwa. Pro všechny tři testy se navážka mouky řídí aktuální vlhkostí při přepočtu na standardní hmotnostní zlomek vody 14,0 %, kdy základní dávky jsou 3,50 g mouky a 25,00 g destilované vody; pro test *FEP* jsou hmotnosti sníženy na 3,00 a 20,00 g, kdy je nejprve přidáno 3,50 g 95% ethanolu pro vysrážení bílkovin. Při testu *SN* je měřicí komora předehřáta na 95 °C a doba měření je 3,0 min; test *FWP* obsahuje záhřev z 50 na 95 °C, konstantní teplotu po dobu 2,50 min a chlazení zpět na 50 °C za celkem 16,0 min. Teploty při zkoušce *FEP* jsou teploty v daném pořadí 50 °C, 85 °C po dobu 2,0 min a 20 °C – chlazení je pozvolnější, celkově test trvá 30,0 min. Díky prvotnímu přidavku ethanolu a pomalejšímu chlazení na se křivkách

vyskytuje druhé maximum viskozity – *Peak2 Visc* (Obr. 2), příslušející bílkovinám (Švec *et al.* 2022b). Vyhodnocení zaznamenaných křivek je automatické prostřednictvím softwaru Termocline for Windows (TCW3; Newport Scientific Inc., AUS).

V obecné rovině se na většině RVA křivek rozlišují charakteristické body jak pro viskozitu, tak čas i teplotu. Pro pšeničnou mouku jsou hlavními charakteristikami teploty počátku a maxima mazovatění *PastingTemp* a *PeakTemp*, a dále maximum viskozity *PeakVisc* a doba *PeakTime*. Stabilita horkého mazu, tedy odolnost škrobových granulí proti mechanickému a tepelnému rozrušení, je odečítána v sedle viskozitní křivky jako *HoldVisc* (*ThroughVisc*), resp. příslušný čas a teplota (*HoldTime*, *HoldTemp*). Díky chlazení dochází k částečné retrogradaci škrobu a opětovnému nárůstu viskozity, kdy je kvantifikována konečná viskozita *FinalVisc*. Zpravidla jsou dopočítávány rozdíly *Breakdown* a *Setback* podle rovnic:

$$Breakdown = PeakVisc - HoldVisc \quad (\text{mPa}\cdot\text{s}) \quad (1),$$

$$Setback = FinalVisc - HoldVisc \quad (\text{mPa}\cdot\text{s}) \quad (2).$$

V případě RVA zkoušky *SN* je za výsledek považována hodnota *FinalVisc* (zkratka *StirNo*), v případě testu *FEP* jsou parametry číslovány z důvodu výskytu dvou maxim na křivce (*Peak1 Visc*, *Peak2 Visc* atd.). V tomto směru pak parametr *Peak2 Visc* odpovídá bodu *FinalVisc* ze zkoušky *FWP* – postihuje se tak dílem viskozitní chování jak polysacharidů, tak bílkovin

Tabulka 1: Vliv botanického druhu pšenice a odrůdy na číslo poklesu a odpovídající znaky RVA zkoušek *Stirring Number*, *Flour Water Profile* a *Flour Ethanol Profile*

		<i>Přístroj, zkouška, parametr</i>			
		<i>Falling number</i>	<i>RVA</i>		
		-	<i>Stirring Number</i>	<i>Flour Water Profile</i>	<i>Flour Ethanol Profile</i>
Druh pšenice	Odrůda	Číslo poklesu (s)	SN – Final Visc (mPa·s)	FWP – Peak Visc (mPa·s)	FEP – Peak1 Visc* (mPa·s)
Pšenice setá	Wiwa	396 ± 23 d	1759 ± 129 d	2259 ± 19 d	1913 ± 40 bc
	Prim	439 ± 26 d	2004 ± 135 e	2465 ± 46 e	1982 ± 21 bc
	Penelope	297 ± 15 c	1204 ± 73 c	1753 ± 6 c	2064 ± 76 c
Špalda	Serpentin	293 ± 12 c	1190 ± 53 c	1797 ± 14 c	1861 ± 64 b
	Rokoz	206 ± 6 b	547 ± 26 b	735 ± 8 b	1420 ± 18 a
	Orkus	115 ± 1 a	98 ± 1 a	430 ± 5 a	1298 ± 96 a
<i>Mira rozlišení vzorků</i>		<i>67%</i>	<i>67%</i>	<i>83%</i>	<i>50%</i>

a–e: průměry ve sloupcích, označené stejným písmenem, nejsou statisticky odlišné (P = 95 %)

*- odpovídá přímo znaku *PeakVisc* z testu *Flour Water Profile*, číslováno kvůli výskytu druhého maxima viskozita na křivce

VÝSLEDKY A DISKUZE

V testovaném souboru odrůd pšenice seté a špaldy se čísla poklesu pohybovala mezi 279–439 s a mezi 115–293 s – statisticky významně se projevil vliv botanického druhu pšenice, mezi špaldami také odrůdy (Tab. 1). Ačkoli je měření na RVA založeno na jiném principu, je z **Tab. 1** patrná shoda trendů mezi číslem poklesu a *StirNo*, *PeakVisc* a *Peak1 Visc*. Podle parametru *StirNo* bylo možno zkoušené vzorky rozlišit z 63 % stejně jako podle čísla poklesu. Tato míra statistického rozlišení vzorků (Švec *et al.* 2022a) nebyla pro *Peak1 Visc* z RVA zkoušky *FEP* tak významná (50 %) – patrně se projevil nižší podíl vody i zahřev suspenze pouze na 85 °C. Naopak nejprůkaznější byly vzorky odlišeny pomocí parametru *PeakVisc* z *FWP* zkoušky – postupný zahřev suspenze s dostatečným přebytkem vody vedlo k úplnému zmazování přítomných polysacharidů. Podrobnější popis vlivu druhu a odrůdy pšenice bude uveden na posteru.

Korelační analýza

Pro výpočet korelací bylo do vstupního bloku dat proti číslu poklesu zahrnuto celkem 26 znaků ze zmíněných tří RVA zkoušek pro N = 18 (6 vzorků, 3 opakování). Výsledná matice byla v tomto případě omezena pouze na těchto 26 párových korelací, rozdělených podle příslušných RVA zkoušek (**Tab. 2**, **Tab. 3**, **Tab. 4**), kdy zvyšující se průkaznost korelací je rozlišena od odstínů červené po zelenou. Bílé pozadí buněk tabulky pak označuje nevýznamnou korelaci. Korelační matice byla pro kontrolu rovněž vypočtena pro průměrné (nezávislé) hodnoty šestice odrůd, kdy průkaznost párových korelací byla obdobná (data neuvedena).

Číslo poklesu a Stirring Number

Tabulka 2: Korelace čísla poklesu se znaky RVA zkoušky *Stirring Number* (N = 18)

Parametr	Stirring Number*	SN – PeakTime	SN – PeakVisc	SN – Breakdown
Číslo poklesu	0,981	0,977	0,968	-0,909

* - odpovídá parametru *FinalVisc* z RVA zkoušky *Flour Water Profile*

Tabulka 3: Korelace čísla poklesu se znaky RVA zkoušky *Flour Water Profile* (N = 18)

Parametr	<i>PastingTemp</i>	<i>PeakTime</i>	PeakVisc	<i>Stabilita PeakVisc</i>	<i>HoldTime</i>
Číslo poklesu	0,947	0,945	0,972	-0,889	0,762

Parametr	<i>HoldTemp</i>	HoldVisc	Breakdown	FinalVisc	Setback
Číslo poklesu	-0,762	0,973	0,670	0,976	0,958

Tabulka 4a: Korelace čísla poklesu se znaky RVA zkoušky *Flour Ethanol Profile* – vlastnostmi polysacharidů (N = 18)

Parametr	<i>FEP – Pasting Temp</i>	<i>FEP – Peak1 Time</i>	FEP – Peak1 Visc	<i>FEP – Stabilita PeakVisc</i>	<i>FEP – Breakdown1</i>	<i>FEP – Hold1 Visc</i>	<i>FEP – Hold1 Temp</i>
Číslo poklesu	0,558	0,881	0,852	-0,480	0,190	0,928	-0,231

Tabulka 4b: Korelace čísla poklesu se znaky RVA zkoušky *Flour Ethanol Profile* – vlastnostmi bílkovin (N = 18)

Parametr	<i>FEP – Peak2 Temp</i>	<i>FEP – Peak2 Visc*</i>	<i>FEP – Setback1</i>	<i>FEP – Final2 Visc</i>	<i>FEP – Breakdown2</i>
Číslo poklesu	-0,732	0,825	0,465	-0,128	0,860

* - odpovídá parametru *FinalVisc* z RVA zkoušky *Flour Water Profile*, tj. převážně vlastnostem ochlazeného škrobového mazu (27–40 °C)

Pravděpodobnost P (%)	< 95,0	99,0	99,9	99,99	99,9999	99,99999
Kritický koeficient r_{krit}	< 0,468	0,590	0,708	0,789	0,886	0,916

Pozn.: parametry RVA zkoušek, formátované **tučně** (např. **SN-Final Visc**), odpovídají přímo číslu poklesu; parametry označené *kurzívou* jsou časy a teploty, příslušející charakteristickým viskozitním bodům

Jak bylo již uvedeno výše, v případě zkoušky *SN* je brána v potaz hodnota viskozity po 3min míchání při 95 °C (\approx *FinalVisc* z RVA testu *FWP*). Párová korelace s číslem poklesu byla velmi těsná ($r = 0,981$; $P = 99,99999\%$; **Tab. 2**). Tyto výsledky jsou potvrzením předchozího výzkumu kolektivu Kiszonas *et al.* (2017), kteří stanovili korelační koeficient mezi číslem poklesu a *StirNo* jako $r = 0,70$ ($P \% 99,9 \%$) pro 55 vzorků pšeničné mouky (US typ pšenice Soft White Wheat). Další zajímavý závěr

je, že korelace obou těchto technologických parametrů s aktivitou amylas, stanovenou enzymaticko-gravimetrickou metodou, byla významně průkaznější po logaritmické linearizaci zjištěných hodnot aktivity α -amylas. Rashke *et al.* (1995) pomocí čísla poklesu a zkoušky *SN* úspěšně predikovali diastatickou mohutnost čirokového sladu – lineární korelace mezi číslem poklesu a *StirNo* byla pro 16 vzorků průkazná na hladině $P = 99,99999 \%$ ($r = 0,958$).

Adekvátně RVA testu *FWP* (a tedy původní viskografické zkoušce) byly přidány znaky *SN–PeakTime*, *SN–PeakVisc* a *SN–Breakdown*. Hodnoty korelací těchto tří znaků k číslu poklesu byly vypočteny v rozmezí 0,909–0,977 (průkaznost min. 99,9999 %), kdy pouze korelace s *SN–Breakdown* byla záporná. Parametr *StirNo* by tedy bylo možno alternovat prvními dvěma uvedenými znaky, resp. je využít pro zpřesnění regresního modelu.

Číslo poklesu a RVA zkouška Flour Water Profile

Podobně charakteristikám zkoušky *Stirring Number* (*SN–FinalVisc*) a *SN–PeakVisc* a příslušnému času *SN–PeakTime*) byly také v rámci druhé RVA zkoušky odpovídající parametry s číslem poklesu jednoznačně kladně korelovány ($r = 0,976$; $0,972$ a $0,945$; $P = 99,9999\%$, **Tab. 3**). Jejich alternativou by mohla být viskozita studené suspenze *HoldVisc*, pro kterou byla párová korelace s číslem poklesu stejně významná. Naproti tomu šířka maxima viskozity, označená jako *Stabilita PeakVisc*, vypovídá více o vlastním testovaném materiálu a může mít význam spíše pro pekárenskou praxi.

Číslo poklesu a RVA zkouška Flour Ethanol Profile

Charakteristické body křivky *FEW* zkoušky lze rozdělit na vlastnosti převážně polysacharidů (**Tab. 4a**), resp. bílkovin (**Tab. 4b** – zejména znaky *FEP–Final2 Visc* a *FEP–Breakdown2*; Švec *et al.* 2022b). Prvotní přídavek ethanolu sílu vztahů v **Tab. 4a** ve srovnání s protějšky ze zkoušky *FWP* oslabil – korelace čísla poklesu s *FEP–PastingTemp* byla neprůkazná, zatímco s *FEP–Peak1 Visc* a *FEP–Peak1 Time* naopak ($P = 99.99 \%$). Korelace s *FEP–Hold1 Visc* byla v této RVA zkoušce

významnější ($r = 0,928$; $P = 99,99999\%$) stejně jako k *FEP–Peak2 Visc* ($r = 0,825$; $P = 99,9999\%$; **Tab. 4b**).

Podle Yuan *et al.* (2021) však *Peak1 Visc* (alias *Peak Visc* ze zkoušky *FWP*) logicky odráží podíly všech majoritních složek mouky. Autoři testovali složení a reologické vlastnosti mouk z 8 druhů obilovin, 2 pseudocereálií, 2 luštěnin a 1 okopaniny – tapioky. Podle statistického hodnocení je korelace *Peak Visc* kladná jediné s obsahem škrobu ($r = 0,814$; $P = 99\%$), zatímco vyšší podíly bílkovin a/nebo vlákniny viskozitu snižují ($r = -0,808$; $P = 99\%$, resp. $r = -0,692$; $P = 95\%$). Proto pšeničné mouky hladké z pekařky silnějších pšeníc vykazují *Peak2 Visc* za kratší dobu, jehož úroveň je však nižší než pro mouky z pekařsky slabších pšeníc (RVA Method 25.02).

ZÁVĚR

Podle pilotních výsledků, které potvrzují předchozí výzkumné práce, lze rotační viskozimetr Rapid Visco Analyser využít k predikci jakostního znaku číslo poklesu odrůd pšenice seté a pšenice špaldy, vypěstované v České republice. Softwarové vybavení tohoto viskozimetru nabízí tři metody pro odhad aktivity α -amylasy a popis průběhu mazovatení škrobu – *Stirring Number*, *Flour Water Profile* a *Flour Ethanol Profile*. Uvedené viskozitní profily se liší tím, že při druhém je díky přidavku ethanolu možno současně odhadnout kvalitu pšeničných bílkovin. Hlavními znaky z těchto zkoušek jsou *Stirring Number* jako konečná viskozita a hodnota maxim viskozity při 95 °C, označované jako *PeakVisc* a *Peak1 Visc*. Podle čísla poklesu bylo možno dvě trojice odrůd pšenice seté a špaldy statisticky odlišit z 67 %, stejně jako podle RVA charakteristiky *Stirring Number*. Podle *PeakVisc* byla šestice vzorků rozdílná z 80 %, zatímco podle *Peak1 Visc* pouze z 50%. Nezávisle na tom tyto tři charakteristiky korelovaly s číslem poklesu s průkazností min. 99,99 % ($r = 0,981$; 0,972 a 0,852). Jednotlivé RVA zkoušky však poskytují řadu dalších charakteristických viskozitních bodů, časů a teplot, korelovaných s číslem poklesu podobně těsnými vztahy, které by bylo možno využít pro zpřesnění predikce s případným zahrnutím základního chemického složení. Potenciál primárně RVA testů *Stirring Number* a *Flour Water Profile* je pro praxi vysoký, nicméně je nutno metody prověřit na rozsáhlejších

souborech hladkých pšeničných a žitných mouk různého technologického využití – přinejmenším nejčastěji používaných hladkých světlých a hladkých chlebových, případně také hladkých celozrnných.

LITERATURA

Hagberg, S. (1961): Note on a simplified rapid method for determining alpha-amylase activity. *Cereal Chemistry*, 38: 202–203.

Kiszonas, A. M., Engle, D. A., Pierantoni, L. A., Morris, C. F. (2018): Relationships between Falling Number, α -amylase activity, milling, cookie, and sponge cake quality of soft white wheat. *Cereal Chemistry* 95(3): 373–385.

Kruger, J. E., Tipples, K. H. (1980): Relationships between Falling Number, amylograph viscosity and α -amylase activity in Canadian wheat. *Cereal Research Communications* 8(1): 97–104.

Mangan, D., Szafranska, A., McKie, V., McCleary, B. (2016): Investigation into the use of the amylase SD assay of milled wheat extracts as a predictor of baked bread quality. *Journal of Cereal Science* 70: 240–246.

Ross, A. S., Walker, C. E., Booth, R. I., Orth, R. A., Wrigley, C. W. (1987): The Rapid Visco-Analyser: A new technique for the estimation of sprout damage. *Cereal Foods World* 32: 827–829.

Skřivan, P., Sluková, M. (2015): Jsou zlepšující přípravky v pekárenském oboru nezbytné? *Potravinářská revue* 4: 15–17.

Švec, I., Petříková, E., Klitschová, B., Skřivan, P., Sluková, M., Polednová, P. (2022a): Modelování kvality směsí základních pekařských mouk a predikce jejich vaznosti. *Sborník příspěvků*, 50. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin *CzechFoodChem 2022*: 34–39. ISSN 1802-1433 ISBN 978-80-7592-102-4.
<http://www.czechfoodchem.cz/Sborn%C3%ADk%20souhrn%C5%AF%202022.pdf>.

Švec, I., Smrčková, P., Marešová, L., Sluková, M. (2022b): Identification of polysaccharides and proteins in the RVA profile "*Wheat Flour Ethanol Method*". Proceedings of the 18th International Conference on Polysaccharides – Glycoscience: 118–124. ISSN 2336-6796, ISBN 978-80-88307-12-9.

Yuan, T. Z., Liu, S., Reimer, M., Issak, C., Ai, Y. et al. (2021): Evaluation of pasting and gelling properties of commercial flours under high heating temperatures using Rapid Visco Analyser 4800. Food Chemistry 344: 128616.

RVA Method 25.02 *Wheat Gluten Ethanol Profile*.

https://resources.perkinelmer.com/lab-solutions/resources/docs/app_rva_wheat-gluten-ethanol.pdf. Staženo 3.2.2023.

Raschke, A. M., Taylor, J., Taylor, J. R. N. (1995): Use of Falling Number and Rapid Visco Analyser instruments to estimate sorghum malt diastatic power. Journal of Cereal Science 21(1): 97–102.

Calle, J., Benavent-Gil, Y., Rosell, C. M. (2021): Use of flour from cormels of *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott and *Colocasia esculenta* (L.) Schott to develop pastes foods: Physico-chemical, functional and nutritional characterization. Food Chemistry 344: 128666.

Garzon, R., Rosell, C. M. (2021): Rapid assessment of starch pasting using a rapid force analyser. Cereal Chemistry. 98(2): 305–314.

Gasparre, N., Garzon, R., Santamaría, M., Rosell, C. M. (2022): Rapid test to record the impact of bakery additives on starch gelatinization: Amylases, hydrocolloids and emulsifiers. Journal of Cereal Science 107: 103540.

Kontakní adresa: Ing. Ivan Švec, Ph.D., Ústav sacharidů a cereálií, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha, Česká republika, e-mail: Ivan.Svec@vscht.cz

VLIV NANOČÁSTIC NA TEXTURÁLNÍ A ANTIOXIDAČNÍ VLASTNOSTI 3D TIŠTĚNÝCH ČOKOLÁDOVÝCH OBJEKTŮ

INFLUENCE OF NANOPARTICLES INTO 3D PRINTED CHOCOLATE OBJECTS ON THEIR TEXTURE AND ANTIOXIDANT PROPERTIES

Karolína Těšíková¹ – Dani Dordevic¹ – Johana Zemancová¹
Bohuslava Tremlová¹

¹Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Fakulta veterinární
hygieny a ekologie, VETUNI, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

ABSTRAKT

Cílem tohoto příspěvku bylo zhodnocení vlivu nanočástic ZnO a stříbra na texturální a antioxidační vlastnosti čokoládové matrice a tištěných objektů. 3D tisk potravin je technologie umožňující vytváření jedlých objektů podle předdefinované předlohy. Jedním z nejvíce prostudovaných materiálů vhodných pro 3D tisk potravin je čokoláda. Vlastnosti čokoládové matrice se odvíjí od jejího složení. Z hlediska obsahu celkových polyfenolů a výsledků metod antioxidačních kapacit (DPPH, ABTS, FRAP, CUPRAC) lze usoudit, že přídavek nanočástic ZnO a stříbra měl malý vliv na změnu antioxidačních vlastností matric oproti kontrolnímu vzorku. Nicméně přídavek nanočástic ZnO a stříbra výrazně zvýšil hodnoty tvrdosti většiny čokoládových objektů, což může přinést pozitiva zejména při manipulaci s tištěnými objekty. Pro širší posouzení vlivu nanočástic na vlastnosti a bezpečnost čokoládové matrice a tištěných objektů je nutné provést další experimenty.

Klíčová slova: 3D tisk, čokoláda, nanočástice, tvrdost, antioxidační vlastnosti

ABSTRACT

The aim of this paper was to evaluate the effect of ZnO and silver nanoparticles on the textural and antioxidant properties of the chocolate matrix and printed objects. 3D food printing is a technology that enables the creation of edible objects according to a predefined template. One of the most studied materials suitable for 3D food printing is chocolate. The properties of the chocolate matrix depend on its composition. From the point of view of the content of total polyphenols and the results of antioxidant

capacity methods (DPPH, ABTS, FRAP, CUPRAC), it can be concluded that the addition of ZnO and silver nanoparticles had little effect on the change in the antioxidant properties of the matrices compared to the control sample. However, the addition of ZnO and silver nanoparticles significantly increased the hardness values of most chocolate objects, which can bring positives especially when handling printed objects. For a broader assessment of the effect of nanoparticles on the properties and safety of the chocolate matrix and printed objects, it is necessary to carry out further experiments.

Keywords: 3D printing, chocolate, nanoparticles, hardness, antioxidant properties

ÚVOD

3D tisk je aditivní výroba umožňující vytvářet trojrozměrné tvary nanášením materiálu po vrstvách. Technologie 3D tisku v potravinářství umožňuje nejen výrobu objektů s definovaným tvarem a texturou, ale například také objektů s určitým obsahem cukru/soli, vitamínů apod. (Mantihal et al, 2017). Tato úroveň přizpůsobení nabízí v potravinářském průmyslu možnosti neustálého vývoje atraktivních produktů (Lanaro et al., 2017). Za ideální materiál pro 3D tisk potravin je považována čokoláda a to díky tomu, že ji lze použít pro extruzní tisk a při nanášení vrstev zachovává tvar (Kim et al, 2022).

Nanočástice jsou díky svým jedinečným vlastnostem používány v mnoha oblastech jako je optika, chemie, elektronika medicína apod. Uplatnění nacházejí i oblasti potravinářského průmyslu při výrobě, zpracování, skladování a distribuci potravin. (Wang et al, 2021). Nanočástice ZnO jsou jedním z nejznámějších nanomateriálů. ZnO je registrován podle FDA jako bezpečný doplněk (GRAS). Zinek je nezbytný stopový prvek v organismu a účastní se řady enzymatických aktivit při syntéze proteinů a nukleových kyselin (Singh et al., 2021). Stříbro je širokospektrální antibakteriální látka a je v současnosti jedním z nejčastěji používaných antibakteriálních látek (Lu et al., 2021). Bylo zjištěno, že nanočástice Ag vykazují antioxidační, antimikrobiální a protirakovinové vlastnosti (Biswal and Misra, 2020).

MATERIÁL A METODIKA

Příprava 3D čokoládových matic s přídavkem NPZnO

Nejdříve bylo temperováno příslušné množství čokoládové matrice. Po temperaci na 45 °C, bylo do matrice přimícháno množství NPZnO odpovídající koncentraci 0,05; 0,2 a 0,5 %. Čokoládová matrice spolu s nanočásticemi byla dále temperována na 45 °C po dobu 20 min. Poté byla čokoládová směs ponechána při laboratorní teplotě 2 h a následně uchovávána při +7 °C. Složení tištěných vzorků je uvedeno v Tab. 1.

Příprava 3D čokoládových matic s přídavkem koloidního NPAg

Nejdříve bylo temperováno příslušné množství čokoládové matrice. Po temperaci na 45 °C, byl do matrice přimíchán 1 ml koloidního NPAg o koncentraci 10; 30 a 50 ppm. Čokoládová matrice spolu s koloidním NPAg byla dále temperována na 45 °C po dobu 20 min. Poté byla čokoládová směs ponechána při laboratorní teplotě 2 h a následně uchovávána při +7 °C. Složení tištěných vzorků je uvedeno v Tab. 1.

Tabulka 1: Složení 3D čokoládových matic

Vzorek	Složení
Kontrola	čokoláda
Choco _{Zn0,05}	čokoláda + 0,05% NPZnO
Choco _{Zn0,2}	čokoláda + 0,2% NPZnO
Choco _{Zn0,5}	čokoláda + 0,5% NPZnO
Choco _{Ag10}	čokoláda + koloidní NPAg 10 ppm
Choco _{Ag30}	čokoláda + koloidní NPAg 30 ppm
Choco _{Ag50}	čokoláda + koloidní NPAg 50 ppm

3D tisk čokoládových objektů

Pro 3D tisk byla použita 3D tiskárna mycusiny ® (Print2Taste, Německo), nerezová tryska o 0,80 mm (Print2Taste, Německo) a šablona Cylinder (0,81×26,6×10 mm) z nabídky předloh od výrobce. Před 3D tiskem byly matrice temperovány 30 min při laboratorní teplotě. 3D tisk probíhal při teplotě a rychlosti nastavenou výrobcem. Po vytisknutí byly matrice uchovávány při +7 °C.

Texturální vlastnosti 3D tištěných čokoládových objektů

Pro měření byl použit texturometr TA.XT plus (Godalming, UK). Textura 3D objektů byla vyjádřena jako tvrdost (g). Měření bylo provedeno 4x. Před měřením byly 3D objekty temperovány na laboratorní teplotu.

Celkový obsah polyfenolů

Do tmavé lahvičky bylo naváženo 0,1 g vzorku a poté bylo přidáno 20 ml směsi ethanol:voda (1:1). Vzorky byly extrahovány po dobu 30 minut v ultrazvukové lázni a následně byl odebrán 1 ml do 25 ml odměrné baňky, ke vzorku bylo přidáno 5 ml roztoku Folin Ciocalteu (naředěného 1:10) a 4 ml 7,5% Na_2CO_3 . Vzorky byly inkubovány ve tmě po dobu 30 minut. Absorbance byla změřena při 765 nm oproti slepému vzorku (1 ml vzorku byl nahrazen 1 ml destilované vody). Výsledky byly vyjádřeny jako obsah mg gallové kyseliny na gram vzorku.

FRAP

Pro stanovení antioxidační aktivity metodou FRAP bylo naváženo 0,1 g vzorku, ke kterému bylo přidáno 20 ml směsi ethanol:voda (1:1) a vzorky byly poté ultrazvukovány ve vodní lázni po dobu 30 minut. Následně bylo odpipetováno 180 μl extraktu do tmavých lahviček, do kterých se přidalo 300 μl destilované vody a 3,6 ml pracovního roztoku (octový pufr, TPTZ a FeCl_3). Vzorky byly dále inkubovány po dobu 8 minut ve tmě. Absorbance byla změřena při vlnové délce 593 nm oproti slepému vzorku (destilovaná voda + pracovní roztok). Trolox byl použit pro přípravu kalibrační křivky a výsledky byly vyjádřeny jako μmol Troloxu na gram vzorku.

DPPH

Do tmavých lahviček bylo naváženo 0,1 g vzorku, ke kterému bylo přidáno 20 ml směsi ethanol:voda (1:1) a vzorky byly ultrazvukovány po dobu 30 minut a poté přefiltrovány. 1 ml 0,1 mM roztok DPPH bylo smícháno se 3 ml extraktu a po 30 minutách inkubace ve tmě byla změřena absorbance na spektrofotometru CECIL při 517 nm.

$$\text{DPPH (\%)} = [(\text{Abs}_{\text{DPPH}} - \text{Abs}_{\text{DPPH}}) / \text{Abs}_{\text{DPPH}}] \times 100$$

ABTS

Do tmavých lahvíček bylo naváženo 0,1 g vzorku, ke kterému bylo přidáno 20 ml směsi ethanol:voda (1:1) a vzorky byly ultrazvukovány po dobu 30 minut a poté přefiltrovány. 12 - 16 hodin před měřením bylo smícháno 10 ml 0,007M roztoku ABTS s 10 ml 0,00245M roztoku peroxodisíranu draselného. Roztok byl před samotným měřením zředěn tak, aby jeho výsledná absorbance při 735 nm byla 0,7. Poté bylo smícháno 1980 μ l roztoku ABTS s 20 μ l připraveného extraktu. Vzorky byly inkubovány po dobu 5 minut ve tmě a následně byla změřena absorbance při 735 nm. Výsledky byly vypočítány podle následujícího vzorce:

$$\text{ABTS (\%)} = [(Abs_{\text{ABTS}} - Abs_{\text{vzorku}}) / Abs_{\text{ABTS}}] \times 100$$

CUPRAC

Do tmavých lahvíček bylo naváženo 0,1 g vzorku, ke kterému bylo přidáno 20 ml směsi ethanol:voda (1:1) a vzorky byly ultrazvukovány po dobu 30 minut a poté přefiltrovány. Bylo smícháno 1 ml 0,01M Cooper (II), 1 ml 0,0075M Neocuproin, 1 ml NH_4Ac pufr $\text{pH}=7,0$, 0,1 ml směsi ethanol:voda (1:1) a 1 ml extraktu. Vzorky byly poté inkubovány po dobu 1 hodiny ve tmě a následně byla změřena absorbance při 450 nm oproti slepému vzorku. Trolox byl použit pro přípravu kalibrační křivky a výsledky byly vyjádřeny jako μ mol Troloxu na gram vzorku.

VÝSLEDKY A DISKUZE

V Tab. 2 jsou uvedeny výsledky textury (tvrdosti). Z výsledků vyplývá, že přidavek NPZnO a koloidního NPAG několikanásobně zvýšil tvrdost čokoládových objektů. Výjimku tvořil vzorek obsahující 0,05 % NPZnO . Vzorky obsahující koloidní NPAG vykazovaly mnohonásobně vyšší tvrdost, než vzorky obsahující NPZnO . Nejvyšší hodnota tvrdosti byla zaznamenána u vzorku s koncentrací NPAG 10 ppm, kde se vůči kontrole projevil statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$). Nicméně, tvrdost čokoládových objektů mohla být ovlivněna skutečností, že koloidní NPAG byly dispergovány ve vodě. Dle studie Acan et al. (2021) závisí tvrdost čokolády na úrovni obsahu vlhkosti. Čokolády s vysokým obsahem vlhkosti budou vykazovat tvrdší texturu (Shourideh et al, 2012).

Tabulka 2: Výsledky tvrdosti čokoládových objektů (g)

Vzorek	Tvrdost (g)
Kontrola	24.240 ± 18.542
Choco _{Zn0,05}	0.567 ± 0.438
Choco _{Zn0,2}	443.203 ± 154.356
Choco _{Zn0,5}	643.297 ± 399.064
Kontrola	24.240 ± 18.542 ^a
Choco _{Ag10}	2389.833 ± 1460.037 ^{ab}
Choco _{Ag30}	960.800 ± 445.209 ^{ac}
Choco _{Ag50}	1726.150 ± 259.491 ^{bc}

*horní indexy znázorňují statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) mezi řádky

V Tab. 3 jsou zobrazeny výsledky měření celkových polyfenolů v čokoládových tištěných objektů vyjádřených obsahem kyseliny gallové a výsledky antioxidačních metod DPPH a ABTS. Čokoláda je produktem bohatým na polyfenoly, zejména na flavan-3-oly (Paz-Yépez et al, 2019). Polyfenoly v čokoládě jsou schopny darovat volným radikálům vodík a tím tak přerušit reakci volných radikálů v iniciačních krocích (Krishnaraj et al, 2010; Otunola and Afolayan, 2018). Přídavek NPZnO zvýšil celkový obsah polyfenolů pouze u koncentrace 0,5 %. Zde se projevil statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) vůči kontrole. S rostoucím obsahem NPZnO hodnoty celkových polyfenolů klesaly. Přítomnost koloidního NPAg zvýšila hodnoty obsahu celkových polyfenolů u vzorků s koncentrací kovu 10 a 30 ppm. U výsledků metody DPPH je patrné, že přídavek NPZnO příliš neovlivnil antioxidační aktivitu vzorků. Po přidání koloidního NPAg byla pozorována vyšší antioxidační aktivita až u vzorku s koncentrací kovu 50 ppm ($p < 0,05$). Antioxidační aktivity měřené metodou ABTS byly u vzorků tištěné čokolády s přídavkem NPZnO a koloidního NPAg velmi podobné antioxidační aktivitě kontrolního vzorku.

V Tab. 4 jsou zobrazeny výsledky z měření antioxidační aktivity čokoládových objektů metodou FRAP a CUPRAC. U metody FRAP bylo pozorováno snížení antioxidační aktivity po přídavku NPZnO ($p < 0,05$). Naopak přídavek koloidního NPAg zvýšil antioxidační aktivitu, vyjma vzorků s nejvyšší koncentrací koloidního stříbra,

což odpovídá výsledkům chitosanových filmů s přidavkem koloidu NPAg. U metody CUPRAC pozorujeme snížení antioxidačních aktivit u všech vzorků obsahující NPZnO ($p<0,05$) vůči kontrole. Tento trend se projevil i u vzorků s přidavkem koloidního NPAg ($p<0,05$).

Tabulka 3: Výsledky obsahu celkových polyfenolů (mg kyseliny gallové/g), DPPH (%) a ABTS (%)

Vzorek	TPC (mg gallové kyseliny/g)	DPPH (%)	ABTS (%)
Kontrola	7.587 ± 0.160^a	72.183 ± 2.956	12.686 ± 1.014^a
Choco _{Zn0,05}	8.284 ± 1.138^b	71.703 ± 8.354	12.073 ± 0.362^b
Choco _{Zn0,2}	7.004 ± 0.118^a	69.458 ± 1.675	11.736 ± 0.194^c
Choco _{Zn0,5}	6.965 ± 0.219^a	72.474 ± 7.341	12.764 ± 0.622^{ab}
Kontrola	7.587 ± 0.160^a	72.183 ± 2.956^a	12.686 ± 1.014
Choco _{Ag10}	8.240 ± 0.042^{ab}	64.305 ± 4.337^b	13.081 ± 0.592
Choco _{Ag30}	8.078 ± 0.398^{abc}	71.202 ± 4.584^{ab}	13.085 ± 1.241
Choco _{Ag50}	7.455 ± 0.113^{abcd}	82.045 ± 1.117^c	12.919 ± 0.490

*horní indexy znázorňují statisticky významné rozdíly ($p<0,05$) mezi řádky

Tabulka 4: Výsledky metody FRAP ($\mu\text{mol Troloxu/g}$) a CUPRAC ($\mu\text{mol Troloxu/g}$)

Vzorek	FRAP ($\mu\text{mol Troloxu/g}$)	CUPRAC ($\mu\text{mol Troloxu/g}$)
Kontrola	32.203 ± 1.833^b	$114,268 \pm 7,009^b$
Choco _{Zn0,05}	27.399 ± 0.517^a	$99,832 \pm 0,088^c$
Choco _{Zn0,2}	28.870 ± 0.634^a	$79,118 \pm 1,135^a$
Choco _{Zn0,5}	27.829 ± 2.651^a	$84,218 \pm 0,328^a$
Kontrola	32.203 ± 1.833^a	$114,268 \pm 7,009^a$
Choco _{Ag10}	36.826 ± 5.570^{ab}	$99,832 \pm 0,088^b$
Choco _{Ag30}	41.213 ± 5.576^b	$107,349 \pm 0,890^c$
Choco _{Ag50}	30.694 ± 1.311^a	$89,524 \pm 0,936^d$

*horní indexy znázorňují statisticky významné rozdíly ($p<0,05$) mezi řádky

ZÁVĚR

3D tisk založený na extruzi je nejběžnější technikou tisku potravin. Principem je vrstvení potravinářského materiálu do předem stanoveného tvaru. Mezi nejlépe prostudované materiály vhodné ke 3D tisku patří čokoláda. Vlastnosti čokoládových

matric a výsledných objektů jsou závislé na složení materiálu a přítomnosti přídatných látek. Přítomnost NPZnO a koloidního NPAg několikanásobně zvýšila tvrdost většiny čokoládových objektů, což může být výhodou zejména při manipulaci s tištěnými objekty. Z hlediska celkového obsahu polyfenolů způsobil přídavek NPZnO zvýšení pouze u nejnižší koncentrace. Výsledky metod DPPH a ABTS se od kontrolního vzorku lišily nepatrně. U metody FRAP docházelo u vzorků s nanokovem k poklesu antioxidačních kapacit, podobně tomu bylo i u výsledků metody CUPRAC. Přítomnost koloidního NPAg vykazovala zvýšení obsahu celkových polyfenolů u vzorků se 10 a 30 ppm nanokovu, podobný trend byl pozorován i u výsledků metody FRAP. Z hlediska metod DPPH vykazovala oproti kontrole zvýšenou antioxidační kapacitu pouze vzorek s nejvyšší koncentrací nanokovu. Výsledky ABTS byly se od kontrolního vzorku lišily nepatrně. U metody CUPRAC docházelo k poklesu antioxidačních aktivit v přítomnosti nanokovu. I když přítomnost nanokovu má významný vliv na texturní vlastnosti 3D tištěných čokoládových objektů, je z hlediska bezpečnosti potravin zapotřebí provést další experimenty.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou projektu FVHE/Tremlová/ITA2021, Veterinární univerzita Brno, Czech Republic.

LITERATURA

Biswal, A. K., Misra, P. K. (2020): Biosynthesis and characterization of silver nanoparticles for prospective application in food packaging and biomedical fields. *Materials Chemistry and Physics*, 250: 123014.

Kim, S. M., Woo, J. H., Kim, H. W., Park, H. J. (2022): Formulation and evaluation of cold-extruded chocolate ganache for three-dimensional food printing. *Journal of Food Engineering*, 314: 110785.

- Krishnaraj, C., Jagan, E. G., Rajasekar, S., Selvakumar, P., Kalaichelvan, P. T., Mohan, N. J. C. S. B. B. (2010): Synthesis of silver nanoparticles using *Acalypha indica* leaf extracts and its antibacterial activity against water borne pathogens. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 76(1): 50–56.
- Lanaro, M., Forrestal, D. P., Scheurer, S., Slinger, D. J., Liao, S., Powell, S. K., Woodruff, M. A. (2017): 3D printing complex chocolate objects: Platform design, optimization and evaluation. *Journal of Food Engineering*, 215: 13–22.
- Lu, N., Chen, Z., Zhang, W., Yang, G., Liu, Q., Böttger, R., Zhou, S., Liu, Y. (2021): Effect of silver ion implantation on antibacterial ability of polyethylene food packing films. *Food Packaging and Shelf Life*, 28: 100650.
- Mantihal, S., Prakash, S., Godoi, F. C., Bhandari, B. (2017): Optimization of chocolate 3D printing by correlating thermal and flow properties with 3D structure modeling. *Innovative food science & emerging technologies*, 44: 21–29.
- Otunola, G. A., Afolayan, A. J. (2018): In vitro antibacterial, antioxidant and toxicity profile of silver nanoparticles green-synthesized and characterized from aqueous extract of a spice blend formulation. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 32(3):724–733.
- Paz-Yépez, C., Peinado, I., Heredia, A., Andrés, A. (2019): Lipids digestibility and polyphenols release under in vitro digestion of dark, milk and white chocolate. *Journal of functional foods*, 52: 196–203.
- Shourideh, M., Taslimi, A., Azizi, M. H., Mohammadifar, M. A. (2012): Effects of D-Tagatose and inulin on some physicochemical, rheological and sensory properties of dark chocolate. *International Journal of Bioscience, Biochemistry and Bioinformatics*, 2(5): 314–319.

Singh, T. A., Sharma, A., Tejwan, N., Ghosh, N., Das, J., Sil, P. C. (2021): A state of the art review on the synthesis, antibacterial, antioxidant, antidiabetic and tissue regeneration activities of zinc oxide nanoparticles. *Advances in Colloid and Interface Science*, 295: 102495.

Wang, M., Li, S., Chen, Z., Zhu, J., Hao, W., Jia, G., Chen, W., Zheng, Y., Qu, W., Liu, Y. (2021): Safety assessment of nanoparticles in food: Current status and prospective. *Nano Today*, 39: 101169.

Kontaktní adresa: Ing. Karolína Těšíková, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VETUNI, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: tesikovak@vfu.cz

SENZORICKÁ ANALÝZA BUVOLÍHO MLÉKA A VÝROBKŮ Z NĚJ

SENSORY ANALYSIS OF BUFFALO MILK AND ITS PRODUCTS

Blanka Zábrodská¹

¹Agrovýzkum Rapotín s.r.o., Výzkumník 267, 78813, Rapotín

ABSTRAKT

Produkce buvolího mléka v České republice již nyní slouží k obohacení tuzemského trhu několika produkty i přes to, že je zde chov buvolů teprve v začátcích. Buvolí mléko a produkty z něj jsou totiž v mnohém nutričně hodnotnější než výrobky z kravského mléka a stávají se čím dál populárnějšími. V rámci studie byla provedena senzorická analýza mléka a mléčných produktů buvolů chovaných v České republice a jejich srovnání s kravským mlékem a mléčnými výrobky. Senzorická analýza proběhla pomocí rozdílové (rozlišovací) zkoušky, použita byla párová porovnávací zkouška a proběhlo také kvantitativní hodnocení pomocí desetibodové kategorové stupnice. Buvolí mléko bylo senzoricky hodnoceno lépe než mléko kravské ve všech atributech. Buvolí produkty byly také senzoricky hodnoceny lépe než výrobky z kravského mléka. Buvolí mléko a produkty z něj jsou tedy nutričně a senzoricky hodnotnou alternativou kravského mléka a výrobků z něj a jsou vynikající možností zpestření jídelníčku české populace.

Klíčová slova: buvol domácí, mléko, jogurt, čerstvý sýr, mozzarella, balkánský sýr, senzorická analýza

ABSTRACT

The production of buffalo milk in the Czech Republic already serves to enrich the domestic market with several products, despite the fact that buffalo breeding is only in its infancy. Buffalo milk and its products are nutritionally more valuable than cow's milk products and are becoming more and more popular. As part of the study, a sensory analysis of milk and milk products from buffaloes bred in the Czech Republic was carried out and their comparison with cow's milk and milk products. Sensory analysis was carried out using a difference (discrimination) test, a pairwise comparison test was used, and a quantitative evaluation was also carried out using a ten-point category scale.

Buffalo milk was sensory rated better than cow milk in all attributes. Buffalo products were also sensory evaluated better than cow's milk products. Buffalo milk and its products are therefore a nutritionally and sensorially valuable alternative to cow's milk and its products and are an excellent option for diversifying the diet of the Czech population.

Keywords: domestic buffalo, milk, yogurt, fresh cheese, mozzarella, balcan cheese, sensory analysis

ÚVOD

Buvolím mlékem je myšleno mléko získané od buvola domácího (*Bubalus arnee f. bubalis*), běžněji nazývaného buvol vodní. Buvol vodní je domestikovanou formou divokého buvola indického neboli buvola arni (De Rosa et al., 2009). Více než 95,8 % světové populace vodních buvolů je chováno v Asii. Buvolí mléko je v pořadí druhým nejpoužívanějším mlékem na světě (Abd El-Salam a El-Shibiny, 2011). Za nejvýznamnější producenty buvolího mléka lze považovat Indii, Čínu, Pákistán, Egypt, Itálii, Brazílii a Argentinu (De Rosa et al., 2009). Buvolí mléko obsahuje velké množství jednotlivých základních mléčných složek jako je tuk, bílkoviny a laktóza a je také bohaté na vitaminy a minerály. Již dlouhá léta je hodnoceno jako významný zdroj výživy (Abd El-Salam a El-Shibiny, 2011). Buvolí mléko je v mnohém nutričně hodnotnější než kravské mléko, jak je patrné z tabulky č. 1 (Zicarelli, 2004, Pandya a Khan, 2006, Fox et al., 2016, Navrátilová a Grondělová, 2018). Vysoký obsah nutrientů buvolího mléka přitahuje obrovskou pozornost mlékárenského průmyslu při výrobě různých typů mléčných výrobků (Han et al, 2007).

Buvolí mléko obsahuje asi o 0,5 % větší množství bílkovin než mléko kravské a obsahuje téměř dvojnásobné množství tuku, kdy minimální obsah tuku buvolího mléka je 5 %. Také obsah celkové sušiny buvolího mléka je vyšší než u mléka kravského. Oproti mléku kravskému obsahuje buvolí mléko také více kalorií (Verruma a Salgado, 1994, Ahmad et al., 2008).

Tabulka 1: Porovnání složení buvolího a kravského mléka (Zicarelli, 2004, Pandya a Khan, 2006, Fox et al., 2016, Navrátilová a Gřondělová, 2018)

Analyt	Buvolí mléko (%)	Kravské mléko (%)
Sušina	16,7	13,3
Tukuprostá sušina	9,8	9,0
Bílkoviny	4,0	3,4
Tuk	7,0	4,3
Laktóza	5,1	4,8
Minerální látky	0,8	0,7

Složení mastných kyselin v mléčném tuku je odlišné od kravského mléka. Hladina cholesterolu je v buvolím mléce nižší ve srovnání s mlékem kravským. Buvolí mléko obsahuje oproti kravskému mléku i vyšší koncentraci laktózy (Zicarelli, 2004, Pandya a Khan, 2006, Navrátilová a Gřondělová, 2018). Buvolí mléko obecně obsahuje vyšší koncentrace minerálních látek než mléko kravské, vyniká především vysokým obsahem vápníku (Verruma a Salgado, 1994, Spanghero a Susmel, 1996, Soliman, 2005, Ahmad et al., 2008, Abd El-Salam a El-Shibiny, 2011, Navrátilová a Gřondělová, 2018). Buvolí mléko obsahuje oproti kravskému mléku také vyšší obsah vitaminů (především A a C) než mléko kravské. V důsledku nižšího obsahu karotenů má zářivě bílou barvu, oproti kravskému mléku obsahuje navíc modrozelený pigment biliverdin (Navrátilová, Gřondělová, 2018, Becskei *et al*, 2020, Page, 2021). Stejně jako kravské mléko jej lze použít pro výrobu celé řady mléčných výrobků (Pandya a Khan, 2006, Navrátilová a Gřondělová, 2018, Becskei *et al*, 2020, Page, 2022). Buvolí mléko, v případě, že je šetrně pasterováno, má dobu spotřeby sedm dní, po otevření pak tři dny. Optimální teplota ke konzumaci je 6 stupňů, kdy se rozvinou naplno všechny jeho senzorické vlastnosti (Page, 2022).

Buvolí jogurty, stejně jako buvolí mléko, jsou nutričně bohatší, obsahují vyšší množství bílkovin, sacharidů a vápníku než podobné jogurty vyrobené z kravského mléka (Han et al, 2012, Yang et al, 2013). Dle Yanga et al. (2013) jsou buvolí jogurty stabilnější než jogurty kravské. Buvolí jogurty se vyznačují jemnou a smetanovou chutí.

I bílý jogurt je sám o sobě sladký bez jakéhokoliv přídavku cukru (Page, 2022). Mírné snížení kyselosti a zvýraznění chuti buvolích jogurtů by mohlo zlepšit jejich celkovou přijatelnost (Han et al, 2012). Čerstvé buvolí sýry se vyznačují porcelánově bílou barvou, jemnou mléčnou, jednoduchou, ale výraznou a svěží chutí. V kuchyni mají všestranné využití (AtlasMedia, 2020, Page, 2022). Čerstvé sýry z buvolího mléka oproti sýrům z mléka kravského však rychleji podléhají zkáze i ve srovnání s jinými nezrajícími sýry; rychle ztrácejí sladkokyselo-kvasinkovou svěžest, jejich textura se začíná rozpadat asi po týdnu a rychle nabývají kyselosti. To je důvod, proč se většina čerstvých buvolích sýrů v Itálii konzumuje jen den nebo dva po vyrobení (AtlasMedia, 2020). Mozzarella je jedním z nejoblíbenějších sýrů na světě, patří mezi sýry tradičně vyráběné z buvolího mléka (Arora a Khetra, 2017). Buvolí mozzarella je čerstvý, měkký, šťavnatý, tažený sýr, vyrobený z plnotučného buvolího mléka (Ranucci et al., 2016, AtlasMedia, 2020). Tato italská klasika pochází z oblasti Kampánie, ale v současnosti se vyrábí po celé zemi. Starověká tradice výroby sýra mozzarella sahá až do 4. století před naším letopočtem, nicméně první oficiální zmínka o jeho názvu byla nalezena v kuchařské knize Bartolomea Scappiho, slavného renesančního šéfkuchaře z roku 1570. Buvolí mozzarella má vyšší obsah vápníku a bílkovin a zároveň nižší obsah cholesterolu, díky čemuž je tento sýr obzvláště ceněný a vyhledávaný. Má intenzivní vůni čerstvého mléka a jemnou smetanovou, lehce nakyslou chuť. Buvolí mozzarella je oproti mozzarelle z kravského mléka tučnější, méně vláknitá a aromatictější. Buvolí mozzarella je vždy balena ve slaném nálevu. Její chuť je silnější oproti mozzarelle vyrobené z kravského mléka, nejlépe se rozvine, když se nechá před konzumací dvacet minut při pokojové teplotě. Mezi sýry typu mozzarella lze zařadit tyto: Burrata, Bocconcini, Mozzarella di bufala Campana, Stracciatella, Cilieginská mozzarella, Treccia, Modini mozzarella a Perlini mozzarella (AtlasMedia, 2020). Buvolí balkánský sýr je druh měkkého sýra s typickou slanou chutí a bílou barvou, jedná se o druh řeckého sýru feta, původně vyráběného z ovčího, koziho nebo kravského mléka. Mezi velké výhody balkánského sýra patří jeho dlouhá doba trvanlivosti, která je daná způsobem skladování. Sýr je totiž uchováván ve slaném nálevu. Ten pomáhá udržet typickou slanou chuť balkánského sýra, ale především jej

díky soli konzervuje. Balkánský sýr vyrobený z bývolího mléka má velmi jemnou strukturu a chuť, která je s klasickým balkánským sýrem vyrobeným z kravského mléka absolutně nesrovnatelná (AtlasMedia, 2020).

Cílem této studie bylo sensoricky posoudit rozdíly mezi bývolím mlékem a výrobky z něj ve srovnání s kravským mlékem a výrobky z tohoto mléka.

MATERIÁL A METODIKA

Za účelem získání vzorků pro analýzu sensorických parametrů mléka a mléčných výrobků bývolů chovaných v České republice byla oslovena česká bývolí farma. Tato farma je v současné době jednou z pouze dvou farem zabývajících se chovem bývolů s produkcí mléka v České republice. Na obou farmách chovají Středomořského bývola (Mediterranean) viz. Obrázek 1. Zvířata jsou zde chována v létě pastevně, v zimě s přístupem do stájí. Bývolí mléko a bývolí mléčné výrobky byly získány dvakrát v průběhu roku 2022. Vzorky kravského mléka byly získány z tržní sítě. Vybírány byly vždy výrobky z kravského mléka co nejpodobnější výrobkům z bývolího mléka.

Sensorická analýza proběhla pomocí rozdílové (rozlišovací) zkoušky, jejímž úkolem bylo zjištění, zda mezi vzorky existuje nebo neexistuje rozdíl v organoleptických vlastnostech nebo sensorické jakosti. Použita byla párová porovnávací zkouška (párová rozdílová zkouška), jejíž uspořádání a průběh se řídí normou ČSN EN ISO 5495 ze září roku 2009. Párová porovnávací zkouška je nejjednodušší existující klasifikační zkouška, týká se vždy pouze dvou vzorků. Metoda byla použita pro určení, zda existuje vnímatelný rozdíl nebo podobnost mezi vzorky dvou výrobků, týkající se intenzity sensorických vlastností. Cílem bylo určit, zda mezi vzorky existuje rozdíl a specifikovat jeho směr. Také byly hodnoceny preference konzumentů. Posuzovány byly vzorky kravského a bývolího mléka, kravského a bývolího jogurtu, kravského a bývolího čerstvého sýra, kravské a bývolí mozzarely a kravského a bývolího balkánského sýra (v tomto pořadí). Zkouška proběhla ve dvou opakováních za pomoci patnáctičlenného odborně způsobilého týmu. Sensoricky byly hodnoceny parametry vnější vzhled, barva, intenzita vůně, příjemnost vůně, konzistence, tučnost, slanost, sladkost, kyselost, chuť

a celkový dojem. Senzorická analýza byla doplněna o kvantitativní hodnocení pomocí desetibodové kategorové stupnice s popisem krajních bodů (např. 1 – velmi špatné – 10 – velmi dobré) řídící se dle normy ČSN ISO 4121 ze září roku 2009, kdy hodnotitelé posuzovali intenzitu jednotlivých sensorických parametrů. Nejdříve byl hodnotitelům vždy podán standardní kravský výrobek a následně stejný výrobek vyrobený z buvolího mléka.



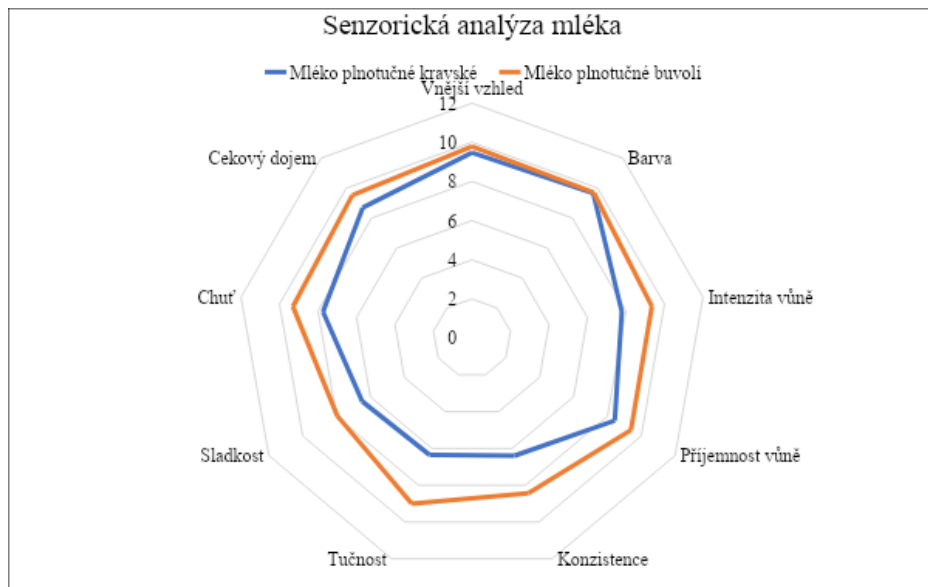
Obrázek 1: Středomořský buvol z české farmy

Pro tvorbu grafů byl využit software pro datovou analýzu Microsoft Excel, verze 2016. Parametry, které u výrobku vykazovaly nulové hodnocení, byly z grafu vždy vyřazeny.

VÝSLEDKY A DISKUSE

U plnotučného kravského a plnotučného buvolího (Obrázek 3) mléka byl hodnocen vnější vzhled, barva, intenzita vůně, příjemnost vůně, konzistence, tučnost, sladkost, kyselost, chuť a celkový dojem (Obrázek 2). Vnější vzhled u kravského plnotučného mléka hodnotitelé posuzovali jako standardní, typický pro plnotučné mléko, působící

lehce krémovým dojmem. U buvolího mléka byl vnější vzhled posuzován hodnotiteli jako působící velmi hustým a krémovým dojmem, avšak zářivější a bělejší. U kravského mléka hodnotitelé posuzovali barvu jako bílou, s lehkým nažloutlým případně krémovým nádechem, barva buvolího mléka byla posuzována jako bílá, jasně či čistě případně zářivě bílá. Intenzita vůně byla u kravského plnotučného mléka hodnocena jako silná a výrazná. U buvolího mléka hodnotitelé posuzovali vůni jako velmi silnou a velmi výraznou. Příjemnost vůně u kravského mléka byla hodnocena jako typická pro kravské mléko, nasládlá příjemná. Vůně buvolího mléka byla hodnocena jako příjemná, sladká, s případným mírným zvířecím či specifickým buvolím nádechem. Konzistence plnotučného kravského mléka byla posuzována jako vodová, velmi tekutá, tekutá až mírně krémová. U buvolího mléka byla konzistence hodnocena jako velmi hustá, silně krémová, působící tučným dojmem. Tučnost kravského mléka byla hodnocena jako mírná, typická pro plnotučné kravské mléko. Buvolí mléko hodnotitelé posuzovali jako velmi tučné, smetanové, případně nadstandardně tučné. Buvolí mléko působilo pro hodnotitele sladším dojmem oproti mléku kravskému. Kyselost nebyla hodnotiteli zaznamenána ani u jednoho ze vzorků. Chuť kravského mléka byla posouzena jako jemná, typická pro kravské mléko, příjemná, bez cizích příchutí. Chuť buvolího mléka byla posuzována jako příjemně krémová, vyrovnaná, velmi dobrá, výborná až vynikající. Celkově působilo buvolí mléko lepším dojmem než mléko kravské. Ahmed et al. (2014) analyzovali organoleptické vlastnosti buvolího, kravského a kozího mléka. Organoleptická analýza zahrnovala texturu, chuť, barvu a vůni. Bylo zjištěno, že buvolí mléko je oproti mléku kravskému a kozímu organolepticky lepší ve všech parametrech.

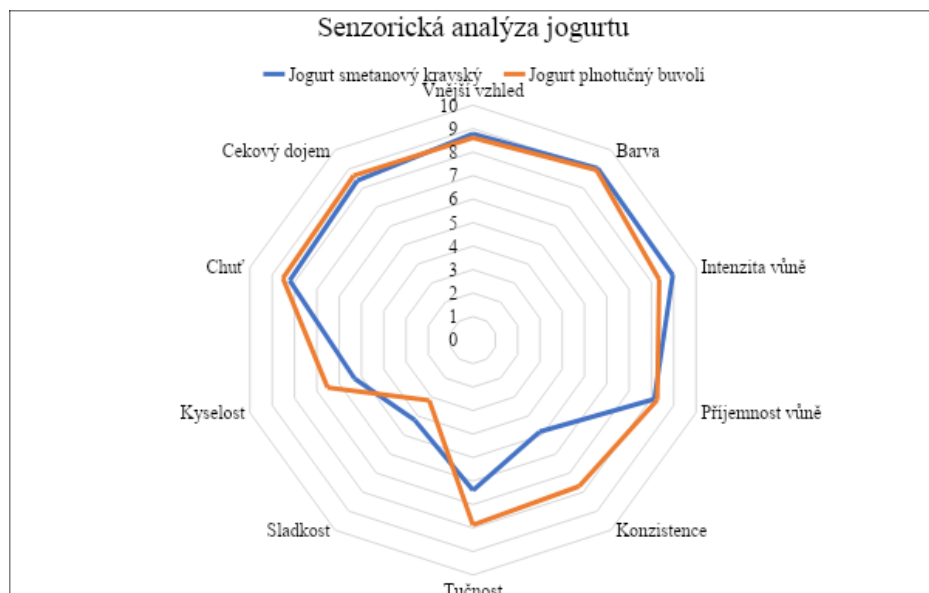


Obrázek 2: Senzorická analýza kravského a buvolího mléka



Obrázek 3: Buvolí mléko

U smetanového kravského a plnotučného buvolího (Obrázek 5) jogurtu byl hodnocen vnější vzhled, barva, intenzita vůně, příjemnost vůně, konzistence, tučnost, sladkost, kyselost, chuť a celkový dojem (Obrázek 4).



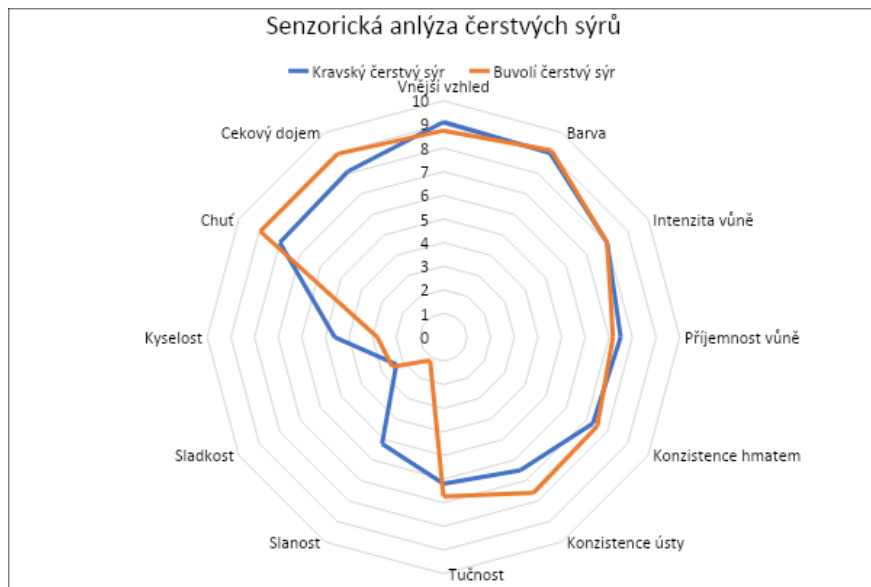
Obrázek 4: Senzorická analýza kravského a buvolího jogurtu



Obrázek 5: Buvolí jogurt

U vnějšího vzhledu smetanového kravského jogurtu hodnotitelé poukázali na tenkou vystouplou tukovou vrstvu na povrchu. U buvolího plnotučného jogurtu byla tuková vrstva na povrchu dle hodnotitelů velmi silná, 1–1,5 cm tlustá. Barva kravského jogurtu byla dle hodnotitelů bílá, popř. s krémovým nádechem nebo lehce krémová až nažloutlá. Barva buvolího jogurtu byla hodnocena jednoznačně jako čistě bílá, popř. zářivě bílá. Vůně kravského jogurtu byla hodnocena jako velmi intenzivní, výrazná a smetanová. Vůně buvolího jogurtu byla hodnocena jako intenzivní, výrazná, smetanová, s mírným kyselým pachem. Příjemná byla hodnotitelům vůně obou druhů jogurtů. Konzistenci kravského jogurtu posoudili hodnotitelé jako s vyvstalým tukem na povrchu, mírně hrudkovitou, na pohled nehomogenní, avšak následně v ústech hladká a krémová. Konzistence buvolího jogurtu byla posouzena jako se silnou tukovou vrstvou na povrchu, hladká, krémová až smetanová, příjemně krémová v ústech. Dle Yanga et al. (2013) má buvolí jogurt lepší texturní vlastnosti oproti jogurtu kravskému. Tučnost kravského jogurtu byla hodnocena jako vysoká, u buvolího jogurtu jako velmi vysoká. Sladkost byla u kravského jogurtu hodnocena jako mírná, u buvolího jako velmi mírná, jemně znatelná. Kyselost kravského jogurtu byla hodnocena jako střední, avšak příjemná, u buvolího jogurtu byla hodnocena jako poměrně výrazná, vyšší, avšak vyrovnaná s ostatními chutěmi a příjemně mléčně kysaná. Celková příjemnost chuti kravského jogurtu byla hodnocena jako vyrovnaná, smetanová a dobrá. Celková příjemnost chuti buvolího jogurtu byla hodnotiteli posouzena jako velmi příjemně smetanová, lehce nakyslá, avšak vyrovnaná, celkově vynikající. Celkový dojem kravského smetanového jogurtu byl velmi dobrý, avšak lepším dojmem působil buvolí jogurt, který byl hodnocen jako vynikající se specifickou, příjemně mléčně kysanou chutí a vůní. Khalifa a Zakaria (2019) ve své studii prováděli senzoričskou analýzu jogurtů vyrobených z mléka jiných druhů zvířat než z mléka kravského. Jogurt z buvolího mléka měl oproti jogurtu z kozího a velbloudího mléka příjemnější barvu, vůni, chuť i texturu a působil i lepším celkovým dojmem. Ahmed et al. (2014) ve své studii analyzovali organoleptické vlastnosti buvolího, kravského a kozího jogurtu. Organoleptická analýza zahrnovala texturu, chuť, barvu a vůni. Bylo zjištěno, že buvolí jogurt byl hodnotiteli upřednostněn a je oproti kravskému a kozímu jogurtu

organolepticky lépe hodnocen ve všech parametrech. Sarica et al. (2019) také hodnotili senzorické vlastnosti buvolího a kravského jogurtu v průběhu čtyř týdnů skladování. Jogurt vyrobený z buvolího mléka byl hodnotiteli preferován v každém testovacím období a nejlépe byl buvolí jogurt hodnocen na konci období skladování.



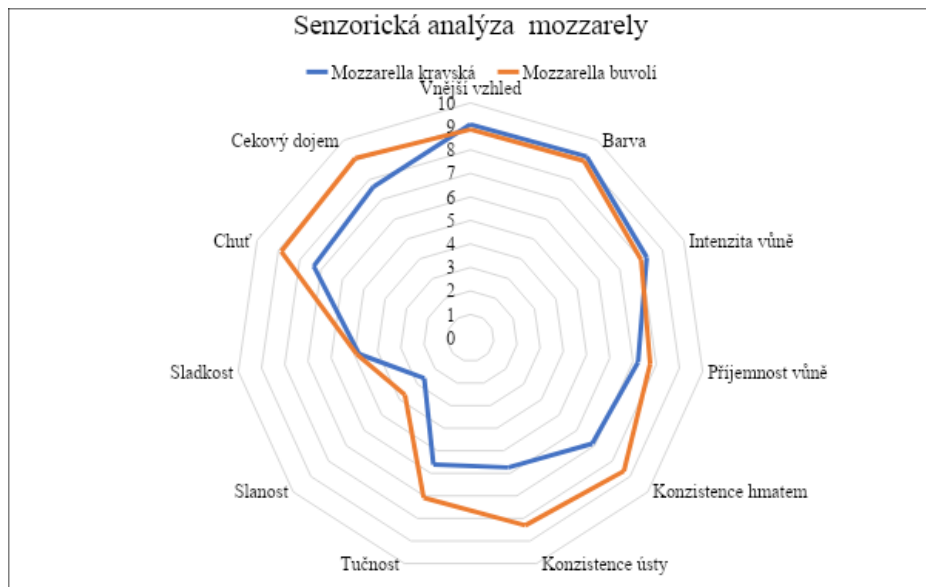
Obrázek 6: Senzorická analýza kravského a buvolího čerstvého sýra



Obrázek 7: Buvolí čerstvý sýr

U čerstvého kravského a čerstvého buvolího (Obrázek 7) sýra byly hodnoceny parametry vnější vzhled, barva, intenzita vůně, příjemnost vůně, konzistence hmatem, konzistence ústy, tučnost, slanost, sladkost, kyselost, chuť a celkový dojem (Obrázek 6). Příjemnost vnějšího vzhledu byla hodnocena u kravského sýra kladně, sýr působil dobrým dojmem, hladce a celistvě. Vnější vzhled u buvolího sýra byl hodnocen velmi kladně, jako kompaktní a celkově příjemný. Barva kravského čerstvého sýra byla hodnocena jako bílá, s krémovým nádechem, případně smetanová. Barva buvolího sýra byla hodnocena jako čistě bílá. Intenzita vůně byla hodnocena u obou sýrů jako velmi intenzivní. Vůně obou sýrů byla hodnocena jako příjemná, u buvolího sýra byl zaznamenán specifický pach. Konzistence kravského sýra byla hodnocena jako dobrá, negativním dojmem však působila mírná drobivost. Konzistence buvolího sýra byla hodnocena jako vynikající. Kravský sýr byl hodnotiteli posouzen jako středně tučný, u buvolího sýra byla tučnost hodnocena jako vysoká. Slanost kravského sýra byla hodnocena jako přiměřená, středně intenzivní, někteří hodnotitelé posoudili sýr jako dost slaný. Buvolí sýr byl hodnocen jako mírně slaný až téměř neslaný či nedostatečně slaný. Sladká chuť byla u kravského sýra hodnocena jako mírná, u buvolího sýra byla situace podobná. Kravský sýr byl hodnocen jako mírně kyselkavý, buvolí sýr byl také hodnocen jako mírně kyselkavý, avšak kyselejší než sýr kravský. Chuť kravského sýra byla posouzena jako příjemná, vyvážená, středně intenzivní, sýr byl vyhodnocen jako celkově chutný. Buvolí sýr byl hodnocen jako vynikající, s čistou a vyváženou intenzivní chutí, specifickou pro daný druh zvířete. Celkový dojem z kravského sýra byl výborný, s příjemnou vůní a vyváženou chutí. Buvolí sýr byl hodnocen jako vynikající, s celkově výborným vzhledem a texturou, intenzivní vůní a s příjemnou vyváženou kyselou, sýrovou a smetanovou chutí. Dimitreli et al. (2017) studovali texturní a senzorké vlastnosti bílých měkkých sýrů vyrobených ze tří různých směsí buvolího a kravského mléka (100:0, 70:30 a 30:70) během 3měsíčního skladování. Zvýšení koncentrace buvolího mléka způsobilo snížení tvrdosti a soudržnosti, žvýkavosti a elasticity. Skladování vedlo ke snížení lámavosti, tvrdosti, soudržnosti, pružnosti, žvýkavosti a elasticity. Respondenti vyhodnotili jako nejpříjemnější bílý měkký sýr vyrobený z buvolího mléka.

U kravské a buvolí (Obrázek 9) mozzarely byly hodnoceny parametry vnější vzhled, barva, intenzita vůně, příjemnost vůně, konzistence hmatem, konzistence ústy, tučnost, slanost, sladkost, kyselost, chuť a celkový dojem (Obrázek 8). Vnější vzhled byl u obou druhů mozzarely hodnocen kladně, obě mozzarely byly kompaktní, na povrchu hladké, přiměřeně lesklé. Barva kravské mozzarely byla hodnocena jako bílá, barva buvolí mozzarely jako čistě či jasně bílá. Intenzita vůně byla hodnocena jako silná a výrazná u obou druhů sýra. Vůně obou mozzarell byla příjemná, typická pro tento výrobek, bez cizích pachů. Konzistence kravské mozzarely byla hodnocena jako měkká, mírně rozpadavá, avšak typicky vrstvená. Konzistence buvolí mozzarely byla hodnocena jako pevná, kompaktní, typicky vrstvená. Tučnost u kravské mozzarely posoudili hodnotitelé jako střední, tučnost buvolí mozzarely jako poměrně vysokou. Slanost u kravské mozzarely byla hodnocena jako mírná, sýr byl některými hodnotiteli posouzen jako téměř neslaný nebo nedostatečně slaný. Slanost buvolí mozzarely byla posouzena jako mírná, přiměřená pro tento typ sýra, odpovídající. Sladkost u obou sýrů byla hodnocena jako přiměřená, střední, dostatečná, vyrovnaná s ostatními chutěmi. Kyselost nebyla zaznamenána u žádného ze sýrů. Chuť kravské mozzarely byla hodnocena jako výborná, vyrovnaná, typická pro tento druh sýra. Chuť buvolí mozzarely byla posouzena jako vynikající, příjemná, vyvážená, lahodná a jemná a charakteristická pro tento druh sýra. Celkový dojem z kravské mozzarely byl dobrý, mozzarella měla příjemnou barvu i vůni, vyrovnanou chuť, nicméně jej mírně kazila měkčí a lehce rozpadavá konzistence. Celkový dojem z buvolí mozzarely byl vynikající, zaujala příjemnou barvou a vůní, výbornou a vyváženou chutí, charakteristickou pro tento typ sýra a velmi dobrou konzistencí. Malinao (2015) hodnotila senzorické vlastnosti sýrů mozzarella vyrobených z buvolího, kravského a kozího mléka. Mozzarella z buvolího mléka měla nejvyšší hodnocení ve všech senzorických kvalitách oproti mozzarelle z kravského a následně kozího mléka. Emata a Almazan (1998) hodnotili senzorické parametry sýrů mozzarella z buvolího a kravského mléka. V této studii byla mozzarella z buvolího mléka z hlediska všech senzorických a funkčních vlastností hodnocena lépe než mozzarella z kravského mléka.

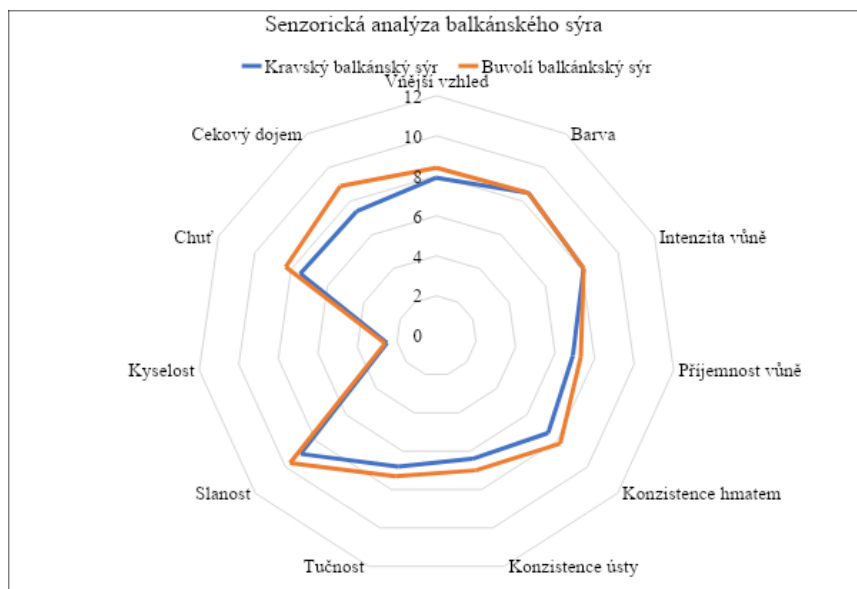


Obrázek 8: Senzorická analýza kravské a buvolí mozzarely



Obrázek 9: Buvolí mozzarella

U kravského a buvolího balkánského sýra byly hodnoceny parametry vnější vzhled, barva, intenzita vůně, příjemnost vůně, konzistence hmatem, konzistence ústy, tučnost, slanost, sladkost, kyselost, chuť a celkový dojem (Obrázek 10). Vnější vzhled kravského balkánského sýra byl posouzen hodnotiteli jako typický pro tento výrobek, pevný, s nekompaktním povrchem a hrudkující se. Vnější vzhled buvolího balkánského sýra byl hodnocen také jako typický pro balkánský sýr, hrudkovitý, avšak pevný a držící tvar s nekompaktním povrchem. Barva kravského balkánského sýra byla hodnocena jako bílá, popř. s jemným krémovým nádechem. Barva buvolího balkánského sýra byla posouzena jako čistě a jasně bílá. Intenzita vůně byla velmi silná u obou druhů balkánského sýra. Příjemnost vůně u kravského balkánského sýra byla hodnocena jako typická pro balkánský sýr, se slaným nádechem. Vůně buvolího sýra byla také hodnotiteli posouzena jako charakteristická pro balkánský sýr, příjemná, slaná. Konzistence kravského sýra byla hodnocena jako středně pevná, lehce lepivá a mírně drobivá. Konzistence buvolího balkánského sýra byla hodnocena jako pevná, nelepivá a lehce drobivá, avšak sýr byl dobře krájitelný. Tučnost obou balkánských sýrů byla podobná, hodnocena jako střední až vyšší. Intenzita slané chuti byla hodnocena jako vysoká, u buvolího balkánského sýra byla hodnocena jako velmi vysoká či nadprůměrná. Příjemnost slané chuti obou balkánských sýrů byla hodnocena převážně pozitivně, nicméně někteří respondenti ji hodnotili jako příliš intenzivní. Sladkost nebyla zaznamenána u žádného z balkánských sýrů. Sporadicky byla u obou sýrů zaznamenána jemná kyselková chuť. Chuť kravského balkánského sýra byla posouzena jako příjemná, vyvážená a velmi intenzivní, sýr byl vyhodnocen jako celkově chutný. Buvolí sýr byl hodnocen jako vynikající, s čistou a vyváženou velmi intenzivní a velmi slanou chutí, specifickou pro daný druh sýra. Celkový dojem byl u kravského balkánského sýra hodnocen jako dobrý až výborný, sýr měl pěknou barvu i příjemnou vůni, nicméně konzistence byla lehce lepivá a drobivá. Celkový dojem z balkánského buvolího sýra byl vynikající, sýr měl příjemnou barvu i vůni, výbornou konzistenci a vynikající chuť. Kumar et al. (2012) ve své studii senzoricky porovnávali kravský a buvolí sýr typu feta. U buvolího sýra typu feta byl lépe hodnocen ($p \leq 0,05$) celkový vzhled a barva oproti balkánskému sýru vyrobenému z kravského mléka.



Obrázek 10: Senzorická analýza kravského a buvolího balkánského sýra

ZÁVĚR

Buvolí mléko a produkty z něj jsou nutričně hodnotnější než výrobky z kravského mléka a stávají se čím dál populárnějšími. V rámci studie byla provedena senzorická analýza mléka a mléčných produktů buvolů chovaných v České republice a jejich srovnání s kravským mlékem a mléčnými výrobky. Buvolí mléko bylo sensoricky hodnoceno lépe než mléko kravské ve všech attributech, obzvláště vyniklo svou příjemnou vůní a jemnou, smetanově krémovou konzistencí a chutí. Buvolí produkty byly také sensoricky hodnoceny lépe než výrobky z kravského mléka. Buvolí jogurt zaujal svou zářivě bílou barvou, příjemnou kyselkavou vůní, hladkou a jemnou krémovou konzistencí a vyrovnanou, sladko-kyselou vynikající chutí. U čerstvého buvolího sýra byl výborně hodnocen jeho vzhled, intenzivní, specifická vůně, výborná konzistence s vynikající, čistou a vyváženou intenzivní chutí, specifickou pro daný druh zvířete. Buvolí mozzarella působila vynikajícím celkovým dojmem, zaujala příjemnou barvou a vůní, velmi dobrou konzistencí a výbornou a vyváženou chutí, charakteristickou pro tento typ sýra. Celkový dojem z balkánského buvolího sýra byl

vynikající, sýr měl příjemnou barvu a intenzivní atraktivní vůni, výbornou konzistenci a vynikající chuť. Buvolí mléko a produkty z něj jsou tedy nutričně a senzoricky hodnotnou alternativou kravského mléka a výrobků a jsou vynikající možností zpestření jídelníčku české populace.

PODĚKOVÁNÍ

Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1223.

LITERATURA

Abd El-Salam, M. H., El-Shibiny, S. (2011): A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk. *Dairy Science & Technology*, 91(663).

Ahmad, S., Gaucher, I., Rousseau, F., Beaucher, E., Piot, M., Grongnet, J. F., Gaucheron, F. (2008): Effects of acidification on physico-chemical characteristics of buffalo milk: A comparison with cow's milk. *Food Chemistry*, 106(1), 11–17.

Ahmed, N., Elahi, S., Salariya, A. M., Rashid, A. A. (2014): Physico-chemical and organoleptic comparison of buffalo, cow and goat milk and their yogurt samples. *Pakistan Journal of Science*, 66(3), 225–231.

Arora, S., Khetra, Y. (2017): Cheese. Chapter 42 - Buffalo Milk Cheese (Fourth edition), 1093–1101.

AtlasMedia (2020): Tasteatlas [Online]. [Citováno dne: 12.1.2023]. Dostupné z: <https://www.tasteatlas.com/most-popular-water-buffalos-milk-cheeses-in-the-world>

Becskei, Z., Savić, M., Ćirković, D., Rašeta, M., Puvača, N., Pajić, M., Đorđević, S., Paskaš, S. (2020): Assessment of water buffalo milk and traditional milk products in a sustainable production system. *Sustainability*, 12, 6616–6632.

De Rosa, G., Grasso, F., Pacelli, C., Napolitano, F., Winckler, Ch. (2009): The welfare of dairy buffalo. *Italian Journal of Animal Science*, 8(1), 103–116.

Dimitreli, G., Exarhopoulos, S., Antoniou, K. K., Zotos, A., Bampidis, V. A. (2017): Physicochemical, textural and sensory properties of white soft cheese made from buffalo and cow milk mixtures. *International Journal of Dairy Technology*. 70(4), 506–513.

Emata, O. C., Almazan, E. N. (1998): Production of mozzarella cheese from buffalo milk. "Recent developments in animal production" - proceedings of the Philippine Society of Animal Science 35th Annual Convention, Sarabia, A.S.Lihat, T.S. (Comp.).- College, Laguna (Philippines). 21–28.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., Mcsweney, P. L. H. (2016): Chemistry of milk constituents. *Fundamentals of Cheese Science*, 71–104.

Han, B. Z., Meng, Y., Li, M., Yang, Y. X., Ren, F. Z., Zeng, Q. K., Robert Nout, M. J. (2007): A survey on the microbiological and chemical composition of buffalo milk in China. *Food Control*, 18(6), 742–746.

Han, X., Lee, F. L., Zhang, L., Guo, M. R. (2012): Chemical composition of water buffalo milk and its low-fat symbiotic yogurt development. *Functional Foods in Health and Disease*, 2(4), 86–106.

Huang, L., Abdel-Hamid, M., Romeih, E., Zeng, Q. K., Yang, P., Walker, G., Li, L. (2020): Textural and organoleptic properties of fat-free buffalo yogurt as affected by polydextrose. *International Journal of Food Properties*, 23:1, 1–8.

Khalifa, M. I., Zakaria A. M. (2019): Physiochemical, sensory characteristics and acceptability of a new set yogurt developed from camel and goat milk mixed with buffalo milk. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*. 7(3), 172–177.

Kumar, S., Kanawjia, S.K., Kumar, S., Khatkar, S. (2012): Comparative study of buffalo and cow milk feta-type cheese with respect to sensory and biochemical characteristics during ripening. *Journal of Food Processing and Preservation*. 38(3), 823–829.

Malinao, G. A. C. (2015): Comparative quality characteristics of mozzarella cheese from goat's, buffalo's and cow's milk. Bachelor of Science in Agriculture. Major in Animal Science. College of Agriculture and Food Science (CAFS). Undergraduate Theses. Dostupné z: <https://www.ukdr.uplb.edu.ph/etd-undergrad/1578>

Pandya, A. J., Khan, M.M. (2006): Buffalo milk. In: Park Y. W. and Haenlaein G. F. W. (edit): Handbook of milk of non bovine mammals (1.vyd.), London UK: Blackwell Publishing Professional, 195–246.

Navrátilová, P., Gřondělová, A. (2018): Buvolí mléko, produkce, složení, vlastnosti a využití ve výživě člověka. Ústav hygieny a technologie mléka, VFU Brno. Projekt IVA 2018 FVHE/2340/50.

Page, A. (2022): Buvolí farma Ohař. [Online]. [Citováno dne: 04.08.2022]. Dostupné z: <http://www.buvolifarmaohar.cz/>

Pappa, E. C., Zerridis, G. K. (2012): Teleme Cheese. In book Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology. By HUI, Y. H. – EVRANUZ, Ö. E. 2nd Edition, CRC Press, 814 p. eBook ISBN9780429107528.

Ranucci, D., Garofalo, A., Urbani, E., Rea, S., Loschi, A. R., Stocchi, R., Miraglia, D., Branciarri, R. (2016): Seasonal variations of Italian Mediterranean Buffalo (*Bubalus bubalis*) Mozzarella cheese quality. *Journal of Dairy Research*, 83(4), 476–478.

Sarica, E., Coşkun, H., Kemer, I. C., Samur, E. S., Çifçi, F. M., Aktaş, A., Erer, H., Vergili, E. (2019): A comparative study on the shelf life of the yogurts produced from cow and buffalo milks. *The Journal of Food*. 44(3), 483–490.

Soliman, G. Z. A. (2005): Comparison of chemical and mineral content of milk from human, cow, buffalo, camel and goat in egypt. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 21(1), 116–130.

Spanghero, M., Susmel, P. (1996): Chemical composition and energy content of buffalo milk. *Journal of Dairy Research*, 63, 629–633.

Verruma, M. R., Salgado, J. M. (1994): Chemical analysis of buffalomilk in relation to cow milk. *Scientia Agricola*, 51, 131–137.

Yang, T. X., Wang, F., Li, H., Liu, Q. S., Li, Q. Y. (2013): The nutrition of buffalo milk: a comparison with cow milk. *Advanced Materials Research*. 781–784, 1460–1463.

Zicarelli, L. (2004): Buffalo milk: its properties, dairy yield and mozzarella production. *Veterinary Research Communications*, 28, 127–135.

Kontaktní adresa: Mgr. Blanka Zábrodská, Ph.D., Agrovýzkum Rapotín s.r.o., Výzkumníků 267, 788 13 Rapotín, Česká republika, tel.: +420 583 392 134, e-mail: blanka.zabrodská@vuchs.cz

PROFIL MASTNÝCH KYSELÍN V ZEMIAKOVÝCH HRANOLČEKOCH FRITOVANÝCH V REPKOVOM OLEJI

FATTY ACID PROFILE IN POTATO FRENCH FRIES DEEP-FRIED IN RAPESEED OIL

Lucia Zeleňáková¹ – Michaela Gabašová¹ – Michal Angelovič²
Branislav Gálik³ – Martina Fikselová¹ – Anna Kolesárová¹

¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

²Ústav poľnohospodárskej techniky, dopravy a bioenergetiky, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

³Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

ABSTRAKT

Cieľom práce bolo analyzovať profil a obsah mastných kyselín v zemiakových hranolčkoch fritovaných v repkovom oleji. Hlboko zmrazené hranolčky určené predovšetkým do gastronomických prevádzok sa paralelne fritovali v repkovom oleji za rôznych podmienok (175 °C/4 min a 200 °C/3 min), až kým sa nedosiahol prijateľný limit pre obsah polárnych materiálov (TPM) na úrovni 24 %, čo naznačuje prepraženie a znehodnotenie oleja. Vo vzorkách zemiakových hranolčiek bolo analyzovaných 43 typov mastných kyselín. Vzorky z balenia obsahovali 51,59 % kyseliny linolovej, 35,53 % kyseliny olejovej, 6,44 % kyseliny palmitovej a 3,56 % kyseliny stearovej. Porovnaním PUFA, MUFA a SFA sme zistili, že kým obsah PUFA v hranolčkoch v dôsledku procesu fritovania klesol, u MUFA bol trend opačný (≤ 0.05). Počiatočné množstvo SFA v hranolčkoch bolo 11,45 %, po prvom fritovaní sa znížilo na 7,79 % (a) a 7,88 % (b). Ku koncu obsah týchto mastných kyselín opäť mierne vzrástol a to na 8,25 % (c) a 8,43 % (d).

Kľúčové slová: hranolky, fritovanie, mastné kyseliny, repkový olej, analýza

ABSTRACT

The aim of the work was to analyze the profile and content of fatty acids in potato French fries deep-fried in rapeseed oil. Deep-frozen French fries intended primarily for catering establishments were parallel fried in rapeseed oil under different conditions (175 °C/4 min and 200 °C/3 min), until reaching the acceptable limit for the content of polar materials (TPM) at the level of 24%, which indicates over-frying and deterioration of the oil. 43 types of fatty acids were analyzed in potato French fries samples. Samples from the package contained 51.59% linoleic acid, 35.53% oleic acid, 6.44% palmitic acid and 3.56% stearic acid. By comparing PUFA, MUFA and SFA, we found that while the PUFA content in French fries decreased due to the frying process, for MUFA the trend was opposite (≤ 0.05). The initial amount of SFA in French fries was 11.45%, after the first frying it decreased to 7.79% (a) and 7.88% (b). At the end it rose slightly to 8.25% (c) and 8.43% (d).

Keywords: French fries, deep-frying, fatty acids, rapeseed oil, analysis

ÚVOD

Fritovanie je tepelná úprava potravín, plávajúcich v tuku pri teplotách medzi 150 °C a 200 °C. Horúci tuk obklopuje potraviny väčšinou zo všetkých strán, preto je teplo prenášané rýchlo. 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 nutrično-fyziologické funkcie. Neexistuje však olej, ktorý by bol ideálny pre všetky typy fritovania (Sales-Campos et al., 2013; Abd Razak et al., 2021).

Počas procesu vyprážania dochádza k mnohým reakciám, ktoré vedú k tvorbe nových zlúčenín, ktoré vznikajú vystavením oleja vysokým teplotám kontaktom medzi potravinami a médiom na vyprážanie, obsahom vody v potravinách a vzduchom v kontakte s povrchom potravín. Primárne chemické reakcie spojené s fritovaním, ktoré spôsobujú veľké zmeny v zložení mastných kyselín oleja sú oxidácia, hydrolýza,

polymerizácia a izomerizácia, ktoré vedú k produkcii voľných mastných kyselín, alkoholov, aldehydov, ketónov, diglyceridov, monoglyceridov, cyklických zlúčenín a epoxidy. Nasýtené mastné kyseliny môžu ovplyvniť degradáciu olejov na vyprážanie (Zhang et al., 2015a; Gertz, 2014).

Je známe, že polynenasýtené mastné kyseliny sú náchylnejšie na oxidáciu v porovnaní s mononenasýtenými a nasýtenými mastnými kyselinami z dôvodu vyššieho stupňa nenasýtenia (Bellés et al., 2018).

Polynenasýtené mastné kyseliny ω -3 aj ω -6 vo vzťahu k ľudskému zdraviu sú dôležitými modulátormi vnútrobunkových sieťových signálov, ktoré súvisia so zlepšením imunologickej odpovede, prevenciou apoptózy, inhibíciou rastu nádorov, protizápalovými účinkami a zoslabením aterosklerózy (Zárate et al., 2017).

Z poznatkov získaných vo výskume vyplýva, že ω -3 polynenasýtené mastné kyseliny a konjugovaná kyselina linolová prejavujú významné účinky v prevencii proti chronickým stavom, ako sú srdcové choroby a niektoré druhy rakoviny. Preto sa javí zvýšený záujem o kvalitu zdroja lipidov v strave ako o základný faktor, ktorým možno ovplyvňovať a podporovať zdravie a dobré životné podmienky (den Hartigh, 2019).

Podľa Banni et al. (2001) sa konjugovaná kyselina linolová prednostne včleňuje do neutrálnych lipidov a menej do fosfolipidov. Kyselina linolová sa prednostne včleňuje do fosfolipidov a menej do neutrálnych lipidov, t.j. triacylglycerolov. Fosfolipidy sú prítomné v bunkových membránach. Príčinou nižšieho včleňovania konjugovanej kyseliny linolovej do uvedených štrukturálnych lipidov môže byť stav neohybnosti molekuly, ktorý spôsobuje *trans*-dvojitá väzba v konjugovanej kyseline linolovej. Tento stav vedie k zväčšovaniu dvojvrstvy membrán fosfolipidov a narušeniu ich funkcií.

Simopoulos (2016) vo svojej štúdii poukazuje na mnohé biologické účinky kyseliny linolovej (C18:2) a kyseliny α -linolénovej (C18:3). Vo vzťahu k ľudskému zdraviu sú charakterizované ako esenciálne mastné kyseliny a mastné kyseliny s dlhým reťazcom, ako je kyselina eikozapentaénová (C20:5), kyselina dokozanpentaénová (C22:5) a kyselina dokozaheptaénová (C22:6).

V skutočnosti vyššie percento kyseliny olejovej naznačuje lepšiu odolnosť voči tepelnej a oxidačnej degradácii počas spracovania (Rotondo et al., 2020).

Nasýtené a nenasýtené mastné kyseliny môžu ovplyvniť degradáciu olejov na vyprážanie. Vo všeobecnosti sú oleje s vysokým obsahom polynenasýtených mastných kyselín (kukuričný, sójový, slnečnicový, repkový a arašidový olej) vhodné pre domácu kuchyňu. Napriek tomu sa uvádza, že oleje s nízkym obsahom kyseliny linolovej a vysokým obsahom kyseliny olejovej (olivový, mandľový, repkový olej) sú stabilnejšie počas procesu vyprážania (Bou et al., 2012).

V zmysle uvedeného bolo cieľom práce analyzovať obsah mastných kyselín v zemiakových hranolčekom fritovaných v repkovom oleji pri rôznych podmienkach.

MATERIÁL A METODIKA

Hlbokozmrazené hranolčky (hovorovo hranolky) určené primárne pre stravovacie prevádzky boli paralelne fritované v repkovom oleji pri rôznych podmienkach (175 °C/4 min a 200 °C/3 min), až do dosiahnutia akceptovateľného limitu pre obsah polárnych zložiek (TPM) na úrovni 24 %, čo svedčí o prefritovaní a znehodnotení oleja. Fritovanie prebiehalo kontinuálne v dvoch fritézach (Bartscher SNACK III A162810E) s citlivým termostatom o kapacite 8 litrov. V jednotlivých fritézach sa za vyššie uvedených podmienok fritovalo rovnaké množstvo hranolčekom (100 g – jeden fritovací cyklus), pričom fritovací proces prebiehal konštantne 6 hodín denne. Vzorky hranolčekom boli následne vážené do hmotnosti 150 g, zmixované a zmrazené až do doby samotnej analýzy. Obsah mastných kyselín bol analyzovaný hneď po vytiahnutí z obalu, po prvom fritovaní a po dosiahnutí TPM hodnoty. Pri stanovení percentuálneho obsahu mastných kyselín sa vykonali 3 paralelné merania každej vzorky.

Zloženie zemiakových hranolčekom: hranolčky predsmažené rýchle zmrazené s čistým povrchom. Zloženie: zemiaky 86 %, obal 7 % (modifikovaný škrob, ryžová múka, škrob, soľ, kypriace činidlá E450, E500, zahusťovadlo E415, korenie, kurkuma, paprika, dextróza).

Zloženie repkového oleja: 100 %, pričom 100 g oleja obsahovalo 91,5 g tuku (8,6 g nasýtených mastných kyselín), 0 g cukrov.

Charakteristika použitých metód:

- 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 profilu mastných kyselín bolo uskutočnené plynovou chromatografiou podľa ISO 12966-1:2014 a pozostávalo z dvoch principiálnych krokov: príprava vzorky na stanovenie mastných kyselín a vlastné stanovenie.

Označenie vzoriek:

Kontrola H (k) – predsmažené a hlbokozmrazené hranolčky

a – zemiakové hranolčky, 175 °C/4 min, odber vzorky hneď po prvom fritovaní.

b – zemiakové hranolčky, 200 °C/3 min, odber vzorky hneď po prvom fritovaní.

c – zemiakové hranolčky, 175 °C/4 min, odber vzorky po dosiahnutí hraničnej TPM (24 %)

d – zemiakové hranolčky, 200 °C/3 min, odber vzorky po dosiahnutí hraničnej TPM (24 %)

Štatistické vyhodnotenie výsledkov

Matematické a štatistické vyhodnotenie výsledkov bolo uskutočnené v počítačovom programe Microsoft Office Excel a jeho doplnkových analytických nástrojoch, ako aj v programe SAS Enterprise Guide version 1.5. Dáta boli podrobené analýze rozptylu (ANOVA) vo všeobecných lineárnych modeloch (GLM), na štatistické vyhodnotenie bol použitý Scheffeho test a t-test na hladine významnosti $\alpha = 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Napriek negatívnym účinkom na zdravie, hlboko vyprážané potraviny zostávajú medzi spotrebiteľmi veľmi obľúbené. Jedinečné senzorické vlastnosti takto pripravených pokrmov nemožno napodobniť inou technologickou úpravou (Darla et al., 2005; Zhang et al., 2016).

Stanovenie cieľov a realizácia experimentu vychádzali z požiadaviek slovenskej legislatívy (vyhláška č. 533/2007). Tá hovorí, že na priebežné vyprážanie a fritovanie pripravovaných pokrmov možno použiť len tuky určené na tepelnú prípravu a na daný účel. Tieto tuky a oleje je možné používať maximálne 24 hodín, pričom ich prevádzková teplota nesmie presiahnuť 180 °C, pokiaľ výrobca neuvádza inak. Gastronomické prevádzky však z ekonomických, časových a personálnych dôvodov tieto požiadavky nedodržiavajú a fritujú podstatne dlhší čas, často v nekvalitnom oleji a pri vysokej teplote. Keďže degradáciu oleja na vyprážanie výrazne urýchľujú potraviny, podmienky vyprážania by sa mali starostlivo kontrolovať.

Ako táto skutočnosť vplyva na profil mastných kyselín v samotných fritovaných zemiakových hranolčekoch, bolo predmetom výskumu metodicky popísaného vyššie.

Rozhodujúcim parametrom pre stanovenie obsahu, resp. profilu mastných kyselín v hranolčekoch bolo sledovanie hodnoty TPM, ktorá súvisí s kvalitou a znehodnotením oleja. Ako už bolo spomenuté, hlbokozmrazené predsmažené zemiakové hranolčky primárne určené pre stravovacie zariadenia sa vyprážali v repkovom oleji pri dvoch podmienkach (175 °C/4 min a 200 °C/3 min), kým sa nedosiahol limit pre obsah TPM (24 %).

V čerstvom repkovom oleji sme namerali 4 % TPM, ktorý sa počas kontinuálneho fritovania za vyššie uvedených podmienok zvyšoval. K znehodnoteniu oleja (≥ 24 %) došlo po 20 ½ (vzorky b–d), resp. 22 ½ (vzorky a–c) hodínach nepretržitého fritovania hranolčekov. Výsledky sú uvedené v tabuľke 1.

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

Zeleňáková et al. (2012) skúmali tepelno-degradačné zmeny repkového a slnečnicového oleja počas fritovania zemiakových hranolčekov pri 170 °C, 4 min. Jeden z analyzovaných parametrov bol aj obsah polárnych zložiek. V čerstvom repkovom oleji zistili hodnotu TPM 3,3 %, hraničná hodnota bola zistená po 23 ½ hodinách. Naopak, slnečnicový olej začínal s hodnotou 5,5 % a k jeho prepáleniu došlo už po 17 ½ hodinách.

Zaujímavé výsledky zistili Zeleňáková et al. (2019), ktorí uvedené parametre skúmali aj vo vzťahu k uchovávaniu repkového oleja počas noci, keď sa nefritovalo. Olej s vyšším obsahom kyseliny olejovej bol jednak stabilnejší, a hraničnú hodnotu TPM dosiahol po 22 hodinách (v noci uchovávaný pri izbovej teplote) a 26 ½ hodinách (v noci uchovávaný v chladničke).

V prírode sa vyskytujú masné kyseliny obvykle ako zložky komplexných molekúl lipidov, t. j. tuky (zložky energie) a fosfolipidy (primárne zložky bunkových membrán) (Thompson, 2020).

V rámci stanovenia profilu masných kyselín v jednotlivých vzorkách zemiakových hranolčekov bolo celkovo analyzovaných 43 druhov masných kyselín. Prítomnosť 11 masných kyselín bola zaznamenaná vo všetkých vzorkách počas každého stanovenia, obsah kyseliny erukovej bol detegovaný až v hranolčekoch, ktoré prešli prvým fritovaním. V primárnom polotovare sa táto kyselina nezistila. Ako vyplýva z tabuľky 2, v zemiakových hranolčekoch prevládala kyselina linolová, olejová a palmitová, obsah ostatných bol nižší ako 5 %.

Zemiakové hranolčky pochádzajúce priamo z obalu obsahovali 51,59 % kyseliny linolovej, 35,53 % kyseliny olejovej, 6,44 % kyseliny palmitovej a 3,56 % kyseliny stearovej.

Profil mastných kyselín v zemiakových hranolčkoch sa však menil v závislosti od podmienok fritovania, pričom u niektorých mastných kyselín bol zaznamenaný ich pokles, u iných naopak nárast (kyseliny palmitoolejová, olejová, α -linolénová, arachidonová, eikozapentaénová a dokozahehexaénová). Kyselina linolová, ktorá patrí medzi ω -6 mastné kyseliny, sa v čerstvých hranolčkoch nachádzala v množstve 51,59 %, pričom po prvom fritovaní pri 175 °C/4 min sa jej obsah znížil na 21,69 % ($p \leq 0,05$), po 22 ½ hodinách dokonca na 20,40 % ($p \leq 0,05$). O niečo vyššie množstvo tejto mastnej kyseliny (22,07 %) bolo zistené v hranolčkoch fritovaných pri vyššej teplote 200 °C/3 min a trend poklesu bol rovnako zistený pri prefritovaní oleja (21,52 %).

Naopak, obsah kyseliny olejovej v zemiakových hranolčkoch stúpal a to z hodnoty 35,53 % na 60,17 % (175 °C/4 min, vzorka a) a po dosiahnutí hraničnej TPM až na 61,73 % (vzorka c). Aj pri vyššej teplote fritovania sme zaznamenali tento trend. Všetky výsledky boli štatisticky preukazné ($p \leq 0,05$).

Najväčšiu skupinu mastných kyselín v hranolčkoch tvorili polynenasýtené mastné kyseliny (PUFA), ktoré sú aj najnáchylnejšie na oxidáciu a znehodnotenie oleja. Porovnaním PUFA, MUFA (mononenasýtené mastné kyseliny) a SFA (nasýtené mastné kyseliny) sme zistili, že kým obsah polynenasýtených mastných kyselín vplyvom fritovacieho procesu v hranolčkoch klesal (z 51,85 % na 27,89–25,59 % u vzoriek a–c, resp. 28,16–26,27 % u vzoriek b–d), u mononenasýtených kyselín bol trend opačný ($p \leq 0,05$). Počiatočné množstvo nasýtených mastných kyselín v zemiakových hranolčkoch bolo 11,45 %. Prvé fritovanie pri 175 °C/4 min spôsobilo pokles týchto mastných kyselín na hodnotu 7,79 %, aby sa na konci fritovacieho procesu zaznamenal opäť mierny nárast (8,25 %). Medzi vzorkami fritovanými pri 175 °C/4 min a 200 °C/3 min nebol zaznamenaný štatisticky významný rozdiel ($p > 0,05$).

Zaujímavé výsledky priniesla aj štatistická analýza pomocou t-testu (tabuľka 3), pomocou ktorého sme porovnávali priemerné hodnoty podielu nasýtených, mononenasýtených a polynenasýtených mastných kyselín z celkového obsahu mastných kyselín v zemiakových hranolčkoch a repkovom oleji fritovaných pri rôznych podmienkach (hm. %). Kým obsah PUFA a SFA bol o niečo vyšší v zemiakových hranolčkoch či už v primárnom stave alebo po fritovaní za uvedených podmienok, u MUFA bol trend opačný. Rozdiely v obsahu týchto mastných kyselín medzi hranolčkmi a olejmi boli štatisticky preukazné ($p \leq 0,05$).

Konjugovaná kyselina linolová, podobne ako ďalšie polynenasýtené mastné kyseliny, sa môže oxidovať v procese β -oxidácie, tiež sa môže predĺžiť jej reťazec a tiež v ňom môžu vzniknúť ďalšie dvojité väzby účinkom desaturáz. Z konjugovanej kyseliny linolovej takto vzniká konjugovaná kyselina arachidonová (Marounek, 2007).

Kyselina linolová je prekursorom radu ω -6 bioaktívnych mastných kyselín, ako je kyselina arachidonová, kyselina γ -linolénová a kyselina dokozapentaénová. V dôsledku vyššej expresie kyseliny linolovej sa môže zvýšiť obsah polynenasýtených mastných kyselín (Brand et al., 2018).

V stredomorských krajinách je hlavným zdrojom mononenasýtených mastných kyselín olivový olej (74 g.100 g⁻¹). Ďalšími ich zdrojmi sú oleje z repky (59 g.100 g⁻¹), arašidov (46 g.100 g⁻¹), slnečnice (32 g.100 g⁻¹), kukurice (29 g.100 g⁻¹), sóje (24 g.100 g⁻¹) a svetlicový olej (14 g.100 g⁻¹) (Nicklas et al., 2004).

Podobnú štúdiu ako v našom prípade uskutočnila aj Zeleňáková et al. (2016), ktorí v repkovom oleji stanovovali profil mastných kyselín (43 druhov mastných kyselín). Prítomnosť 8 mastných kyselín bola zaznamenaná vo všetkých vzorkách počas každého stanovenia, obsah 6 mastných kyselín bol dokázaný iba v niektorých vzorkách, resp. v prvých dňoch fritovania nebol zistený žiadny. V oleji prevládala kyselina olejová (60,5 %), ďalej to bola kyselina linolová (18,9 %) a ostatné kyseliny mali obsah nižší ako 10 %, napríklad linolénová (6,4 %), palmitová (5,1 %), steárová (1,7 %) a eikozaénová (1,2 %).

Mononenasýtené mastné kyseliny boli predovšetkým zistené v čerstvom repkovom oleji (61,22 %), kým v slnečnicom oleji boli podstatne v nižšom množstve (29.77%). Vplyvom fritovania sa ich obsah mierne zvýšil, a to v oboch olejoch. Počiatočné množstvo nasýtených mastných kyselín v repkovom oleji bol 6,94%, v slnečnicovom bol o niečo vyšší a to 10,37 %). Najväčšiu skupinu mastných kyselín v slnečnicom oleji tvorili polynenasýtené mastné kyseliny (PUFA), ktoré sú aj najnáchylnejšie na oxidáciu a znehodnotenie oleja. Vplyvom fritovania sa množstvo týchto kyselín znížilo, a to o 9,42 % v repkovom oleji a o 10,8 % v oleji slnečnicovom. Počiatočný obsah bol pritom 28,14 % a 58,91 % (Zeleňáková et al., 2019).

Štúdia, ktorú uskutočnili Liu et al. (2021) sa zamerala na skúmanie zmien v profile mastných kyselín počas fritovania ryžových koláčikov. Identifikovali 17 mastných kyselín, z ktorých 7 (C16:0, C18:0, C18:1, 9c12cC18:2, cccC18:3, C20:0, C20:4) sa považuje za hlavné. Zistilo sa, že sójové oleje sú bohaté na kyselinu linolovú (C18:2, >50 %), olejovú (C18:1, >23 %), palmitovú (C16:0, >10 %). Podobné experimenty uskutočnili aj Cao et al. (2015), Li et al. (2019).

Zaujímavé výsledky boli zistené v obsahu kyseliny arachidónovej. Jej malé množstvo bolo zistené vo vzorkách oleja počas vyprážania ryžových chlebíkov. Predpokladá sa, že časť z relatívneho množstva tejto kyseliny sa môže preniesť do vyprážaného oleja pri vysokej teplote (Dobarganes et al., 2000).

Pri vyprážaní mäsa z kuracích prs v sójovom oleji sa zaznamenal nárast kyseliny palmitovej a olejovej a pokles kyseliny linolovej, linolénovej a stearovej (Zhang et al., 2016).

Podobný výskum, ako my, uskutočnili Zhang et al. (2015b), ktorí sledovali zmeny v zložení mastných kyselín v závislosti od rôznych časových podmienok vyprážania. Zistili, že počas vyprážania od 0 h do 10 h bol obsah palmitovej, kyseliny olejovej a arachidónovej vyšší, zatiaľ čo obsah stearovej kyseliny a kyseliny linolénovej sa znižoval.

Tabuľka 2: Profil mastných kyselín v zemiakových hranolčkoch fritovaných v rôznych kombináciách v jedlom repkovom oleji (hm. %) a štatistické vyhodnotenie (Scheffého test)

Mastná kyselina	Podmienky fritovania a štatistické ukazovatele									
	Kontrola H (k)		175 °C/4 min (a)		200 °C/3 min (b)		175 °C/4 min (c)		200 °C/3 min (d)	
	$\bar{x} \pm s$	v (%)	$\bar{x} \pm s$	v (%)	$\bar{x} \pm s$	v (%)	$\bar{x} \pm s$	v (%)	$\bar{x} \pm s$	v (%)
palmitová	6,44 ^{a,b,c,d} ±0,00	0	4,82 ^{k,d,c} ±0,00	0	4,84 ^{k,d,c} ±0,01	0,15	5,10 ^{k,b,a} ±0,06	1,11	5,18 ^{k,b,a} ±0,02	0,41
palmitoolejová	0,11 ^{a,b,c,d} ±0,00	0	0,20 ^k ±0,00	0	0,20 ^b ±0,01	3,63	0,21 ^k ±0,01	6,73	0,20 ^k ±0,00	0
stearová	3,56 ^{a,b,c,d} ±0,00	0	1,96 ^{k,d,c} ±0,00	0	2,00 ^{k,d,c} ±0,00	0	2,08 ^{k,a,b,d} ±0,02	1,02	2,19 ^{k,a,b,c} ±0,01	0,32
olejová	35,53 ^{a,b,c,d} ±0,01	0,02	60,17 ^{k,b,c,d} ±0,01	0,02	59,87 ^{k,a,c,d} ±0,01	0,01	61,73 ^{k,a,b,d} ±0,03	0,05	60,89 ^{k,a,b,c} ±0,10	0,16
linolová	51,59 ^{a,b,c,d} ±0,01	0,03	21,69 ^{k,b,c,d} ±0,01	0,03	22,07 ^{k,a,c,d} ±0,01	0,03	20,40 ^{k,a,b,d} ±0,04	0,21	21,52 ^{k,a,b,c} ±0,01	0,07
α-linolénová	0,23 ^{a,b,c,d} ±0,00	0	6,05 ^{k,b,c,d} ±0,01	0,23	5,94 ^{k,a,c,d} ±0,01	0,12	4,90 ^{k,a,b,d} ±0,04	0,72	4,45 ^{k,a,b,c} ±0,04	0,80
arachidonová	0,26 ^{a,b,c,d} ±0,01	0	0,52 ^{k,c} ±0,00	0	0,52 ^{k,c} ±0,00	0	0,5 ^{k,a,b,d} 5±0,01	1,30	0,53 ^{k,c} ±0,00	0
EPA	0,17 ^{a,b,c,d} ±0,01	4,29	1,01 ^{k,c,d} ±0,00	0	0,99 ^{k,c} ±0,00	0,71	1,04 ^{k,a,b,d} ±0,00	0	0,98 ^{k,a,c} ±0,01	0,72
behenová	0,74 ^{a,b,c,d} ±0,00	0	0,35 ^{k,b,c,d} ±0,00	0	0,36 ^{k,a,c,d} ±0,00	0	0,37 ^{k,a,b,d} ±0,00	0	0,39 ^{k,a,b,c} ±0,00	0
eruková	-	-	0,10 ±0,00	0	0,10 ±0,01	7,44	0,10 ±0,01	7,44	0,09 ±0,00	0
lignocerová	0,26 ^{a,b,c,d} ±0,00	0	0,15 ^{k,c} ±0,01	0	0,15 ^{k,c} ±0,00	0	0,14 ^{k,a,b,d} ±0,00	0	0,15 ^{k,c} ±0,00	0

DHA	0,00 ^{a,b,c,d} ±0,00	-	0,15 ^{k,c,d} ±0,01	4,88	0,14 ^{k,c,d} ±0,00	0	0,28 ^{k,a,b} ±0,01	5,05	0,30 ^{k,a,b} ±0,00	0
PUFA	51,82 ^{a,b,c,d} ±0,01	0,03	27,89 ^{k,b,c,d} ±0,01	0,05	28,16 ^{k,a,c,d} ±0,01	0	25,59 ^{k,a,b,d} ±0,08	0,28	26,27 ^{k,a,b,c} ±0,05	0,19
MUFA	35,81 ^{a,b,c,d} ±0,01	0,04	61,47 ^{k,b,c,d} ±0,01	0,01	61,16 ^{k,a,c,d} ±0,01	0,01	63,17 ^{k,a,b,d} ±0,02	0,02	62,25 ^{k,a,b,c} ±0,04	0,07
SFA	11,45 ^{a,b,c,d} ±0,01	0,06	7,79 ^{k,c,d} ±0,01	0,09	7,88 ^{k,c,d} ±0,01	0	8,25 ^{k,a,b,d} ±0,08	0,94	8,43 ^{k,a,b,c} ±0,02	0,25

Vysvetlivky:

SFA – nasýtené mastné kyseliny, MUFA – mononenasýtené mastné kyseliny, PUFA – polynenasýtené mastné kyseliny, EPA – kyselina eikozapentaénová, DHA – kyselina dokozahexaénová

\bar{x} = priemerná hodnota, s = smerodajná odchýlka, v = variačný koeficient

Označenie písmenami „k, a, b, c, d“ pri číselnej hodnote priemeru v danom riadku znamená štatisticky preukazný rozdiel medzi skupinami ($p \leq 0,05$), bez uvedenia písmena je štatisticky nepreukazný rozdiel medzi skupinami ($p > 0,05$)

Tabuľka 3: Priemerná hodnota a štatistické vyhodnotenie (t-test) podielu nasýtených, mononenasýtených a polynenasýtených mastných kyselín z celkového obsahu mastných kyselín v zemiakových hranolčkoch a repkovom oleji fritovaných pri rôznych podmienkach (hm. %)

Zemiakové hranolčky a olej	PUFA	<i>t-test</i>	MUFA	<i>t-test</i>	SFA	<i>t-test</i>
	$\bar{x} \pm s$		$\bar{x} \pm s$		$\bar{x} \pm s$	
175 °C/4 min (a)						
Hranolky	27,89 ±0,01	p<0,001	61,47 ±0,01	p<0,001	7,79 ±0,01	p<0,001
Olej	25,91 ±0,06		63,75 ±0,04		7,21 ±0,02	
200 °C/3 min (b)						
Hranolky	28,16 ±0,01	p<0,001	61,16 ±0,01	p<0,001	7,88 ±0,01	p<0,001
Olej	25,85 ±0,03		63,78 ±0,01		7,23 ±0,01	
175 °C/4 min (c)						
Hranolky	25,59 ±0,08	p<0,001	63,17 ±0,02	p<0,001	8,25 ±0,08	p<0,001
Olej	23,98 ±0,02		65,22 ±0,01		7,64 ±0,01	
200 °C/3 min (d)						
Hranolky	26,27 ±0,05	p<0,001	62,25 ±0,04	p<0,001	8,43 ±0,02	p<0,001
Olej	23,41 ±0,01		65,56 ±0,01		7,70 ±0,01	

Vysvetlivky:

SFA – nasýtené mastné kyseliny, MUFA – mononenasýtené mastné kyseliny, PUFA – polynenasýtené mastné kyseliny, EPA – kyselina eikozapentaénová, DHA – kyselina dokozahehexaénová

$\bar{x} \pm s$ = priemerná hodnota, *s* = smerodajná odchýlka

štatisticky veľmi vysoko preukazný rozdiel medzi skupinami podľa t-testu (p<0,001)

ZÁVER

V priebehu rokov bol vyvolaný značný záujem o optimalizáciu procesu vyprážania a fritovania. Tento prístup má za následok lepšie pochopenie súvislostí týkajúcich sa oleja, potraviny, fritézy a procesu vo všeobecnosti. 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. Fritovanie zahŕňa blízky kontakt medzi použitým olejom a potravinami, ktoré majú byť fritované. Spotrebovaný olej sa stáva súčasťou potraviny a prispieva k chuti, vzhľadu, textúry a nutričnej hodnote finálneho produktu. Výsledky ukázali, že proces fritovania do značnej miery ovplyvňuje aj profil a obsah mastných kyselín či už v oleji, ako aj v zemiakových hranolčkoch. Keďže konzument stojí na konci potravinového reťazca, je nevyhnutné, aby producenti a ďalší spracovatelia vrátane prevádzkovateľov zariadení

POĎAKOVANIE

Výskumná práca vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Osobitné poďakovanie patrí aj projektu KEGA č. 020SPU-4/2021.

LITERATÚRA

Abd Rrazak, R., Tarmizi, A.H.A., Kuntom, A., Sanny, M., Ismail, I. S. (2021): Intermittent frying effect on French fries in palm olein, sunflower, soybean and canola oils on quality indices, 3-monochloropropane-1,2-diol esters (3-MCPDE), glycidyl esters (GE) and acrylamide contents. Food Control, 124: 107887.

Banni, S., Carta, G., Angioni, E., Murru, P., Scanu, M., Melis, D. E., Bauman, S. M. (2001): Distribution of conjugated linoleic acid and metabolites in different lipid fractions in the rat liver. *Journal of Lipid Research*, 42: 1056–1061. doi: 10.1016/S0022-2275(01)00594-7

Bellés, M., Leal, L. N., Díaz, V., Alonso, V., Goncalés, P. R., Beltrán, J. A. (2018): Effect of dietary vitamin E on physicochemical and fatty acid stability of fresh and thawed lamb. *Food Chemistry*, 239: 1–8. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.06.076.

Brand, T. S., Van Der Westhuizen, E. J., Van Der Merwe, D. A., Hoffman, L. C. (2018): Analysis of carcass characteristics and fat deposition of Merino, South African Mutton Merino and Dorper lambs housed in a feedlot. *South African Journal of Animal Science*, 48: 477–488. doi: 10.4314/sajas.v48i3.8.

Bou, R., Navas, J. A., Tres, A., Codony, R., Guardiola, F. (2012): Quality assessment of frying fats and fried snacks during continuous deep-fat frying at different large scale producers *Food Contr.*, 27(1): 254–267. doi:10.1016/j.foodcont.2012.03.026

Cao, J., Zou, X. G., Deng, L., Fan, Y. W., Li, H., Li, J., Deng, Z. Y. (2014): Analysis of nonpolar lipophilic aldehydes/ketones in oxidized edible oils using HPLC-QqQ-MS for the evaluation of their parent fatty acids. *Food Res. Int.*, 64: 901–907.

Darla, R., Daniel, R. D., Leslie, D., Thompson, T. A., Brend, J., Chih-Lang W., Hoover, L. C. (2005): Nonhydrogenated Cottonseed Oil Can Be Used as a Deep Fat Frying Medium to Reduce *Trans*-Fatty Acid Content in French Fries. *J Am Diet Assoc.*, 105:1927–1932.

Den Hartigh, L. J. (2019): Conjugated Linoleic Acid Effects on Cancer, Obesity, and Atherosclerosis: A Review of Pre-Clinical and Human Trials with Current Perspectives. *Nutrients*, 11(2): 370. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128868.

Dobarganes, C., M'arquez-Ruiz, G., Velasco, J. (2000): Interactions between fat and food during deep-frying. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 102(8–9): 521–528.

Gertz, CH. (2014): Fundamentals of the frying process. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 116(6): 669–674. ISSN 1438-7697.

Li, X., Wu, G., Yang, F., Meng, L., Huang, J., Zhang, H., Jin, Q., Wang, X. (2019): Influence of fried food and oil type on the distribution of polar compounds in discarded oil during restaurant deep frying. *Food Chem.*, 272: 12–17.

Liu, S., Zhong, Y., Shen, M., Yan, Y., Yu, Y., Xie, J., Nie, S., Xie, M. (2021): Changes in fatty acids and formation of carbonyl compounds during frying of rice cakes and hairtails. *Journal of Food Composition and Analysis*, 101: 103937.

Marounek, M. (2007): Konjugovaná kyselina linolová v živočišných produktech: souvislost s výživou zvířat a zdravím lidí. Praha : Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. [online], vol. 42. Dostupné na:
<https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/Marounek-CLA-2007.pdf>.

Nicklas, T. A., Hampl, J. S., Taylor, C. A., Thompson, V. J., Heird, W. C. (2004): Monounsaturated fatty acid intake by children and adults: temporal trends and demographic differences. *Nutrition Reviews*, 62: 132–141. doi: 10.1111/j.1753-4887.2004.tb00035.x.

Rotondo, A., La Torre, G.L., Dugo, G., Cicero, N., Santini, A., Salvo, A. (2020): Oleic acid is not the only relevant mono-unsaturated fatty ester in olive oil. *Foods*, 9(4): 384. doi:10.3390/foods9040384

Sales-Campos, H., Reis De Souza, P., Crema Peghini, B., Santana Da Silva, J., Ribeiro Cardoso, C. (2013): An overview of the modulatory effects of oleic acid in health and disease. *Mini Rev. Med. Chem.*, 13(2): 201–210. doi: 10.2174/138955713804805193

Simopoulos, A. P. (2016): An Increase in the Omega-6/Omega-3 Fatty Acid Ratio Increases the Risk for Obesity. *Nutrients*, 8: 128. doi: 10.3390/nu8030128.

Thompson, T. E. (2020): "Lipid". In *Encyclopedia Britannica* [online]. Dostupné na: <https://www.britannica.com/science/lipid>.

Vyhláška Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 533/2007 o podrobnostiach o požiadavkách na zariadenia spoločného stravovania.

Zárate, R., Jaber-Vazdekis, N. E, Tejera, N., Pérez, J. A., Rodríguez, C. (2017): Significance of long chain polyunsaturated fatty acids in human health, *Clinical and Translational Medicine*, 6 (1): 25. doi: 10.1016/j.vas.2018.08.001.

Zelenáková, L., Pastyriková, S., Židek, R., Mura, L. (2012): Comparison of the quality of vegetable oils designed for the frying food. *Potravinárstvo*, 6(4): 45–51. doi:10.5219/210

Zelenáková, L., Sojka, L., Angelovičová, M., Kráčmar, S., Fikselová, M., Gálik, B., Šnirc, M., Maršáľková, L., Golian, J. (2016): Tepelno-oxidačné zmeny jedlého repkového oleja počas fritovania. *XLVI. Lenfeldovy a Höklovy dny*. 1. vyd. 1 CD-ROM (302–206.). ISBN 978-80-7305-782-4.

Zelenáková, 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. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 13(1): 138–149. ISSN 1337-0960. doi:10.5219/1080>.

Zhang, Q., Qin, W., Lin, D., Shen, Q., Saleh, A.S.M. (2015a): The changes in the volatile aldehydes formed during the deep-fat frying process. *J. Food Sci. Tech.*, 52(12): 7683–7696.

Zhang, H., Cheng, L., Wang, L., Qian, H. (2015b): Influence of deep-frying using various commercial oils on acrylamide formation in French fries. *Food Addit Contam Part A*, 3(7): 1083–1088.

Zhang, Q., Saleh, A. S. M., Shen, Q. (2016): Monitoring of changes in composition of soybean oil during deep-fat frying with different food types. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 93(1): 69–81.

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

PŘÍLOHY

ANNEXES



INOVACE V POTRAVINÁŘSTVÍ

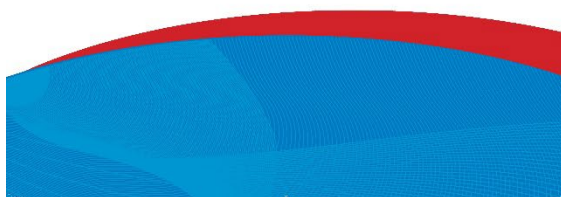
CO PODPORUJEME

TRADICE ↔ INOVACE



JAK PODPORUJEME INOVACE?

- LEGISLATIVNÍ PROCES
- ČESKÉ CECHOVNÍ NORMY
- CENA POTRAVINÁŘSKÉ KOMORY O NEJLEPŠÍ INOVATIVNÍ POTRAVINÁŘSKÝ VÝROBEK
- STUDENTSKÁ SOUTĚŽ „STUDENTI PRO KVALITU POTRAVIN“
- MARKETINGOVÁ PODPORA
- PORADENSKÉ CENTRUM PROJEKTŮ



ČESKÁ TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA PRO POTRAVINY



NÁSTROJ PRO ZVYŠOVÁNÍ KONKURENCECHOPNOSTI POTRAVINÁŘSKÉHO PRŮMYSLU

ÚZKÉ NAPOJENÍ NA EVROPSKÉ TECHNOLOGICKÉ PLATFORMY – FOOD FOR LIFE

Priority platformy

● Priorita „Výživová politika“

- Inovace a reformulace potravin
- Komoditní témata (maso, mléko, obiloviny)

● Priorita „Kvalita potravin“

- Membránové procesy
- České cechovní normy
- Technologie v potravinářství

● Priorita „Bezpečnost potravin a důvěra spotřebitele“

- Antibiotika v potravinách
- Bezpečnost potravin
- Kontaminanty, nové potraviny, GMO a alkohol

● Priorita „Udržitelná a etická produkce“

- Dvojitá kvalita
- Potravinový odpad a plýtvání potravinami
- Udržitelná výroba a spotřeba
- Palmový olej

● Priorita „Komunikace s veřejností“

- Výchova dětí ke zdravému životnímu stylu „Hravě žij zdravě“
- Informování spotřebitele a testy potravin „CZ Test – Svět potravin“
- Aktivita na sociálních sítích

KOORDINÁTOR PLATFORMY



**KNOWLEDGE
JUNCTION**

**Bezpečnost
potravin
a krmiv**

OTEVŘENÁ DATA PRO TRANSPARENTNÍ HODNOCENÍ RIZIK

Najdete na www.zenodo.org



VYHLEDÁVEJTE



STUDUJTE



OBJEVUJTE



PREZENTUJTE

DATA • OBRÁZKY • VIDEOA • LABORATORNÍ VÝSTUPY • SOFTWARE • NÁSTROJE
MODELY • PROTOKOLY A SYSTÉMY POSUZOVÁNÍ KVALITY



Koordinální místo pro vědeckou a technickou spolupráci s EFSA
E-mail: efsa.focalpoint@mze.cz Web: www.bezpecnostpotravin.cz



PARTNER LABORATOŘÍ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

ELEKTROCHEMIE



- pH metry, konduktometry, ionometry
- kapesní, přenosné, stolní varianty
- elektrody
- kalibrační standardy



ODBĚR VZORKU PRO MIKROBIOLOGII



- stěrky suché i s bujónem
- houbičky s rukojetí i bez
- otiskové metody



SOUPRAVY PRO MIKROBIOLOGICKÁ STANOVENÍ



- indikátorové mikroorganismy
- patogeny (*salmonely*, *listerie*, aj.)
- klasická mikrobiologie
- ELISA metody stanovení
- PCR



HYGIENA VÝROBNÍHO PROSTŘEDÍ



- kontrola účinnosti sanitace
- metoda ATP luminiscence



Kontakty:

Biolng, s.r.o., U Hřiště 175/15, Ivančice, 66491

T: +420 776 054 558 | E: info@bioing.cz | eshop.bioing.cz | www.bioing.cz



Dokonale vyvážená chuť

Vytvořte autentický zrající sýr pomocí
našich prvotřídních řešení a to i při
nastavení moderního procesu výroby.

Více na www.chr-hansen.com nebo
kontaktujte czinfo@chr-hansen.com

CHR HANSEN

Improving food & health

GeneProof®

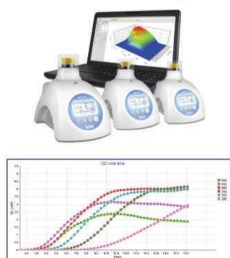
business partner of



OSOBNÍ BIOREAKTORY RTS v nabídce



Osobní bioreaktory RTS jsou zařízení pro mikrobiální kultivaci s automatickým sledováním růstové křivky v reálném čase s možností uživatelské kalibrace na jakýkoliv měřený mikroorganismus.



Typické aplikace:

- Sledování kinetiky růstu během fermentace
- Optimalizace vhodného prostředí
- Sledování chování mikroorganismů v různém prostředí / odlišných podmínkách
- Testování antibiotické rezistence
- Sledování exprese proteinu
- Simulace teplotních šoků
- Kontrola kvality kmene

Patentovaná technologie Reverse-Spin®

RTS-1C



Rozsah měření: 0 – 10 OD
Teplotní rozsah: 4 – 70°C
Objem vzorku: 10 – 30 ml
Rychlost otáček: 50 – 2000 rpm
Počet kanálů: 1

Rozsah měření: 0 – 100 OD
Teplotní rozsah: 15 – 60°C
Objem vzorku: 3 – 50 ml
Rychlost otáček: 150 – 2700 rpm
Počet kanálů: 8

RTS-8



ZAPŮJČENÍ ZDARMA!

PRO ZAPŮJČENÍ ZDARMA NÁS NEVÁHEJTE KONTAKTOVAT

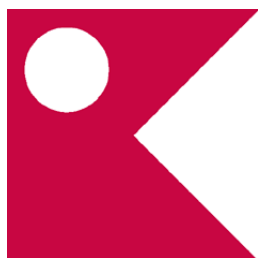
www.geneproof.com

GeneProof a.s.

Viděnská 101/119 / Dolní Heršpice / 619 00 Brno / Czech Republic
+420 543 211 679 / info@geneproof.com



CENTRUM
ZEMĚDĚLSKO-POTRAVINÁŘSKÉHO
VÝZKUMU A INOVACÍ



**POTRAVINÁŘSKÁ
KOMORA
ČESKÉ REPUBLIKY**

Název publikace: SBORNÍK XLIX. KONFERENCE O JAKOSTI
POTRAVIN A POTRAVINOVÝCH SUROVIN

Editoři: Markéta Janík Piechowiczová – Jan Slováček
– Miroslav Jůzl

Vydavatel: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1,
613 00, Brno, Česká republika

Vydání: První, 2023/ Vol. 1-2023

Rok: 2023

Počet stran 576

Počet výtisků online

ISBN 978-80-7509-917-4

<https://doi.org/10.11118/978-80-7509-917-4>

Publikace neprošla jazykovou úpravou.

www.mendelu.cz