

Vydavatel/Publisher: Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 61300 Brno

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Agronomická fakulta
Ústav technologie potravin



SBORNÍK XLVIII. KONFERENCE O JAKOSTI POTRAVIN A POTRAVINOVÝCH SUROVIN

BOOK OF THE 48th FOOD QUALITY AND SAFETY CONFERENCE



1. března 2022

MENDEL UNIVERSITY IN BRNO, CZECH REPUBLIC

Markéta Piechowiczová – Alena Saláková – Miroslav Jůzl
(Editoři)

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



**Markéta Piechowiczová – Alena Saláková – Miroslav Jůzl
(Editoři)**

Ústav technologie potravin

**SBORNÍK XLVIII. KONFERENCE
O JAKOSTI POTRAVIN A POTRAVINOVÝCH SUROVIN**

**BOOK OF THE 48th FOOD QUALITY
AND SAFETY CONFERENCE**

1. března 2022



MENDEL UNIVERSITY IN BRNO, CZECH REPUBLIC

©2022

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

LABOSERV, s.r.o.

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 Výukové a výzkumné kapacity pro biotechnologické obory a rozšíření infrastruktury.

Editoři sborníku: Markéta Piechowiczová – Alena Saláková – Miroslav Jůzl

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

ISBN 978-80-7509-828-3

DOI: <https://doi.org/10.11118/978-80-7509-828-3>

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. a kol.: Slovo úvodem	9
PŘEDNÁŠKOVÁ SEKCE – INGROVY DNY 2022/ REQUESTED LECTURES – INGR'S DAYS 2022	
Pokora, J., Smělá, D., Schneeweiss, P.: Výsledky úřední kontroly potravin provedených SZPI v roce 2021 a komentář k některým novým povinnostem provozovatelů potravinářských podniků	12
Beneš, P.: Evropský úřad pro bezpečnost potravin a jeho 20. výročí a činnost EFSA v České republice	16
Gabrovská, D., Křížová, E., Kavanová, H.: Aktivity a projekty potravinářské komory ČR	22
Lepšová-Skácelová, O.: Řasy jako tradiční i současná potrava nejen v přímořských regionech	31
Malý, O., Mareš, J., Radojičić, M.: Sumeček africký jako modelový příklad zpracování sladkovodních ryb	32
Kameník, J., Dušková, M., Veselá, H., Dorotíková, K., Furmančíková, P., Šedo, O.: Bakterie mléčného kvašení v dušených šunkách: odkud se berou, jak je poznat a jak je omezit?	40
Jůzl, M., Slováček, J., Morávek, Z., Matejovičová, M., Mikulka, O.: Kam s bobrem? Bobr evropský (Castor fiber L.) a jeho technologické zhodnocení v masné výrobě	50
Burešová, I., Dabash, V., Šebestíková, R.: Pekárenská kvalita mouky z barevné rýže	58
Horna, A., Veselá, K., Voříšek, V.: Vliv stravy na antioxidační aktivitu lidské moči metdou FIA-COULARRAY	64
Hrušková, M.: Minerální látky v mlýnských výrobcích	85

Lorenc, F., Bedrníček, J., Smetana, P., Jirotková, D., Jarošová, M., Bárta, J., Kadlec, J.:
 Vliv přídavku výliskové mouky ostropestřce mariánského na vybrané kvalitativní parametry pekárenských

91

**VYŽÁDANÉ PŘÍSPĚVKY MEZINÁRODNÍ SEKCE KONFERENCE
 INGROVY DNY 2022 PRO MLADÉ VĚDECKÉ PRACOVNÍKY /
 INVITED SPEAKERS OF INTERNATIONAL CONFERENCE
 SESSION INGR'S DAYS 2022 FOR YOUNG SCIENTISTS**

- Širić, I., Furlan, Ž., Vnućec, I., Bendelja Ljoljić, D., Dolenčić Špehar, I., Kos, I.:
 The importance of cultivated mushrooms in human nutrition 103
- Bendelja Ljoljić, D., Kos, I., Vnućec, I., Širić, I., Dolenčić Špehar, I.:
 Bacteriocins of lactic acid bacteria – a natural preservative in cheese production 110
- Dolenčić Špehar, I., Mandinić, S., Kos, I., Vnućec, I., Širić, I., Bendelja Ljoljić, D.:
 Non frozen probiotic dairy-based desserts 118
- Kos, I., Stvorić, M., Vnućec, I., Bendelja Ljoljić, D., Dolenčić Špehar, I., Jůzl, M., Langová, R., Širić, I.:
 Nitrite from vegetable sources: a promising “clean label” strategy in heat-treated sausages? 124
- Vnućec, I., Kos, I., Širić, I., Bendelja Ljoljić, D., Dolenčić Špehar, I.:
 Utilitation of organ meats: a way to improve meat industry sustainability and profitability 132
- Alumbro, A. C., Gabo, J. H. C., Gal F. R. G., Bales, A. C., Sorongon, L. G., Perrocha, M. C.:
 Optimization of vacuum fried sweet potato sticks (Ipomoea batatas var. sp-25) using response surface methodology 139
- Nastaj, M.:
 New dairy products: meringues – thermally preserved foams, desserts 140

DEN S MLÉKEM NA MENDELU 2022/ MILK DAY AT MENDELU 2022

Guilleminot, L.: Mléko v jídelníčku kojenců a batolat – od mateřského mléka k živočišným mlékům	142
Kopáček, J.: Afinace sýrů	150
Hanzelová, Z., Dudriková, E., Kováčová, M., Výrostková, J.: Nežiaduce mikroorganizmy pri výrobe syra a vplyv rizik antibiotickej rezistencie na verejné zdravie	164
Valík, Ľ, Lehotová, V., Antálková, V., Ačai, P.: Kvantitatívna mikrobiologická analýza remeselnej výroby parených syrov	183
Čejna, V.: Uplatnění čerstvých sýrů v gastronomii	189
Sołowiej, B. G.: Processed cheese analogues technology, technological role of whey proteins	193
Saláková, A., Sačić, M., Nastaj, M., Sołowiej, B. G.: Hodnocení kvalitativních parametrů chorvatských a polských sýrů	195

POSTEROVÁ SEKCE – INGROVY DNY 2022/ POSTER SESSION – INGR'S DAYS 2022

Bischofová, S., Krbůšková, M., Řeháková, J., Řehůřková, I., Ruprich, J. a kol.: Obsah soli v masných výrobcích z pohledu dietární expozice a vlivu na zdraví	201
Dračková, E. Janoš, T., Filipčík, R.: Vyhodnocení množství a kvality tuku jehňat	209
Dufková, R., Kouřilová, V., Hřivna, L., Gregor, T.: Senzorické hodnocení světlých piv vyrobených ze sladových výtažků	217

Furmančíková, P., Navrátilová, P., Štásková, Z., Bednářová, I., Steinhauserová, I.: Výskyt <i>H. pylori</i> v individuálních vzorcích koziho a ovčího mléka z vybraných farem v České republice	227
Golian, J., Jakabová, S., Benešová, L., Partika, A.: Obsah a variabilita mastných kyselin v syre Mozzarella s využitím GC-FID analýzy	237
Golian, J., Benešová, L., Kročko, M., Partika, A., Jakabová, S.: Obsah a variabilita tuku a bílkovin v syre Mozzarella	249
Hálová, K., Hanuš, O., Hasoňová, L., Nejeschlebová, H., Špička, J., Samková, E.: Vhodnost využití MIR-FT při stanovení mastných kyselin v mléce dojnic jako podpůrného nástroje řízení v mlékařství	259
Janotková, L., Hollosyová, K., Nahliková, L., Potočňáková, M., Kreps, F.: Analýza obsahu vybraných izomérů tokoferolu a karotenoidů v oleozómovej frakcii rakytníka řešetlíkového	271
Kolarič, L., Šimko, P.: Sledovanie textúrnych a farebných zmien mlieka a smotany po odstránení cholesterolu pomocou β -cyklodextrínu	284
Kouřilová, V., Dufková, R., Hřivna, L., Šottníková, V.: Možnosti zpomalení stárnutí běžného pečiva pomocí enzymatických přípravků	297
Kročko, M., Ducková, V., Vrzalová, T., Tkáčová, J., Jakabová, S., Benešová, L.: Hodnotenie kvality mäsa pstruha dúhového (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) v procese jeho skladovania stanovením indexu QIM	306
Martišová, P., Galovičová, L., Borotová, P., Kunová, S., Kačániová, M., Šnirc, M., Mellen, M., Štefániková, J.: Vplyv teploty a času při príprave sous-vide hydínového mäsa na mikrobiologickú kvalitu a organoleptické vlastnosti	315
Nahliková, L., Sekretár, S., Potočňáková, M., Janotková, L., Kreps, F.: Povrchová aktivita extraktů z gingo biloba a rostlinné biomasy bohaté na tenzidy	328

Necidová, L., Krásenská, L., Haruštiaková, D., Bursová, Š.: Mikrobiologická kvalita mléka z prodejních automatů v Brně v letech 2017–2021	345
Novotná Kružíková, K., Šíroká, Z., Svobodová, Z.: Rtuť v tržních kaprech z českých rybníků	353
Potočnáková, M., Kocúrová, N., Nahliková, L., Janotková, L., Kreps, F.: Antioxidační kapacita extraktů ze sušených plodů moruše bílé a moruše černé	367
Slováček, J., Jůzl, M., Nedomová, Š., Tesařová, N., Mikulka, O.: Charakteristika masa volně žijící nutriční říční (Myocastor coypus) a její porovnání s bobrem evropským (Castor fiber)	376
Švec, I., Sluková, M., Skřivan, P.: Alternativní využití Extenzografu-E jako texturometru	386
Těšíková, K., Dordević, D., Zemancová, J., Tremlová, B.: Zhodnocení antioxidační aktivity čokoládových 3D tištěných objektů s přídavkem oleje z kávové sedliny a nanoemulze	398
Tkáč, M., Svobodová, H., Bartáková, K., Vorlová, L.: Vliv falšování medu invertním sirupem na aktivitu diastázy	408
Vávrová, R., Seidlová, A., Saláková, A.: Senzorická analýza čerstvých sýrů vyrobených srážením ochucenými octy a kyselinou mléčnou	419
Zábrodská, B., Faltusová, A., Vepřková, E.: Vliv pořadí vstupu na dojírnu na mléčnou užitkovost a složení mléka u ovcí plemene Lacuan	427
Zemancová, J., Dordević, D., Tremlová, B.: Dubové žaludy jako součást jídelníčku	437
PŘÍLOHY/ANNEXES	447

SLOVO ÚVODEM

Miroslav Jůzl a kolektiv¹

**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 osmé u příležitosti konání Konference o jakosti potravin a potravinových surovin. Loni jsme měli možnost pouze k virtuálnímu online setkání. Vzhledem ke zkušenostem a nostalgii plynoucí z nemožnosti se normálně setkávat, jak jsme byli do té doby běžně zvyklí, si neskutečně vážíme možnosti vás opět přivítat u nás na Mendelově univerzitě v Brně.

Tato doba nás vyvedla z oblasti zdánlivé pohody, kterou jsme si ne až tak důsledně uvědomovali a hlavně ji ne vždy všichni plně docenovali. Historicky se opakuje celkem pochopitelná věc, že si v období dostatku minima problémů jedinci, vlastně i celá společnost, neváží celé řady drobností, které se mohou zdát samozřejmostí. Kontakt člověka s jiným člověkem patří i přes různé technické vymoženosti k opravdu důležitým potřebám, zvláště na univerzitní půdě. Ne vše lze nahradit virtuálním setkáváním. Na druhou stranu jsme tuto nelehkou, a délkou trvání i nekonečnou situaci, překlenuli díky technickému pokroku, což zvláště u výuky vzneslo na učitele značné nároky, ale umožnili nám všem do jisté míry alespoň částečně fungovat.

Troufám si tvrdit, že absence prezenčního setkávání je u konferencí značným hendikepem. Tedy važme si možnosti se setkat a popovídat si spolu i jinak, než pouze přes obrazovku.

Konference není pouze přehlídkou vědeckých publikací a několika málo vybraných prezentovaných příspěvků, ale i možností setkání a diskuze pro širokou skupinu odborníků zabývajících se společnou tematikou. V našem případě se jedná o oblast jakosti potravin.

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, Polsko, Slovensko a i Filipíny. Zabýváme se jakostí potravin a surovin v nejširším měřítku, složením a vlastnostmi, nutriční a senzorickou jakostí, kulinárními a technologickými vlastnostmi potravin. A proto si vážíme i toho, že můžeme pokračovat ve spolupráci s předními institucemi, které se těmito oblastmi výzkumu a vědění zabývají, a že udržujeme kontakty, které jsme v minulosti získali.

S hrdostí si připomínáme význam a tradici naší *alma mater* v oblasti zemědělství a potravinářství. Rovněž vzpomínáme na ty, kteří se o toto nemalou měrou zasloužili. První týden v březnu tak slavíme Ingrovy dny, které jsme v roce 2009 pojmenovali s úctou a jako poděkování panu profesorovi Ivo Ingrovi. Letos slavíme i další výročí, a sice dvě stě let od narození Gregora Johanna Mendela, patrona naší univerzity, který se narodil 20. července 1822 v Hynčicích.

Věříme, že tradice našeho setkávání není zanedbatelná a bude dále pokračovat, za dva roky bychom chtěli spolu s vámi oslavit padesáté výročí.

PŘEDNÁŠKOVÁ SEKCE

INGROVY DNY 2022

2. 3. 2022

REQUESTED LECTURES

INGR'S DAYS 2022

March 2, 2022

VÝSLEDKY ÚŘEDNÍCH KONTROL POTRAVIN PROVEDENÝCH SZPI V ROCE 2021 A KOMENTÁŘ K NĚKTERÝM NOVÝM POVINNOSTEM PROVOZOVATELŮ POTRAVINÁŘSKÝCH PODNIKŮ

THE RESULTS OF OFFICIAL FOOD INSPECTIONS CARRIED OUT BY SZPI IN 2021 AND A COMMENTARY ON SOME OF THE NEW OBLIGATIONS FOR FOOD BUSINESS OPERATORS.

Jindřich Pokora¹ – Dana Smělá¹ – Petr Schneeweiss¹

**¹Odbor kontroly, laboratoří a certifikace Ústředního inspektorátu,
Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Květná 15, 603 00, Brno**

ABSTRAKT

Kontrola potravin je jednou z nejstarších složek společenské kontroly. Je prakticky nemožné, aby si kvalitu, ale zejména bezpečnost či původ potravin kontrolovali sami spotřebitelé, respektive autoregulační význam tržních mechanismů u potravin platí jenom v omezeném rozsahu. Jednou z takových oblastí je například kontrola reziduí pesticidů. Z hlediska hodnocení zjištěných obsahů reziduí pesticidů vychází české potraviny, v porovnání s potravinami jiného původu, velmi dobře. Změny v potravinovém právu, ale také okolnosti provázející pandemii, si v roce 2021 vyžádaly nutné reakce ze strany potravinářského průmyslu i obchodu. S ohledem na jejich rozsáhlost a „běžnost“ je v této souvislosti v příspěvku věnována pozornost zejména pekařským výrobkům. U těch v roce 2021 dochází k výrazným posunům ve způsobu jejich maloobchodní nabídky, dochází k regulaci názvosloví u chleba a ustanovuje se také obecná povinnost označovat složení všech druhů nebalených potravin, která ale zásadně dopadá právě na pečivo.

Klíčová slova: kontrola, rezidua pesticidů, pekařské výrobky, označování

ABSTRACT

Food control is one of the oldest components of social control. It is practically impossible for consumers to control the quality (in particular the safety or origin of food) themselves. Respectively, the auto-regulatory importance of market

mechanisms for food applies only to a limited extent. One such area, inaccessible to consumers, is, for example, the control of pesticide residues. In terms of the pesticide residue levels found in 2021, Czech food is doing very well in comparison with food of other origins. Changes in food law, but also the circumstances surrounding the pandemic, required the necessary responses in 2021 from the food industry and food trading businesses. With regard to their scope and “commonness”, the article pays in this context particular attention to bakery products. In 2021, there were significant shifts in the way they were retailed, the nomenclature of bread was regulated and also a general obligation was established to indicate the composition of all types of non-prepacked food, which, however, fundamentally affects especially the pastry.

Keywords: control, pesticide residues, bakery products, labelling

ÚVOD

Úřední kontrola potravin byla v roce 2021 výrazně zasažena celospolečenskými opatřeními určenými ke zmírnění dopadu pandemie koronaviru SARS-CoV-2. Zásahy nepoznamenaly ani tak rozsah výkonu kontroly, jako spíše management lidských zdrojů, kterými Státní zemědělská a potravinářská inspekce disponuje. Nouzové stavy, uzavření škol nebo třeba nařízené karantény po tzv. rizikových kontaktech, to vše odčerpalo poměrně značný podíl pracovního fondu.

Své místo mezi kontrolami našly formy šetření, v jejichž rámci není nutné, při zjištění vyhovujícího stavu věcí, kontaktovat provozovatele potravinářského podniku. Stejně jako v roce 2020 byla neoddělitelnou součástí každé kontroly snaha omezit možnost přenosu koronavirové nákazy a neuvést tak zejména menší výrobce a maloobchodníky do neřešitelných problémů.

CELKOVÉ VÝSLEDKY KONTROLY

V loňském roce bylo SZPI provedeno více než 44 000 úředních kontrol, z toho téměř dvě třetiny v maloobchodních provozovnách. Ve výrobě bylo provedeno asi 10 000 kontrol, v provozech veřejného stravování pak necelých 9 000.

Podíváme-li se na výsledky kontrol zaměřených přímo na konkrétní šarže potravin, je pozitivní, že české potraviny vykazují nejnižší relativní výskyt nevyhovujících šarží v porovnání s potravinami původem z EU nebo ze třetích zemí. Média v České republice tak nemají důvod nijak zpochybňovat činnost a úroveň českých provozovatelů potravinářských podniků, stejně tak není nutné, aby rozporovala úroveň dozorových orgánů, jako se to například stalo nedávno v Polsku. Bohužel stejně jako pro všechny provozovatele v rámci EU je i pro naše provozovatele, zejména ty menší, značným problémem kontinuální legislativní proces v potravinovém právu, jeho nepřehlednost a někdy i problematická možnost jeho zavedení do praxe, mimo jiné také z ekonomického hlediska. Faktem přitom je, že vše nakonec zaplatí spotřebitel.

REZIDUA PESTICIDŮ

Jednou z prioritních oblastí kontroly prováděné SZPI je kontrola dodržování limitů reziduí pesticidů. Pesticidy jsou kontaminantem, jehož obsah je bezprostředně spojen s lidskou činností. Pro porovnání potravin různého původu můžeme v tomto případě využít relativní výskyt vzorků s překročeným hygienickým limitem nebo relativní výskyt vzorků s pozitivním nálezem rezidua. V obou těchto případech vycházejí jako nejbezpečnější vzorky potravin s původem v České republice. To ale neznamená, že situace by nemohla být ještě lepší. Existuje řada přípravků přírodního původu - někdy se jedná o běžné potraviny nebo potravinářská aditiva, někdy jde o přípravky založené na bázi běžných půdních mikroorganismů - které lze pro ochranu rostlin využít, a dále tak snížit zatížení potravin rezidui „klasických“ pesticidů. V budoucnu tak bude zřejmě největším problémem otázka eliminace plevelů.

PEKAŘSKÉ VÝROBKY

Pekařské výrobky jsou základem potravinové pyramidy a jejich jakost je spotřebiteli pozorně sledována a každodenně hodnocena. V důsledku boje s pandemií došlo k rychlému zlepšení podmínek prodeje nebalených pekařských výrobků. Ty se tak staly

lépe chráněnými před zbytečnými dotyky zákazníků a také například před kapénkovou nákazou.

Od roku 2021 platí povinnost označovat všechny potravinové složky i u nebaleného pečiva. Realita přitom ukázala, že řemeslo a zkušenost jsou v mnohých případech nahrazeny širokým spektrem aditivních látek, někdy bohužel na úkor hodnotných, výživných komponent. U chleba pak došlo k nápravě označování a byl zaveden určitý systém v používání názvů odvozených od použitého kvasu, a to od kvasu stabilizovaného až po ten nejhodnotnější tradiční kvas.

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří především všem provozovatelům českých potravinářských podniků, kteří dokázali i ve složitém roce 2021 udržet vysokou úroveň jakosti a bezpečnosti českých potravin.

Kontaktní adresa: Ing. Jindřich Pokora, Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Květná 15, 603 00, Brno, e-mail: jindrich.pokora@szpi.gov.cz

EVROPSKÝ ÚŘAD PRO BEZPEČNOST POTRAVIN A JEHO 20. VÝROČÍ A ČINNOST EFSA V ČESKÉ REPUBLICE

THE EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY AND ITS 20TH ANNIVERSARY AND THE EFSA'S ACTIVITIES IN THE CZECH REPUBLIC

¹Petr Beneš

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

ABSTRAKT

V důsledku různých krizí vyvolaných případy distribuce zdravotně závadných potravin a krmiv včetně výskytu nebezpečných onemocnění hospodářských zvířat, která jsou přenosná na člověka, provedla Evropská komise na přelomu tisíciletí radikální reorganizaci celého systému zajištění bezpečnosti (nezávadnosti) potravin. Jejím cílem bylo uklidnit spotřebitele a přesvědčit jej, že bezpečnost potravin je prioritou politiky Komise. Základem k dosažení této priority byl podle Komise EU jednotný a fungující systém, zahrnující celý řetězec výroby potravin (od prvovýrobce ke spotřebiteli). Právní základ nového systému byl položen přijetím nařízení č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2001, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin, které vstoupilo v platnost dne 21. února 2002.

Klíčová slova: bezpečnost potravin, analýza rizik, GFL, EFSA, strategie

ABSTRACT

As a result of various crises triggered by cases of distribution of unhealthy food and feed, including the emergence of dangerous diseases in livestock that are transmissible to humans, the European Commission carried out a radical reorganisation of the entire system of ensuring food safety at the turn of the millennium. The aim was to reassure consumers and convince the consumer that food safety was a priority of Commission policy. According to the EU Commission, the basis for achieving this priority was an integrated and functioning system covering the entire food production

chain (from primary producer to consumer). The legal basis for the new system was laid by the adoption of Regulation 178/2002 of 28 January 2001 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety, which entered into force on 21 February 2002.

Keywords: food safety, risk analysis, strategy, GFL, EFSA

ÚVOD

Bezpečnost potravin je důležitým cílem a prvkem politiky EU. Sortiment potravinářského zboží se v Evropě stále a dlouhodobě rozšiřuje. To současně vede k nárůstu požadavků, které je nutno plnit v členských zemích EU v oblasti vědeckého hodnocení, snížení potravinových rizik a efektivní komunikace na téma rizik z potravin.

Bílá kniha o zdravotní nezávadnosti potravin (dále jen „Bílá kniha“) z roku 2000 iniciovala nový rámec pro bezpečnost potravin v Evropě a stala se tak definitivním východiskem pro novou politiku bezpečnosti potravin. Veřejnost vnímá bezpečnost potravin především jako ochranu (zdraví) spotřebitele, což je základním právním východiskem, obsahuje ale také právní problematiku celého potravinového řetězce. Bezpečnost potravin je nutno garantovat během všech kroků produkce a zpracování v potravinovém řetězci – „od vidlí po vidličku“. Nový přístup byl charakterizován jako koncept efektivní a komplexní ochrany zdraví spotřebitelů.

Jako klíčové prvky práva bezpečnosti potravin byly Bílou knihou stanoveny: zásada předběžné opatrnosti, analýza rizik založená na vědeckých poznatcích (zásada vědeckého základu potravinového práva), ochrana zdraví a dobrých životních podmínek zvířat a zdraví rostlin (zásada komplexního a jednotného přístupu), volný pohyb potravinářských výrobků v EU a ochrana zájmů spotřebitele (tedy zásada zpětné sledovatelnosti krmiv a potravin, zásada primární odpovědnosti provozovatele potravinářského či krmivářského podniku za bezpečnost potravin, zásada transparentnosti).

OBECNÉ POTRAVINOVÉ PRÁVO

V přímé návaznosti na publikování Bílé knihy bylo v roce 2001 přijato nařízení (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2001, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin (také “nařízení o obecném potravinovém právu“ – General Food Law – dále jen „nařízení“). Nařízení vstoupilo v platnost dne 21. února 2002.

Nařízení stanovilo obecné principy a zodpovědnosti, způsoby uplatňování přísně vědeckých zásad, efektivní organizační uspořádání a postupy, kterými jsou prováděna rozhodnutí učiněná v záležitostech nezávadnosti potravin a krmiv. Ustanovení tohoto nařízení se vztahují na celé řetězce potravin a krmiv od produkce, přes zpracování až po distribuci. Nevztahuje se na primární produkci pro soukromé domácí použití nebo domácí zpracování, manipulaci a skladování potravin pro soukromou domácí spotřebu. Připomeňme, že nařízení přináší základní definice (např. potraviny, krmiva, riziko, nebezpečí atd.) a zavádí do systému zajištění bezpečnosti potravin v EU společné principy:

- odpovědnost provozovatelů potravinářských podniků za bezpečnost potravin
- analýzu rizik, jako základní východisko pro rozhodování
- uplatňování stejnému přístupu v rámci celého potravinového řetězce (farm to fork)
- povinnost vysledovatelnosti a to ve všech stupních výroby, zpracování a distribuce

Na základě nařízení také vznikl Systém rychlého varování pro potraviny a krmiva (RASFF) pro oznamování přímého nebo nepřímého rizika ohrožení zdraví potravinami nebo krmivy je vytvořen jako síť. Zahrnuje členské státy, Komisi a Úřad, které musí oznámit své kontaktní místo. Za činnost systému zodpovídá Komise. Jsou stanovena pravidla, v jakých případech a jakým způsobem se postupuje, aby nedošlo k šíření ohrožení.

V lednu 2002 také vznikl Evropský úřad pro bezpečnost potravin (European Food Safety Authority - EFSA). Jeho vznik byl jedním z kroků k vytvoření komplexního systému zajištění bezpečnosti potravin v EU a k obnovení důvěry spotřebitelů v evropské potraviny, jež byla po celé řadě krizí v oblasti bezpečnosti potravin, které EU trápily v závěru 90. let minulého století, obecně velice nízká. EFSA je úřadem Evropské unie zodpovědným za hodnocení rizik v oblasti bezpečnosti potravin a krmiv, výživy, zdraví a pohody zvířat, ochrany a zdraví rostlin. 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.

NAŘÍZENÍ O TRANSPARENTNOSTI

V rámci kontroly účelnosti obecného potravinového práva („fitness check“), které proběhlo v letech 2014 – 2018, bylo konstatováno, že existující systém funguje dobře, nejsou evidována systémová selhání a standardy bezpečnosti potravin EU jsou mezinárodně uznávány. Současně byly identifikovány určité příležitosti ke zlepšení: především občané EU vnímali intenzivně nedostatek transparentnosti a nezávislosti v oblasti regulovaných produktů (např. GMO, pesticidy, potravinářské přídatné látky apod.) a bylo konstatováno, že komunikace o riziku dosud nebyla dostatečně efektivní. Bylo také konstatováno, že je potřeba zajistit dlouhodobou udržitelnost EFSA, aby byla zachována vysoká úroveň vědecké odbornosti. V reakci na závěry kontroly účelnosti byl v dubnu 2018 představen, následně diskutován a v červnu 2019 schválen návrh nařízení (EU) 2019/1381 o transparentnosti a udržitelnosti hodnocení rizik v potravinovém řetězci v EU (dále jen „nařízení o transparentnosti“).

Nařízení v obecné rovině návrh nařízení:

- zajišťuje, aby měli vědci a občané přístup ke klíčovým informacím vztahujícím se k bezpečnosti produktů, které posuzuje EFSA, již na začátku procesu hodnocení rizik;
- pomůže posílit důvěru občanů v důvěryhodnost vědeckých studií a potažmo v systém hodnocení rizik v Evropské unii;
- umožní lepší zapojení členských států do řídicí struktury EFSA a jeho vědeckých panelů a tím podpoří dlouhodobou udržitelnost hodnocení rizik prováděného EFSA, aniž by byla dotčena jeho nezávislost;
- posílí komunikaci o riziku mezi Komisí, EFSA, členskými státy a veřejností/zainteresovanými subjekty (stakeholders).

Nařízení o transparentnosti vstoupilo v platnost 21. března 2021.

20 LET ZAJIŠŤOVÁNÍ BEZPEČNOSTI POTRAVIN V ČR

Přístup k zajištění bezpečnosti potravin následoval vývoj v Evropském společenství a přímo reagoval na Bílou knihu. Již 10. prosince 2001 bylo přijato usnesení vlády ČR č. 1320 ke Strategii zajištění bezpečnosti (nezávadnosti) potravin v ČR (dále jen „strategie“). Na jeho základě je systém zajištění bezpečnosti potravin v České republice koordinován rezorty zemědělství a zdravotnictví, ve spolupráci s dalšími ministerstvy a jinými organizacemi státní správy, nestátními neziskovými organizacemi, profesními a spotřebitelskými sdruženími a státními i nestátními výzkumnými ústavy, vysokými školami a univerzitami.

Strategií byly ustaveny základní prvky systému bezpečnosti potravin v ČR, které existují dodnes. Pro řízení systému byla ustavena Koordinační skupina bezpečnosti potravin, jako meziresortní platforma, která umožňuje zapojení všech zainteresovaných organizací. Výstupy z jednání tohoto tělesa jsou veřejně dostupné na internetových stránkách MZe.

Na rozdíl od evropské úrovně, kde byl vytvořen EFSA, nebyl v ČR vytvořen národní úřad pro bezpečnost potravin. Pro poskytování vědeckého poradenství byly vytvořeny

vědecké výbory. V resortu zemědělství to byly Vědecký výbor veterinární, Vědecký výbor fyto-sanitární a životního prostředí, Vědecký výbor výživy zvířat. Resort zdravotnictví ustavil Vědecký výbor pro potraviny.

Podstatný rozdíl oproti situaci před rokem 2000 je také obecně v přístupu ke sdělování informací veřejnosti, kdy právě „nekomunikace“ ze strany kompetentních úřadů významně přispěla k nedůvěře veřejnosti v bezpečnost potravin. Oblast komunikace se spotřebiteli proto byla silně akcentována. V České republice bylo praktickým opatřením vytvoření Informačního centra bezpečnosti potravin, které původně vzniklo jako společný projekt ministerstev zdravotnictví a zemědělství. Bylo pověřeno úkolem získávat a třídit informace, zajišťovat jejich tok k příslušným institucím, zajišťovat odbornou osvětu jak odborné, tak laické veřejnosti a propagovat osvětové akce. Tyto hlavní oblasti činnosti zůstaly zachovány i v současnosti, kdy tuto činnost zajišťuje Odbor bezpečnosti potravin MZe. S ohledem na překotný technologický rozvoj v uplynulých 20 letech se změnilы používané nástroje a komunikační kanály. Hlavním komunikačním nástrojem ICBP jsou internetové stránky www.bezpecnostpotravin.cz, které se etablovaly jako důvěryhodný zdroj informací o potravinách a novinky na nich pravidelně odebírá několik tisíc spotřebitelů.

LITERATURA

Nařízení (EU) 2019/1381 Evropského parlamentu a Rady z 20. června 2019 o transparentnosti a udržitelnosti hodnocení rizik v potravinovém řetězci v EU, kterým se mění nařízení (ES) č. 178/2002, (ES) č. 1829/2003, (ES) č. 1831/2003, (ES) č. 2065/2003, (ES) č. 1935/2004, (ES) č. 1331/2008, (ES) č. 1107/2009, (EU) 2015/2283 a směrnice 2001/18/EC

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

AKTIVITY A PROJEKTY POTRAVINÁŘSKÉ KOMORY ČR

ACTIVITIES AND PROJECTS OF FFDI

Dana Gabrovská¹ – Eliška Křížová¹ – Helena Kavanová¹

¹Potravinářská komora České republiky

ABSTRAKT

Cílem příspěvku je seznámit zájemce s náplní práce PK ČR a ČTPP a případně tímto příspěvkem získat další členy a spolupracovníky pro odbornou práci v rámci uvedených výborů, sekcí nebo pracovních skupin. z uvedených skutečností vyplývá, že práce PK ČR i ČTPP je velmi obsáhlá, zahrnuje zásadní pomoc výrobcům potravin v oblasti legislativy, ať se jedná přímo o potravinové právo, odpadové hospodářství, nakládání s obaly a odpady, problematiku ochrany životního prostředí a další aktuální otázky potravinářského průmyslu posledních měsíců (např. Zelená dohoda pro Evropu). Aktivity ČTPP jsou více zaměřené na spolupráci v oblasti výzkumu, vývojem a vzdělávání. Více se zde uplatní aktivní spolupráce s výzkumnými ústavy vysokými školami, univerzitami. Aktivity PK ČR, ČTPP a CZPVI prezentuje v médiích, formou seminářů, konferencí, publikací, tiskovými konferencemi a na sociálních sítích. Důležitou součástí je také aktivní účast na výstavách a veletrzích jako je SALIMA nebo Země živitelka.

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

ABSTRACT

The aim of the paper is to introduce to the interested parties with the activities of FFDI (Federation of the Food and Drink Industries of the Czech Republic) and CTPF (Czech Technology Platform for Foodstuffs), if necessary, to get other members and colleagues for professional work within the mentioned committees, sections or working groups. The work of FFDI and CTPF is very extensive, it includes fundamental assistance to food producers in the field of legislation, whether directly food law, packaging and

waste management, environmental issues and other current burning issues in food industry in recent months (eg. Green Deal). Activities of CTPF are more focused on cooperation in research, development, and education. Active cooperation with research institutes and universities is used in this area more. Both FFDI and CTPF present the activities in the media, in the form of seminars, conferences, publications, press conferences and on social networks. An important part is also active participation in exhibitions and fairs such as SALIMA or “Země živitelka”.

Keywords: food, legislation, food producers, current issues of food industry, cooperation, consumer education

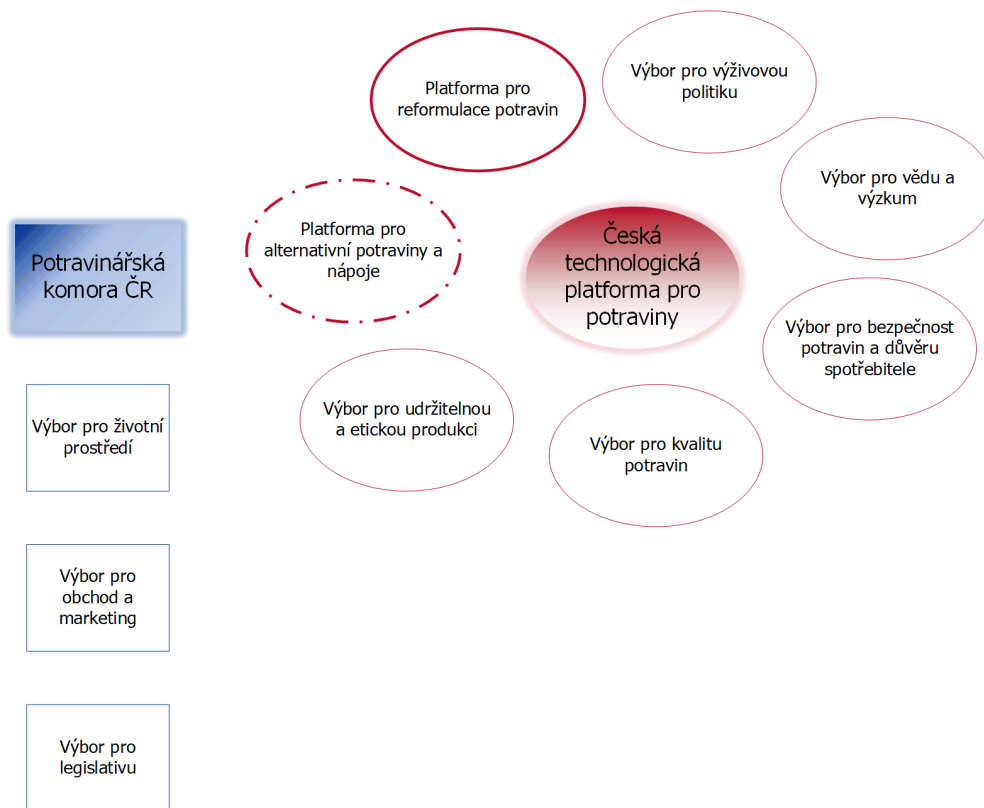
ÚVOD

Potravinářská komora České republiky a Česká technologická platforma pro potraviny PK ČR zastupuje zájmy subjektů z oboru potravinářského průmyslu působících na území ČR vůči orgánům státní správy, orgánům a organizacím Evropské unie a jiným orgánům státní správy, reprezentuje potravinářský průmysl vůči orgánům státní správy a subjektům s obdobným charakterem v členských státech EU a organizacím se světovou působností.

Zajišťuje kontakty s příslušnými orgány státní správy a účasti na projednávání návrhů právních předpisů a styk se sdělovacími prostředky k obhajování a vysvětlování zájmů potravinářského průmyslu. Nedílnou součástí jsou publikace a propagace činnosti včetně realizace vzdělávacích a informačních akcí, podpora vědy, výzkumu, vývoje, inovací, včetně transferu technologií a know-how, PR aktivity a marketing pro oblast potravinářského průmyslu a další. Členové PK ČR se aktivně podle svého oborového zaměření a zájmu podílí na práci několika výborů a sekcí: výbor pro legislativu, výbor pro životní prostředí, výbor pro obchod a marketing, sekce zmrazených potravin a zmrzlin, sekce surovin a přípravků pro pekařskou a cukrářskou výrobu, sekce pro mléko, sekce dodavatelů technologií pro potravinářský průmysl a sekce lahůdek.

Důležitou organizační složkou PK ČR je *Česká technologická platforma pro potraviny*, kde jsou důležitými orgány řídící výbor, výbor pro vědu, výzkum a inovace a čtyři výbory a pracovní skupiny pracujících v rámci výborů. Proces vlastního vzniku technologických platforem na evropské úrovni byl iniciován Evropskou komisí jakožto reakce na neplnění „Lisabonského procesu“ a dalších evropských strategických dokumentů a dále jako reakce na známou skutečnost, že efektivita práce evropské vědecko-výzkumné základny měřená konkurenceschopností evropského průmyslu je značně nižší než u konkurentů z hlavních produkčních oblastí. Jako hlavní příčina tohoto stavu byl identifikován méně efektivní transfer výsledků výzkumu směrem k průmyslovým subjektům. Evropská komise reagovala na nutnost posílení celoevropských inovačních procesů koncepcí evropských technologických platforem (ETP), v jejichž rámci zainteresované strany klíčových ekonomických sektorů společně pracují na identifikaci potřebných inovací, navrhuji výzkumné programy a implementují jejich výsledky do praxe. z iniciativy Evropské konfederace potravinářského a nápojového průmyslu FOODDRINKEUROPE (FDE) byla v roce 2005 ustavena Evropská technologická platforma pro potraviny FOOD FOR LIFE (ETP FOOD FOR LIFE), zastřešující v rámci potravinářského sektoru subjekty z oblastí státní správy, vědy a výzkumu, výroby potravin i dodavatelských sektorů. v rámci této platformy vznikla Česká technologická platforma pro potraviny, která je organizační složkou Potravinářské komory ČR (Obrázek 1).

Neméně významem partnerem je *Centrum zemědělsko-potravinářského výzkumu a inovací* zaměřené na transfer výsledků výzkumu do praxe a spolupráci výzkumu s praxí, členy PK ČR a vědecko-výzkumnými institucemi.



Obrázek 1: Organizační struktura PK ČR

Výbor pro výživovou politiku – Platforma pro reformulace

Jak název napovídá, výbor se věnuje především výživové politice, a to v rámci agendy Zdraví 2030, v rámci soutěže „Cena PK ČR o nejlepší inovativní potravinářský výrobek“ rozšířil tuto soutěž o kategorii „reformulace potravin“, která je zaměřena především na snižování obsahu rizikových živin v potravinách. Platforma pro reformulace při České technologické platformě pro potraviny vznikla v roce 2016 a od této doby dochází nejen k plnění závazků v rámci „Deseti pilířů výživové politiky“, ale také k řadě aktivit, a především zlepšování nutričního složení potravin. Výbor má také pod sebou vzdělávací projekt a soutěž „V rytmu zdraví“. Pod výborem pracují tři komoditní skupiny, které se věnují aktuálním výzvám v jednotlivých skupinách potravin. u obilovin je to především využití netradičních obilovin a pseudoobilovin, dále využití zápar, zavářek a fermentovaných obilovin do pekařských výrobků, dále snižování obsahu soli u chleba a běžného pečiva a cukrů u jemného pečiva. Pracovní skupina pro maso se hlavně zaměřuje na reformulaci masných výrobků – snižování obsahu soli, případně i tuků a v poslední době také alternativám masných výrobků. Pracovní skupina pro mléko se věnuje vzdělávání spotřebitelů a v poslední době také podpoře konzumace mléčných, a především fermentovaných mléčných výrobků ve vztahu k rostoucímu segmentu výrobků na bázi rostlinných surovin.

Výbor pro udržitelnou a etickou produkci

Výbor pro udržitelnou výrobu a spotřebu byl založen v polovině roku 2018. Jeho náplní je řešení témat z oblasti udržitelnosti (zejména v souvislosti s Zelenou dohodou pro Evropu), která se stala pro potravináře důležitá a obsahově nepatří do jiných výborů. Členové výboru se dlouhodobě zabývají aktuálními legislativními tématy přicházejícími z EU, jako nekalé obchodní praktiky v dodavatelsko-odběratelských vztazích včetně zákona o významné tržní síle, nebo dvojí kvalitou výrobků. Další téma, které si Výbor uchopil pod svá křídla je nová strategie Evropské komise „Farm to fork“, jejíž cílem je zajistit udržitelnou produkci potravin – napříč celým řetězcem. Tato strategie se zásadním způsobem dotkne zpracovatelského průmyslu v České republice.

Jedná se zejména o možné zavedení nových požadavků na označování potravin, způsob jejich výroby či problematiku snižování potravinového odpadu či zavedení tzv. zelených tvrzení.

Pod výborem vznikla na podzim roku 2021 *Platforma pro alternativy potravin* a nápojů, a to na základě vzrůstajícího zájmu spotřebitelů a výrobců o rozšíření sortimentu alternativ k masným a mléčným výrobkům. Platforma se bude primárně zabývat tématikou rostlinných alternativ a dalších nových kategorií potravin (hmyz) a jejich legislativními, marketingovými, výživovými a zdravotními aspekty. První zasedání platformy se uskutečnilo 9. 2. 2022.

Výbor pro bezpečné potraviny a důvěru spotřebitele

Pod výborem pracují tři samostatné skupiny, kde jedna se věnuje otázce používání antibiotik ve veterinární péči a antimikrobiální rezistencí. Pracovní skupina zaměřená na bezpečnost potravin se věnuje široké problematice endogenních a exogenních kontaminantů, ale také stále stigmatizovaným přídatným látkám. Tato skupina se také zabývá možnostmi, jak přispět k plnění cílů Prioritní oblast 1: Potraviny na trhu nepředstavují riziko pro zdraví člověka v rámci Strategie bezpečnosti potravin a výživy 2030. Pro skupinu „Alkohol zodpovědně“ je hlavním cílem osvěta spotřebitelů ve vztahu ke konzumaci alkoholu, a to u všech věkových kategorií populace.

Výbor pro kvalitu potravin

Výbor má pod sebou celou řadu aktivit, z nichž nejdůležitější je práce na systému „Českých cechovních norem“, kde velmi aktivně pracuje hodnotící komise složená z odborníků z vysokých škol, výzkumného ústavu a státní správy. Výbor sleduje technologické výzvy v potravinářské technologii ve všech oborech. Dalšími aktivitami jsou dvě soutěže níže popsané, samostatná práce pracovní skupiny membránových procesů v potravinářství a testy potravin. Testy potravin se konají každý měsíc ve spolupráci se senzorickou laboratoří VŠCHT Praha a akreditovanou laboratoří.

Po 18 letech byl inovován projekt „Hravě žij zdravě“, který probíhal ve spolupráci Ing. Ivou Málkovou a STOB obezitě, z.s. Nově projekt spadá pod aktivity ČTPP se jménem „V rytmu zdraví“. Jedná se o internetový vzdělávací projekt zaměřený na zdravý životní styl pro všechny zájemce a soutěžně pro žáky 5. tříd základních škol.

Druhým projektem je soutěž „Cena Potravinářské komory o nejlepší inovativní potravinářský výrobek“, který vznikl v roce 2014 a jehož cílem je podpořit inovace v potravinářství, které spontánně vznikají díky neustálému vývoji, ale kde výrobci nemají možnost většinou své inovované výrobky marketingově propagovat (především mikropodniky a malé podniky). Vítězové soutěže mohou své výrobky propagovat na celé řadě akcí pořádaných PK ČR.

Třetím významným projektem je podpora studentů a jejich prací v rámci soutěže „Studenti pro kvalitu potravin“. Zde se jedná o úzkou spolupráci s vysokými školami, kde řada tuzemských výrobců potravin hledá odborníky pro své provozy.

Ve výčtu aktivit ČTPP není možné opominout také spolupráci na mezinárodních projektech, a to právě díky zapojení do Evropské platformy pro potraviny.

Zahraniční spolupráce

V současné době se PK ČR podílí a podílela díky spolupráci v rámci Evropské technologické platformy a členstvím v konsorciu SPES-GEIE na řešení několika projektů.

V současné době se jedná o projekty:

SEAFOODTOMORROW (Nutritious, safe and sustainable seafood for consumers of tomorrow). Jedná se o evropský projekt z programu HORIZON 2020, jehož cílem je vyvinout inovativní, udržitelné řešení pro zlepšení bezpečných a výživových vlastností produkce z mořských živočichů v Evropě. Tříletý projekt SEAFOODTOMORROW tvoří konsorcium 35 partnerů a představuje přední organizace ve svých příslušných

oblastech práce z 18 evropských zemí. Projekt koordinuje Instituto Português do Mare da Atmosfera (IPMA), Portugalsko.

FOODSAFETY4EU (*Multi-Stakeholder Platform for Food Safety in Europe*)

FOODSAFETY4EU je projekt financovaný z Horizontu 2020, zaměřený v průběhu řešení v letech 2020–2023 na vývoj a uvedení do provozu platformy mnoha zúčastněných stran pro budoucí evropský systém bezpečnosti potravin (dále “FSS”).

Platforma umožní účastníkům systému bezpečnosti potravin účinně přistupovat k zdrojům a údajům, synchronizovat strategie výzkumu bezpečnosti potravin, sdílet a vyměňovat si vědecké poznatky a příspěvky pro budoucí FSS EU. Konsorcium projektu představuje 23 partnerů z 12 zemí a 44 dalších aktérů v oblasti bezpečnosti potravin je zapojeno z pozice partnera.

ICCEE (Improving Cold Chain Energy Efficiency). Cílem projektu je usnadnit malým a středním podnikům v řetězci mražených potravin a nápojů realizaci opatření k energetické účinnosti po vykonání energetických auditů u dodavatelských řetězců. V projektu je 13 partnerů a koordinátorem je Università degli Studi di Brescia.

ZÁVĚR

Výbory a sekce PK ČR řeší aktuální problémy tuzemských výrobců v praxi, více jsou navázány na spolupráci se státní správou, a to při připomínkování nových legislativních dokumentů nebo změn stávajících a jejich dopadech na výrobce.

Všechny výše uvedené výbory a pracovní skupiny ČTPP se věnují spíše otázce výzkumu, vývoje a vzdělávání, prezentují své výsledky na různých akcích jak PK ČR, tak ČTPP, vydávají publikace k aktuálním tématům, pořádají vlastní konference, semináře a tiskové konference.

PODĚKOVÁNÍ

Práce byla podpořena v rámci všech priorit České technologické platformy pro potraviny a za finanční podpory Ministerstva zemědělství (Dotační titul 10.E/2022).

LITERATURA

www.foodnet.cz

www.ctpp.cz

www.reformulace.cz

www.soutez.foodnet.cz

Výroční zpráva Potravinářské komory České republiky 2020

Výroční zpráva České technologické platformy pro potraviny 2020

Kontaktní adresa: Ing. Dana Gabrovská, Ph.D., Potravinářská komora České republiky, Areál Markland Klimacentrum, a.s. /první patro, č. d. 127/, Počernická 96/272, 108 03, Praha 10 – Malešice, Česká republika, e-mail: gabrovska@foodnet.cz

ŘASY JAKO TRADIČNÍ I SOUČASNÁ POTRAVA NEJEN V PŘÍMOŘSKÝCH REGIONECH

ALGAE AS TRADITIONAL AND CONTEMPORARY FOOD NOT ONLY IN SEASIDE REGIONS

¹Olga Lepšová-Skácelová

¹Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Branišovská 1760, 370 05 České Budějovice 1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

Sinice a řasy provázejí člověka jako složka potravy od počátku historie našeho živočišného druhu. Poskytují nám výživu přes potravní řetězce (vodní i suchozemský), přímo jako potraviny i ve formě potravních doplňků. Od pravěku po dnešek využívá přímořská populace mořské řasy k přímému konzumu, naopak méně známo je seškrabování a konzumaci řasových nárostů ze skal v chudých horských oblastech. Současná věda přináší kromě informací o benefitech zejména sinic pro lidskou výživu i zjištění rizik od dávnověku užívaných sinic (například *Nostoc* s.l.).

Na přelomu tisíciletí bylo reakcí na nástup sladkovodní řasy rodu *Chlorella* jako potravního doplňku na český trh vytvoření popularizační výstavy „Sinice a řasy v potravě člověka“ v roce 2003. Představeny byly sinice versus řasy jako odlišné organismy, historie konzumace, význam pro výživu, jednotlivé druhy využívané k jídlu i v potravních doplncích i poznatky z ekologie. Po zániku domovského pracoviště v Moravském zemském muzeu pokračuje autorka výstavy a příspěvku přednáškami s prezentací originálního využití řas v kuchyni na různých stupních škol.

Klíčová slova: sinice, řasy, historie, potraviny, potravní doplňky

Kontaktní adresa: RNDr. Olga Lepšová, Ph.D., Přírodovědecká fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Branišovská 1760, 370 05 České Budějovice 1, 613 00, Brno, e-mail: oskacelova@prf.jcu.cz

SUMEČEK AFRICKÝ JAKO MODELOVÝ PŘÍKLAD ZPRACOVÁNÍ SLADKOVODNÍCH RYB

AFRICAN CATFISH AS A MODEL PATTERN OF FRESHWATER FISH PROCESSING

Ondřej Malý¹ – Jan Mareš¹ – Marija Radojičić¹

**¹Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství
Agronomická fakulta, MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno**

ABSTRAKT

Sumeček africký se stává na českém trhu stále žádanějším zbožím. V návaznosti na poptávce po této rybě roste i počet chovatelů, kteří se produkcí sumečka zabývají. Jeho chov je závislý na uzavřených recirkulačních akvakulturních systémech s teplotou vody 25–28°C. Farma v kombinaci s bioplynovou stanicí se zdá být nejvýhodnějším konceptem, jelikož může k ohřevu vody využívat odpadní teplo produkované právě v bioplynové stanici. Díky vysoké poptávce produkce sumečka meziročně roste a pohybuje se v rozmezí 150–200 tun. Vlastnosti svaloviny, která nemá žádné kosti, otevírají další a další možnosti zpracování ryb. Stále častěji se tak setkáváme s novými, méně tradičními výrobky z ryb, jako jsou například rybí párky, klobásy či burgery. Vzhledem k udržitelnosti chovu, kvalitě svaloviny a rychlosti růstu bude chov sumečka pravděpodobně stále více populární.

Klíčová slova: sumeček africký, zpracování ryb, produkce, svalovina, rybí výrobky

ABSTRACT

African catfish is becoming an increasingly sought good on the Czech market. Following demand for this fish, the number of farmers is also growing. The breeding of African catfish depends on closed recirculating aquaculture systems with a water temperature between 25°C to 28°C. A farm in combination with a biogas plant seems to be the most favourable concept. Waste heat produced in the biogas plant can be used as a source to heat the water in the fish farm. Due to the high demand, African catfish production is growing year on year and ranges from 150 to 200 tonnes.

The characteristics of the muscle, which has no bones, open up more and more possibilities for fish processing. We are increasingly encountering new, less traditional fish products, such as sausages and burgers. Given the sustainability of farming, muscle quality and growth rate, African catfish production will become more and more popular.

Keywords: African catfish, fish processing, production, muscle meat, fish products

KDO JE SUMEČEK AFRICKÝ?

Keříčkovec červenolemý (*Clarias gariepinus*, Burchell), známý především pod názvem sumeček africký, je sladkovodní ryba z čeledi keříčkovitých (Clariidae). Přirozeně se vyskytuje ve velké části Afriky, v oblasti Blízkého Východu, jihovýchodní Evropy i na Madagaskaru. Uměle byl ovšem rozšířen do velké části celého světa. Vzhledem k jeho životním nárokům a etologickým projevům může mít potenciál k přemnožování a pro danou lokalitu může být velkým škůdcem. Sumeček africký obývá převážně mělké, stojaté, nebo mírně tekoucí vody. Není náročný na kvalitu vody ani na obsah kyslíku. Běžně dorůstá délky 100 cm a hmotnosti přes 10 kg. Největším zaznamenaným exemplářem byl sumeček africký v délce 170 cm a hmotností 59 kg.

Tělo sumečka afrického má hadovitý tvar s nápadně velkou, shora zploštělou velice pevnou hlavou. Na hlavě je jeden pár malých očí a čtyři páry vousů (na rozdíl od sumce velkého, který má tři páry vousů). Zuby jsou velmi jemné, postavené v několika řadách, připomínající kartáč (podobně jako u sumce velkého). V hlavě je uložen i přídavný dýchací orgán, tzv. keříčkový aparát – připomínající plíce, díky kterému dokáže sumeček dýchat atmosférický kyslík. Pomocí tohoto orgánu dokáže uspokojit 80–90% svých kyslíkových nároků. Díky tomuto důmyslnému dýchacímu orgánu dokáže sumeček přežívat dlouhá období sucha zahrabaný v bahně. Kůže sumečka je hladká, bez šupin, její zbarvení je velmi variabilní, od bílé až po černou, často přizpůsobené dané lokalitě. Hřbetní ploutev je tvořena ploutevním lemem končícím u ocasní ploutve. Ocasní ploutev je kulatá, často červeně ohraničená (proto název červenolemý). Řitní ploutev je opět tvořena ploutevním lemem. Břišní a prsní ploutve jsou párové, v běžném

postavení. První paprsek prsních ploutví je velmi tvrdý a ostrý, slouží k obraně a také k usnadnění pohybu v bahně či po souši.

Pohlaví sumečků je velmi snadno rozlišitelné pohledem na močopohlavní papilu. U mlíčáků je močopohlavní papila tvořena protáhlým špičatým výrůstkem, zatímco u jikernaček je papila oválná. Velikost a věk ryby při dosažení pohlavní dospělosti se velmi liší, průměrně jde však o ryby 6–12 měsíců staré. Průměrná plodnost se pohybuje okolo 20 000–25 000 jiker na kilogram ryby a jikry jsou zeleně zbarvené

Tření v přirozených podmínkách probíhá v noci a ryby často vytahují do mělkých, nově zaplavených lokalit, které vznikají v období dešťů. Výtěr sumečka je párový a během tření jsou ryby vůči ostatním jedincům velmi agresivní. Jirky jsou lepkavé a po oplození ulpívají na zaplavené vegetaci, kde dochází k jejich vývoji a následnému kulení. Péče o potomstvo nebyla u sumečků nikdy pozorována. Vývoj jiker je velmi rychlý, při teplotě vody okolo 25°C dochází během 25–30 hodin ke kulení plůdku, který je zhruba 6–7 mm velký. Během prvních 24–48 hodin dochází ke stravení žloutkového váčku a poté již plůdek přechází na endogenní výživu. Během prvních 4 týdnů života je pozorován výrazný kanibalismus, zejména při méně vhodných lokalitách, ve kterých dochází ke tření ryb.

KDE SE MŮŽEME SETKAT SE SUMEČKEM AFRICKÝM?

Sumeček africký se v našich končinách stále častěji stává předmětem chovu. Vzhledem k jeho nízkým nárokům na kvalitu vody a prostor, a také vysokou rychlost růstu je sumeček u chovatelů ryb velmi oblíbený. Největší překážkou v jeho produkci je bezpochyby nárok na teplotu vody, kdy za optimální podmínky považujeme teplotu v rozmezí 25–28°C. I z tohoto důvodu je produkce sumečka závislá na recirkulačních akvakulturních systémech, které se nejčastěji spojují s různými technologiemi produkujícími odpadní teplo. Nejčastěji se jedná o bioplynové stanice, kdy je odpadní teplo využíváno k ohřevu vody pro rybí farmu. Produkce sumečka bez těchto technologií je téměř nemožná, neboť ohřev vody prostřednictvím kotlů je velmi

neekonomický. Nespornou výhodou v produkci sumečka je jeho schopnost dýchat atmosférický kyslík. Z tohoto důvodu můžeme sumečka produkovat ve velmi vysokých koncentracích, kdy se obsádka může pohybovat v množství 200–400 kg (výjimečně až 600 kg) na 1m³. Stejně tak stále rostoucí zájem o budování nových farem a s tím související nárůst produkce (cca 150–200 tun) poukazuje na zářivou budoucnost této ryby.

V České republice je chov sumečka dnes poměrně běžný, převažují však menší farmy zejména s lokálním významem. Produkci plůdku a násad pro tyto farmy zajišťuje pouze několik málo subjektů, neboť péče o rodiče a zejména pak čerstvě vykulený plůdek je velmi náročná, jelikož několik málo hodin či dní staré rybičky vyžadují téměř nepřetržitou péči. Nejčastěji se tedy sumeček na odchovné farmy dostává ve velikosti od 5 do 10 cm a poté již jeho odchov až do tržní velikosti probíhá v jednom systému. Průměrná doba odchovu při tržní velikosti ryb 1,5 kilogramu se pohybuje přibližně okolo 8 měsíců, což je oproti běžně chovaným rybám v České republice i několikanásobně kratší doba (kapr 3–4 roky). Ve farmách jsou sumečci krmeni kompletními krmnými směsmi různých producentů krmiv určenými právě pro chov sumečka afrického. Z důvodu lepší kontroly příjmu krmiva rybami jsou tyto směsi nejčastěji vyráběny v plovoucí formě.

SUMEČEK AFRICKÝ NA ČESKÉM A SLOVENSKÉM TRHU

Podle autora tohoto článku je nejkrásnější rybou na světě samozřejmě náš český kapr. Stejně tak je pravdou, že sumeček africký krásou zrovna neoplývá. Právě tato skutečnost může být pro některé chovatele poněkud velkou překážkou a proto je téměř nutné tyto ryby zpracovávat. Je třeba si přiznat, že živý sumeček africký je téměř neprodejný. Ovšem kvalita svaloviny sumečka je velmi vysoká a z hlediska kuchyňské úpravy má i velmi zajímavé vlastnosti. Co se týče výživových parametrů, maso sumečka patří mezi méně tučné (6 %) avšak velmi šťavnaté a chutné. Obsah bílkovin se pohybuje mezi 16–20 %. Pro značnou část spotřebitelů je velmi zajímavou informací i méně výrazný rybí pach. Nespornou výhodou této svaloviny je absence kostí, kdy filety nemají

fakticky žádné kosti, tudíž může rybu připravit bez obav i dětem. Další nespornou výhodou je vaznost svaloviny. Maso sumečka se při tepelné úpravě nerozpadá, naopak drží v připravených porcích, kostkách. Tato skutečnost otevírá nové možnosti při kuchyňské úpravě ryb a maso sumečka může být využito téměř stejnými způsoby jako maso vepřové či kuřecí.

Co se týče zpracování ryb, malá jednoduchá zpracovna pro základní zpracování ryb do filet je zejména u menších farem v podstatě nutnou součástí. S ohledem na rychlost a objem produkce sumečků je třeba dbát i na dostatek spolehlivých odběratelů. Často jsou tedy menší farmy především lokálního významu se stálými odběrateli a zabezpečují distribuci ryb zejména ve svém okolí. Jako vhodný příklad můžeme uvést farmu ZD Hrotovice (okres Třebíč). Tato farma s plánovou produkcí do 40 tun ročně disponuje malou účinnou zpracovnou, fungujícím internetovým obchodem a také prodejem ryb přímo na farmě. Nutno také zmínit, že část produkce je realizována ve stravovacím zařízení místního ZD, čítajícím okolo 100 zaměstnanců, díky čemuž má pravidelný odbyt části produkce zabezpečený. Dále dodávají své ryby do školních jídelen na Třebíčsku a do dalších stravovacích zařízení.

Tilapia s.r.o. – happy fish

Další farmou, kterou je třeba ve výčtu těch nejefektivnějších zmínit je Tilapia s.r.o. z Chýnova (okres Tábor). Tato rodinná farma s produkcí okolo 160 tun využívá vodu z vlastního vrtu a ohřev vody zajišťuje bioplynová stanice. Farma se vyznačuje zejména tím, že většinu své produkce zpracovává do různých rybích výrobků, které nabízí pod svou vlastní značkou Happy Fish. Mezi základní patří bezesporu chlazené filety, popřípadě rybí kostky či kostičky. Z mnoha výtečných výrobků bych vyzdvihl zejména uzený filet, rybí klobásy a pářečky s obsahem masa sumečka přes 92 %. Dále pak výtečný tatarák ze sumečka, pepřenky či matjesy nebo pomazánka z uzeného sumečka. Již lehce netradiční výrobky z rybího masa, které firma nabízí, jsou například tlačěnka z ryb, rybí sekaná, šunka či sumčí točeňák. Velmi zajímavým výrobkem jsou také játra ze sumečka v oleji, která jsou velmi podobná játrům tresčím. V tomto případě je třeba

si uvědomit, že při takové produkci jakou má tato farma, je množství jater poměrně značné, tudíž je důležité umět zpracovat všechny využitelné části ryby. Rád bych také vyzdvihl „dětskou řadu“ výrobků, kterou si firma připravila pro potěšení těch nejmladších jazyčků. Jedinečnost těchto dětských výrobků tkví v absenci různých pomocných látek, dusitanových solí či lepků. Dětská fantazie nezná hranic, avšak co se týče jídla, u dětí platí dvojnásob, že v jednoduchosti je krása a síla. A díky správnému přístupu dokážeme dětem, i přes částečný odpor k rybímu masu, dát rybu v takové podobě, že si ji zamilují. Součástí dětské řady je tedy dětmi velmi oblíbený hamburger, ovšem z rybího masa, a dále pak rybí podoba masových kuliček. Tyto úpravy rybího masa jsou lukrativním zejména pro školy a školky, kde je příprava ryb pro děti velkým problémem.

Agro rybía farma o.z. – sumček omega

Další farmou, kterou bych zde rád představil, je rybí farma Agro Rybía Farma o.z. v Handlové na Slovensku, která je největší a nejmodernější farmou s chovem sumečka afrického ve střední Evropě. Farma disponuje pro české chovatele ryb netradičním zdrojem vody, kdy využívá důlní vodu z šachet dolu Handlová. Produkce farmy se pohybuje okolo 850–900 tun ročně, přičemž technologicky je navržena na produkci okolo 1000 tun. V porovnání s českými producenty sumečka můžeme farmu v Handlové nazvat obrem mezi trpaslíky. Své ryby a výrobky z nich realizují na trhu pod názvem Sumček Omega. Standartními produkty jsou vakuované chlazené filety, celé trupy ryb nebo uzené filety. Mezi nejzajímavější výrobky patří především paštiky ze sumečka s feferonkami a hlívou, fazolemi či zeleninou. Dalším velmi líbivým produktem jsou filety ze sumečka v oleji či rajčatové omáčce. Tyto výrobky jsou vzhledově velmi podobné klasickým sardinkám v oleji, což může být pro zákazníky, kteří neradi přijímají novinky, povzbudivé k vyzkoušení. Mezi chystané novinky v sortimentu patří klobásy a párky ze sumečka. Nutno však podotknout, že v případě takto vysoké produkce je veškeré zpracování ryb závislé na dokonalé technologii zpracovny, manuální zpracování v tomto případě nepřipadá v úvahu.

Forma zpracování sumečka a použití různých technologií při zpracování může velmi významně ovlivnit rentabilitu chovu. Při strojním zpracování ryb je velmi důležité produkovat stejně velké a těžké ryby, aby bylo filetování co nejefektivnější. V případě výraznějších odchylek dochází k nedokonalému seřezávání svaloviny a tím ke snižování výtěžnosti. Průměrná výtěžnost se při strojovém filetování pohybuje od 35 do 40%. Při manuálním filetování můžeme výtěžnost zvýšit (40–50%) ovšem na úkor času a množství zpracovaných ryb. Pro všechny zpracovatele sumečků je však velmi důležité hledat způsob využití ostatních produktů. Příkladem již bylo uvedeno využití jater v případě Happy Fish. Mezi další produkty pak může patřit kůže, která bývá často pro produkci filet stahována. V takovém to případě můžeme dostat k využití kůže v kosmetice, či potravinářském průmyslu.

Závěrem bych si troufl říci, že většinu těchto výrobků by bylo při troše snahy možno vyrábět i z dalších sladkovodních ryb, i když absence kostí u sumečka je nespornou výhodou. Nicméně například Rybníkářství Pohořelice a.s. již má s rybími výrobky značné zkušenosti, jejich prosazení na trhu však poměrně vázne. Nutno si uvědomit, že způsob zpracování sladkovodních ryb, zejména pak kapra, je velmi nedostatečný a zastaralý. Změna přístupu ke zpracování ryb, respektive zařazení moderních metod zpracování přímo do rybích výroků, může otevřít cestu k novým zákazníkům, kteří ryby běžně nejí, a tím i efektivně zvýšit spotřebu ryb v České Republice.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl v rámci projektu PROFISH CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/0000869, který je podpořený z Evropského fondu pro regionální rozvoj v rámci operačního programu VVV MŠMT a projektu NAZV Využití alternativních komponent a inovativních postupů ve výživě ryb (QK1810296). Naše poděkování dále patří kolegům z výše zmiňovaných farem za poskytnutí informací, profesionální přístup a příkladnou práci.

LITERATURA

Agro Rybia Farma, farma Handlová – Omega Sumček – www.sumcecomega.sk

Tilapia s.r.o, farma Chýnov – Happy Fish – www.rybybezposti.cz

www.fao.org

www.fishbase.se

ZD Hrotovice – sumček africký – www.zdhrotovice.cz/eshop

Kontaktní adresa: Ing. Ondřej Malý, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: ondra.malous@gmail.com

BAKTERIE MLÉČNÉHO KVAŠENÍ V DUŠENÝCH ŠUNKÁCH: ODKUD SE BEROU, JAK JE POZNAT A JAK JE OMEZIT?

LACTIC ACID BACTERIA IN STEAMED HAMS: WHERE DO THEY COME FROM, HOW TO RECOGNIZE THEM AND HOW TO REDUCE THEM?

**Josef Kameník¹ – Marta Dušková¹ – Helena Veselá¹ – Kateřina Dorotíková¹
Petra Furmančíková¹ – Ondřej Šedo²**

**¹Veterinární univerzita Brno, FVHE, Ústav hygieny a technologie potravin
živočišného původu a gastronomie**

**²Central European Institute of Technology, Masaryk University, Kamenice 5,
625 00 Brno, Czech Republic**

ABSTRAKT

Cílem předložené studie bylo analyzovat vliv úrovně kontaminace čerstvého masa na bakteriální populaci výrobní suroviny před tepelným opracováním a na mikrobiotu výrobků po tepelném opracování. Při bakteriologickém vyšetření se rovněž hodnotil vliv inkubační teploty 6,5 nebo 15 °C na dosažené výsledky. Celkem bylo bakteriologicky analyzováno 50 vzorků čerstvého masa, 50 vzorků vymasírovaného masa a 30 vzorků finálních dušených šunek. U odebraných vzorků byl stanoven celkový počet aerobních mikroorganismů (CPM), počet bakterií čeledě *Enterobacteriaceae* a bakterií mléčného kvašení (BMK). Tepelné opracování způsobí destrukci většiny přítomné mikrobioty. Může ale také vyvolat pouze subletální poškození vegetativních bakterií, zejména některých BMK. Během bakteriologického vyšetření lze k jejich průkazu použít termostatovou zkoušku s teplotou 15 °C. Tento postup umožní odhalit část bakteriální populace, která za určitých podmínek dokáže zkrátit udržitelnost finálních produktů.

Klíčová slova: MALDI-TOF MS, kontaminace, kažení, maso

ABSTRACT

The aim of the presented study was to analyse the effect of the level of fresh meat contamination on the bacterial population of the production raw material before heat

treatment and on the microbiota of the products after heat treatment. The effect of an incubation temperature of 6.5 or 15 °C on the achieved results was also evaluated during the bacteriological examination. A total of 50 fresh meat samples, 50 massaged meat samples and 30 final steamed ham samples were bacteriologically analysed. The total number of aerobic microorganisms (TVC), the number of bacteria of the family *Enterobacteriaceae* and lactic acid bacteria (LAB) were determined in the samples taken. Heat treatment will destroy most of the microbiota present. However, it can also cause only sublethal damage to vegetative bacteria, especially some LAB. During the bacteriological examination, a thermostatic test with a temperature of 15 °C can be used to prove them. This procedure will make it possible to detect a part of the bacterial population which, under certain conditions, can shorten the shelf life of the final products.

Keywords: MALDI-TOF MS, contamination, spoilage, meat

ÚVOD

Klíčovým technologickým krokem ve výrobě dušených šunek je tepelné opracování, při kterém stoupá teplota v jádře produktů na hodnoty 65–75 °C (Vasilopoulos et al., 2015), čímž se usmrtí většina vegetativních bakterií (Raimondi et al., 2019). Nicméně ke konci doby udržitelnosti dochází v dušených šunkách k silnému množení bakterií. Hlavní bakteriální skupinu spojenou s kažením tepelně opracovaných masných výrobků včetně dušených šunek představují bakterie mléčného kvašení (BMK) (Martins et al., 2020). Jejich růst zvýhodňují kombinace mikroaerofilních podmínek v produktu a dále přítomnost chloridu sodného, dusitanu sodného i snížená hodnota vodní aktivity (Audenaert et al., 2010). Přitom není ještě zcela jasné, do jaké míry bakterie přítomné v masných výrobcích pocházejí z masa nebo spíše z prostředí a ke kontaminaci dochází potom během manipulace (Vasilopoulos et al., 2010).

Při bakteriologické analýze vzorků suroviny nebo finálních šunek může hrát roli použitá inkubační teplota. Dušková et al. (2016) zjistili, že teplota inkubace 15 °C poskytuje

vyšší záchyty v porovnání s teplotou kultivace 30 °C. Podobně Pothakos et al. (2012) poukázali na fakt, že kultivační teplota 30 °C neposkytuje zcela objektivní obraz o přítomné mikrobiotě způsobující kažení potravin, které vyžadují pro své skladování chladírenské teploty. Cílem předložené studie bylo analyzovat vliv úrovně kontaminace čerstvého masa na bakteriální populaci výrobní suroviny před tepelným opracováním a na mikrobiotu výrobků po tepelném opracování. Při bakteriologickém vyšetření se rovněž hodnotil vliv inkubační teploty 6,5 nebo 15 °C na dosažené výsledky.

MATERIÁL A METODIKA

Vyšetřované vzorky

Vzorkování čerstvého masa, tumblovaného masa a finálních dušených šunek bylo popsáno v předešlé studii (Kameník et al., 2021). Celkem bylo bakteriologicky analyzováno 50 vzorků čerstvého masa, 50 vzorků vymasírovaného masa a 30 vzorků finálních dušených šunek. Šunky ze třetího odběru a šest dalších vzorků šunek z jiné šarže byly po odběru dílčích vzorků na bakteriologické vyšetření vakuově zabaleny a inkubovány v termostatu při 15 °C po dobu 7 dnů (termostatová zkouška). Následně byly vzorky šunek podrobeny bakteriologické analýze.

Bakteriologické vyšetření

U odebraných vzorků byl stanoven celkový počet aerobních mikroorganismů (CPM), počet bakterií čeledě *Enterobacteriaceae* a BMK. Pro stanovení CPM bylo použito médium s glukosou, tryptonem a kvasničním extraktem (GTK; OXOID, Hampshire, UK). Při sledování počtu bakterií čeledi *Enterobacteriaceae* byl použit agar s krystalovou violetí, neutrální červení, žlučovými solemi a glukosou (VČŽG agar; OXOID). Z každé plotny bylo náhodně vybráno až 5 kolonií pro potvrzení pomocí oxidázových a glukózových fermentačních testů. Kultivace BMK byla prováděna za anaerobních podmínek na živné půdě deMan, Rogosa a Sharpe agar (MRS; OXOID). Z každého vzorku byly vybrány všechny kolonie vykazující různé morfologické charakteristiky a byly testovány na přítomnost katalázy a oxidázy (JK Trading, CZ). Vzhledem k charakteru odebraných vzorků byly živné půdy inkubovány při 6,5 °C/12

dnů (CPM a BMK) a 6 dnů (*Enterobacteriaceae*) a 15 °C/6 dnů (CPM a BMK) a 3 dny (*Enterobacteriaceae*). Živné půdy vzorků vakuově balených šunek dodatečně inkubovaných při 15 °C (termostatová zkouška) byly kultivovány pouze při 15 °C.

Identifikace druhů BMK metodou MALDI-TOF MS

Izoláty s negativními oxidázovými a katalázovými testy byly identifikovány pomocí MALDI-TOF MS podle postupu popsaného Duškovou et al. (2012). Vzorky pro analýzu MALDI-TOF MS byly připraveny proteinovou extrakcí (ethanol/kyselina mravenčí) podle standardního protokolu (Freiwald a Sauer, 2009). Hmotnostní spektrometrie byla provedena za použití přístroje Ultraflextreme (Bruker Daltonik, Německo) provozovaného v lineárním pozitivním iontovém módu s použitím softwaru FlexControl 3.4. Hmotnostní spektra byla zpracována pomocí softwaru BioTyper (verze 3.0; Bruker Daltonik). Výsledky identifikace byly vyjádřeny prostřednictvím log(skóre) BioTyper ukazující podobnost neznámého profilu MALDI-TOF MS se záznamy databáze Biotyper (verze 10.0; 9607 záznamů). Log(skóre) BioTyper přesahující 2,0 ukazuje na vysoce spolehlivou identifikaci na úrovni druhu. Log(skóre) BioTyper mezi 1,7 a 2,0 znamená identifikaci na úrovni druhu s nižší spolehlivostí. V úvahu byly brány pouze izoláty s log(skóre) nad 1,7.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Průměrná kontaminace vepřového masa se pohybovala okolo 3 log KTJ v 1 g, což svědčí z mikrobiologického hlediska o kvalitní surovině. O dobré mikrobiologické kvalitě masa svědčí i výsledky počtu indikátorových bakterií z čeledě *Enterobacteriaceae* nebo BMK. Jen z 13 vzorků masa z celkových 50 se podařilo izolovat BMK. Nejčastěji byly zachyceny druhy *Latilactobacillus sakei* (dříve *Lactobacillus sakei*; Zheng et al., 2020), a to z 8 vzorků masa, dále *Leuconostoc carnosum* (2 vzorky), *Enterococcus gilvus* (2 vzorky), *Latilactobacillus curvatus* (dříve *Lactobacillus curvatus*) nebo *Leuconostoc gelidum* (po 1 vzorku).

Maso vzorkované další den po bourání již nastříknuté lákem a vymasírované v tumblerech vykazovalo vyšší počty bakterií, rozdíly byly statisticky významné ($P < 0,001$). Zatímco v případě CPM a *Enterobacteriaceae* došlo k početnímu nárůstu o 1 log řád, u BMK došlo k průměrnému nárůstu o 2–3 log. Svědčí to o vhodných růstových podmínkách pro tuto mikrobiální skupinu v rámci technologie výroby (nízká teplota, přítomnost solí, dusitanu, vakuum v tumblerech). Z identifikovaných druhů byly nejčastěji izolovány bakterie rodu *Leuconostoc*: *L. carnosum* (35 vzorků), *L. gelidum* (25 vzorků), *L. mesenteroides* (10 vzorků) a *L. inhae* (4 vzorky). Následovaly druhy rodu *Lactilactobacillus*: *L. sakei* (23 vzorků, často izolován spolu s druhem *L. gelidum*), *L. curvatus* (6 vzorků), příp. *L. fuchuensis* (4 vzorky). Z jedné šarže tumblovaného masa byl z 6 vzorků izolován druh *Dellagليا algida* (dříve *Lactobacillus algidus*). Ojediněle se podařilo prokázat *Lactococcus lactis* (1 vzorek) nebo druhy rodu *Lentilactobacillus*, konkrétně *L. kefir* (2 vzorky, dříve *Lactobacillus kefir*) a *L. otakiensis* (1 vzorek, dříve *Lactobacillus otakiensis*). Z 1 vzorku byl izolován druh *Pancilactobacillus oligofermentans* (dříve *Lactobacillus oligofermentans*).

Tepelné opracování šunek zlikvidovalo většinu přítomných bakterií, neboť až na výjimky byly počty bakterií pod mezí záchytu. Působení teploty 70 °C je dostatečné k usmrcení většiny vegetativních bakterií, sporogenní bakterie ale dokáží přežít. Svědčí o tom i ojedinělý nález 2 vzorků z 30 analyzovaných šunek, kde byly zjištěné počty CPM okolo log 1,40 KTJ/g, příp. log 2,99 KTJ/g. Protože přítomnost BMK ani *Enterobacteriaceae* nebyla v těchto dvou vzorcích prokázána, jednalo se s největší pravděpodobností o sporogenní bakterie.

Zajímavé výsledky byly získány ze šunek (n=12), které byly podrobeny „termostatové zkoušce“ při 15 °C. Přestože ve vzorcích šunek nebyly před termostatovou zkouškou prokázány žádné bakterie, následným vyšetřením bylo 11 vzorků s průkazem CPM >1 log KTJ/g, 6 vzorků s průkazem bakterií čeledě *Enterobacteriaceae* >1 log KTJ/g a 11 vzorků s průkazem BMK >1,7 log KTJ/g. Pouze 1 vzorek z celkových 12 byl negativní ve všech indikátorových skupinách bakterií.

Přestože byly vzorky k bakteriologické analýze odebrány sterilně z hloubky šunek, kdy byla vyloučena sekundární kontaminace, s výjimkou 1 vzorku se ve všech ostatních podařilo bakterie prokázat. Dosažené výsledky poukazují na skutečnost, že tepelné ošetření produktů (teplota v jádře 70 °C/10 min) způsobuje kromě usmrcení bakterií také jejich subletální poškození. Jak uvádí Wu (2008), poškozené buňky jsou potenciálně stejně důležité jako bakterie nepoškozené, neboť se mohou resuscitovat a poté jsou schopny normálního růstu. Záleží velice významně na teplotách, při kterých jsou pak finální výrobky skladovány.

Získané údaje o přítomnosti BMK na mase po procesu tumblování se shodují s výsledky Vasilopoulou et al. (2010), kteří zjistili při výrobě dušených šunek v řemeslné malovýrobě v Belgii ve shodné fázi výrobního procesu populaci BMK $\log 3,22 \pm 1,08$ KTJ/g. Po tepelném opracování se dostala populace BMK pod mez detekce. Po následném skladování při 7 °C se však přeživší buňky pomnožily na úroveň okolo $\log 7$ KTJ/g po 4 týdnech (Vasilopoulos et al., 2010). Množení BMK během skladování dušených šunek prokázali Tamkutė et al. (2019). Kameník et al. (2019) zjistili v dušených šunkách v bariérových technologických obalech před krájením hodnoty CPM, které překračovaly $\log 5$ KTJ/g. Většina bakteriální diversity v dušených šunkách, které analyzovali Zagdoun et al. (2020), byla zastoupena přibližně 14 rozdílnými druhy v různých kombinacích, které dohromady v průměru reprezentovaly 98 % celkového relativního počtu bakterií.

BMK se liší mimo jiné svojí schopností růstu v chladírenských teplotách. Existuje rozdíl mezi mezofilními BMK přizpůsobenými chladírenským teplotám a přísně psychrofilními druhy, které se množí jen v určitém rozmezí teplot. Do první skupiny, tj. mezofilních BMK adaptovaných na nízké teploty (psychrotrofní), patří např. *L. sakei*, *L. curvatus*, *L. carnosum*, *L. mesenteroides*, *Carnobacterium* spp., *Weissella* spp. Do druhé kategorie striktně psychrofilních BMK neschopných růstu při 30 °C patří např. *L. gelidum*, *Dellaglia algida*, *L. fuchuensis* (Pothakos et al., 2015). V rámci předkládané studie byly zástupci obou skupin BMK prokázány zejména ve vzorcích

výrobní suroviny. *D. algida* byla izolována z většiny vzorků tumblovaného masa v rámci odběru šarže č. 4 při inkubaci v 6,5 °C, ale z žádného vzorku shodné šarže při 15 °C. V případě *L. gelidum* nebo *L. fuchuensis* ale byly oba druhy izolovány ze vzorků inkubovaných při 6,5 i 15 °C.

Nejčastěji prokázaným druhem ze vzorků dušených šunek byl *L. carnosum* (5 pozitivních vzorků). Také autoři Vasilopoulos et al., (2010) identifikovali z téměř poloviny izolátů ze vzorků dušených šunek druh *L. carnosum*. Bakterie rodu *Leuconostoc* se běžně prokazují i z jiných masných výrobků (Geeraerts et al., 2018).

Pothakos et al. (2012) poukázali na fakt, že kultivační teplota 30 °C neposkytuje zcela objektivní obraz o přítomné mikrobiotě způsobující kažení potravin, které vyžadují pro své skladování chladírenské teploty. Dušková et al. (2016) zjistili, že použitá teplota inkubace 15 °C poskytla vyšší záchyty při analýzách masa a dušených šunek, než tomu bylo v porovnání s teplotou 30 °C. Proto v rámci předložené studie byla zvolena inkubační teplota 15 °C. Teplota 6,5 °C se používá pro stanovení psychrotrofních bakterií. Pokud byly v této studii vyhodnoceny výsledky počtů bakterií kultivovaných při 6,5 nebo 15 °C, potom vyšší teplota poskytla vyšší záchyt ($P < 0,05$) s výjimkou stanovení CPM v mase ($P = 0,06$). Výsledky byly ale při použití inkubační teploty 15 °C k dispozici dříve (po 3 a 6 dnech), než tomu bylo při 6,5 °C (6 a 12 dnů). Pro tento typ potravin je vhodné k detekci indikátorových bakterií, které způsobují kažení, zvolit inkubační teplotu 15 °C. Nicméně je třeba brát v potaz, že tato teplota nemusí být vhodná pro růst striktně psychrofilních bakterií, mezi které patří i některé BMK.

ZÁVĚR

Při výrobě dušených šunek je třeba počítat s nárůstem bakteriální kontaminace suroviny, a to i při relativně nízkém zatížení syrového čerstvého masa. K výraznému vzestupu populace BMK na mase dochází během tumblování. Tepelné opracování způsobí destrukci většiny přítomné mikrobioty. Může ale také vyvolat pouze subletální poškození vegetativních bakterií, zejména některých BMK. Během bakteriologického

vyšetření lze k jejich průkazu použít termostatovou zkoušku s teplotou 15 °C. Tento postup umožní odhalit část bakteriální populace, která za určitých podmínek dokáže zkrátit údržnost finálních produktů. Pro mikrobiologickou analýzu masných výrobků za účelem detekce přítomné mikrobioty je vhodné použít kultivační teplotu 15 °C, i když nedovoluje zachytit některé striktně psychrofilní druhy.

PODĚKOVÁNÍ

Studie byla podpořena projektem Veterinární univerzity Brno 2021ITA25.

LITERATURA

Audenaert, K., D'Haene, K., Messens, K., Ruysen, T., Vandamme, P., Huys, G. (2010): Diversity of lactic acid bacteria from modified atmosphere packaged sliced cooked meat products at sell-by date assessed by PCR-denaturing gradient gel electrophoresis. *Food Microbiology*, 27, 12–18.

Dušková, M., Šedo, O., Kšicová, K., Zdráhal, Z., Karpíšková, R. (2012): Identification of lactobacilli isolated from food by genotypic methods and MALDI-TOF MS. *International Journal of Food Microbiology*, 159, 107–114.

Dušková, M., Kameník, J., Lačanin, I., Šedo, O., Zdráhal, Z. (2016): Lactic acid bacteria in cooked hams: Sources of contamination and chances of survival in the product. *Food Control*, 61, 1–5.

Freiwald, A., Sauer, S. (2009): Phylogenetic classification and identification of bacteria by mass spectrometry. *Nature Protocols*, 4, 732–742.

Geeraerts, W., Pothakos, V., De Vuyst, L., Leroy, F. (2018): Variability within the dominant microbiota of sliced cooked poultry products at expiration date in the Belgian retail. *Food Microbiology*, 73; 209–215.

Kameník, J., Bogdanovičová, K., Dorotíková, K. (2019): Haltbarkeit von geschnittenem Kochschinken in modifizierter Atmosphäre. *Fleischwirtschaft*, 99, č. 9, 118–122

Kameník, J., Dušková, M., Veselá, H., Dorotíková, K., Furmančíková, P. (2021): Mikrobiální kvalita masa pro výrobu dušené šunký. In: Hygiena a technologie potravin L. Lenfeldovy a Höklovy dny, Brno, 2021, 150–155.

Martins, W. F., Longhi, D. A., de Aragão, G. M. F., Melero, B., Rovira, J., Diez, A. M. (2020): A mathematical modeling approach to the quantification of lactic acid bacteria in vacuum packaged samples of cooked meat: Combining the TaqMan-based quantitative PCR method with the plate-count method. *International journal of Food Microbiology*, 318; 108466.

Pothakos, V., Samapundo, S., Devlieghere, F. (2012): Total mesophilic counts underestimate in many cases the contamination levels of psychrotrophic lactic acid bacteria (LAB) in chilled-stored food products at the end of their shelf-life. *Food Microbiology*, 32, 437–443.

Pothakos, V., Devlieghere, F., Villani, F., Björkroth, J., Ercolini, D. (2015): Lactic acid bacteria and their controversial role in fresh meat spoilage. *Meat Science*, 109, 66–74.

Raimondi, S., R. Luciani, T. M. Sirangelo, A. Amaretti, A. Leonardi, A. Ulrici, G. Foca, G. D'Auria, A. Moya, V. Zuliani, T. M. Seibert, J. Søltøft-Jensen, M. Rosi (2019): Microbiota of sliced cooked ham packed in modified atmosphere throughout the shelf life. *International Journal of Food Microbiology*, 289, 200–208.

Tamkutė, L., Gil, B. M., Carballido, J. R., Pukalskienė, M., Venskutonis, P. R. (2019): Effect of cranberry pomace extracts isolated by pressurized ethanol and water on the inhibition of food pathogenic/spoilage bacteria and the quality of pork products. *Food Research International*, 120; 38–51.

Vasilopoulos, C., De Maere, H., De Mey, E., Paelinck, H., De Vuyst, L., Leroy, F. (2010): Technology-induced selection towards the spoilage microbiota of artisan-type cooked ham packed under modified atmosphere. *Food Microbiology*, 27, 77–84.

Vasilopoulos, C., De Vuyst, L., Leroy, F. (2015): Shelf-life Reduction as an Emerging Problem in Cooked Hams Underlines the Need for Improved Preservation Strategies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55; 1425–1443.

Wu, V. C. H. (2008): A review of microbial injury and recovery methods in food. *Food Microbiology*, 25, 735-744.

Zagdoun, M., Coeuret, G., N'Dione, M., Champomier-Vergès, M.-C., Chaillou, S. (2020): Large microbiota survey reveals how the microbial ecology of cooked ham is shaped by different processing steps. *Food Microbiology*, 91; 103547.

Zheng, J., Wittouck, S., Salvetti, E., Franz, C. M. A. P., Harris, H. M. B., Mattarelli, P., O'Toole, P. W., Pot, B., Vandamme, P., Walter, J., Watanabe, K., Wuyts, S., Felis, G. E., Gänzle, M. G., Lebeer, S. (2020): A taxonomic note on the genus *Lactobacillus*: Description of 23 novel genera, emended description of the genus *Lactobacillus* Beijerinck 1901, and union of *Lactobacillaceae* and *Leuconostocaceae*. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 70; 2782–2858.

Kontaktní adresa: Doc. MVDr. Josef Kameník, CSc., MBA, Veterinární univerzita Brno, FVHE, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: kamenikj@vfu.cz

**KAM S BOBREM? BOBR EVROPSKÝ (*CASTOR FIBER* L.)
A JEHO TECHNOLOGICKÉ ZHODNOCENÍ V MASNÉ VÝROBĚ**

**WHERE WITH BEAVER? EUROPEAN BEAVER (*CASTOR FIBER* L.)
AND ITS TECHNOLOGICAL APPRECIATION IN MEAT PRODUCTION**

Miroslav Jůzl¹ – Jan Slováček¹ – Zdeněk Morávek¹

Milena Matejovičová¹ – Ondřej Mikulka²

¹Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta,

²Lesnická a dřevařská fakulta, MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

Bobr evropský (*Castor fiber*) způsobuje na řadě míst řadu problémů v přirozeném ekosystému a v mnoha oblastech na základě výjimky dochází k jeho regulaci. Cílem projektu řešeného na Mendelově univerzitě v Brně bylo zanalyzovat nutriční a technologické vlastnosti bobřího masa z lokalit, kde dochází k dlouhodobému legálnímu odlovu jedinců (rybářství Pohořelice). Bobr je chráněným živočichem, přesto jeho nárůst počtů v přírodě přináší problémy. S tím souvisí jeho odlov a jeho případná konzumace člověkem. Je nutné si uvědomit, že se jedná o zvěř, ač jeho svalovina nebyla tím primárním, kvůli čemu byl v minulosti loven. Na základě legislativních výjimek byly v rámci řešeného projektu provedeny rozbory, popsán technologický postup zpracování do masných výrobků, aby byly eliminována rizika plynoucí z případné konzumace bobřího masa.

Klíčová slova: bobr, maso, zvěřina, udržitelnost, zdravotní nezávadnost

ABSTRACT

The European Beaver (*Castor fiber*, L.) causes a number of problems in the natural ecosystem and its regulation occurs in many areas on the basis of an exception. The aim of the project dealt at Mendel University in Brno was to analyse the nutritional and technological properties of beaver meat from sites where long-term legal catches (Pohořelice). Beaver is a protected animal, yet its growth in nature brings problems. This is related to his catch and his possible consumption. It is necessary to realize that

it is a game meat, although its muscles were not the primary use for consumption, for what the beavers in the past were hunted. Based on legislative exceptions, the analyses were carried out under the project, described by technological processing procedure for meat products to eliminate the potential risks arising from the possible consumption of beaver meat.

Keywords: beaver, meat, game meat, sustainability, food safety

ÚVOD

Bobři jsou vodní hlodavci, poslední žijící zástupci čeledi bobrovitých. Vyskytují se v Severní Americe, Evropě a Asii. Bobr byl v evropských zemích vyhuben přibližně v polovině 18. století s výjimkou malé populace (do 100 jedinců) na Labi v oblasti Magdeburku. Důvodem byl lov pro maso, kožešinu a především působení škod. Bobr byl často loven pro tzv. castoreum, což jsou jeho pachové žlázy, jejichž výměšek byl výborným materiálem pro farmaceutický průmysl. V 18. až 19. století bylo několik pokusů o chov bobra na našem území, tzv. bobrovny byly založeny např. u Rožmberka či v Červeném Dvoře. Bobři byli v těchto dobách několikrát vysazováni, ale v důsledku škod následně vyhubeni. V Evropě tak zůstalo několik izolovaných populací, které se v důsledku ochrany od 70. let (20. stol.) zvětšovaly a jedinci opětovně obsazovali krajinu. Na našem území byl bobr opětovně spatřen v 80. letech na území Jižní Moravy. Největší nárůst populace bobra přišel v 90. letech, kdy došlo k repatriaci jedinců a jiní se k nám rozšířili z okolních států (Rakousko, Německo). Pro celou ČR byla početnost odhadována na 50 jedinců v roce 1990; 100 jedinců v roce 1995; 500–700 jedinců v roce 2000; 1300 – 1500 jedinců v roce 2005, kolem 4000 jedinců v roce 2012 a 6000 jedinců v současné době. Bobr evropský (*Castor fiber*) je na našem území již déle než 30 let, čemuž vděčíme díky přirozené migraci z okolních zemí, ale také reintrodukci na střední Moravu (Mikulka et al., 2018).

NÁRŮST POČTŮ BOBRA EVROPSKÉHO A JEHO STŘET SE ZÁJMY ČLOVĚKA

Za tuto dobu početnost narostla na přibližně 7000 jedinců, přičemž se zvedl i počet konfliktních situací, které soužití s tímto druhem přináší (Mikulka et al., 2018). Cílem autorů není poukazovat na nějaký „bobří problém“. I když populace bobra evropského v ČR narostla, je třeba si uvědomit, že se jedná o chráněného živočicha, který k české krajině patří (Mikulka et al. 2021). Příkladem může být i různý přístup v rámci středoevropských zemí. Nejmarkantnější situace je v Polsku, kde se touto problematikou již déle zabývají. Florek et al. (2017) uvádí, že nárůsty počtu bobrů, a s tím spojené škody, prudce vzrostly mezi lety 2000-2013, kdy se populace zpětinasobila až na 100 tisíc kusů. V důsledku produkčních ztrát v rybářství, fyzického ničení v zařízeních akvakultury a nákladů na zavádění metod prevence škod tak v Polsku začali kontrolovat rostoucí populaci bobrů a započal i výzkum v oblasti hodnocení jakostních parametrů masa. Je samozřejmě možné se setkat s články kolegů z Kanady, kde je situace bobra kanadského oproti evropským podmínkám a souvislostem rozdílná (Proust et al., 2016).

V rámci prevence škod bobří činnosti v lesních porostech je možné využít mechanické individuální ochrany stromů nebo oplocenky, které však musí být vytvořeny ze silného pletiva a ukotveny do země, aby je bobr neprotrhl a nepodhrabal. Je však důležité vzít v potaz jejich nutnost chránit stanoviště dlouhodobě, proto jsou technicky i finančně náročnější. Řada autorů zmiňuje možnosti využití pachových repelentů (biologických, chemických) či nátěrových látek. Jejich účinnost je však mnohdy problematická, a jejich použití je nutné kombinovat s jinými opatřeními, aby se docílilo snížení škod (Mikulka et al., 2018).

Výsledky autorů Mikulky et al. (2020) potvrzují, že některé zemědělské plodiny mohou být vysoce atraktivní zdroj potravin pro evropské bobry. Preference plodin závisela na druhu plodiny, fenologickém stádiu růstu plodiny a na vzdálenost mezi plodinou a bobřím stanovištěm. Z ekonomického hlediska a ve srovnání s jinými hlodavci ovšem

bobří nepředstavují pro zemědělství závažné problémy, protože počty v otevřené krajině, kde probíhá zemědělská činnost, je nízká. Škody na zemědělské produkci dosahují 20–30 EUR na jednoho jedince za rok. Mnohem vyšší škody vnímáme v souvislosti s výskytem bobří populace v „nezemědělské“ krajině. Jejich vyčíslení je dosti problematické, vzhledem k tomu, že se jedná o chráněného živočicha, který je zde přirozeným druhem. Ovšem škody vznikají právě v chráněných lokalitách, takže tento problém je pro jednoduché závěry dosti komplikovaným. Na jednu stranu lidé a společnost mohou příslušná opatření vnímat různě, přesto je příslušné instituce musí řešit a přistupovat k nim na základě plánu a v souladu s dalšími skutečnostmi (Mikulka et al., 2020).

Proto ČR přijala program péče o bobra, který upravuje odstupňovanou ochranu bobra na našem území. Prakticky bylo území státu rozděleno na tři typy území, kde je bobr „chráněn“ s různým přístupem.

- Zóna „A“ zahrnuje evropsky významné lokality pro bobra (1% plochy státu), které jsou situovány především na státních pozemcích, a bobr zde podléhá nejpřísnější ochraně.
- V zóně „B“ jsou bobří všeobecně chráněni, avšak v případě problému může být vydána výjimka k odchytu či odstřelu. V současné době je takových výjimek vydáno několik.
- Zóna „C“ zahrnuje oblast povodí Vltavy v jižních Čechách, kde je žádoucí, aby byl bobr aktivně loven z důvodu hrozby poškození.

Nárůst počtu jedinců a rozšíření populace bobra v zemích kolem České republiky je významně svázán s populacemi na našem území, a proto také probíhá spolupráce a výměna informací, týkající se ochrany, výzkumu a managementu bobřích populací mezi Českou republikou, Rakouskem a spolkovou zemí Bavorsko. Tyto země mají programy péče založené na souboru opatření, kde i jedním z prvků je lokální odchyt a následné usmrcení bobrů na lokalitách, kde nelze nalézt uspokojivé řešení pro

zabránění rozsáhlých škod, především v místech kde vzniká riziko záplav, poškození budov nebo dokonce ohrožení zdraví a života obyvatel. S tím úzce souvisí a je spojena analýza početnosti a vývoje bobří populace, sběr dat a jejich vyhodnocování (Mikulka et al. 2018).

BOBŘÍ MASO, JEHO JAKOSTNÍ CHARAKTERISTIKY, ZNAKY JAKOSTI A POTENCIÁLNÍ VYUŽITÍ

Konkrétní údaje, které budou prezentovány v rámci přednášeného sdělení, jsou i souběžně zařazeny jako příspěvek do posterové sekce konference. Jako výstup navazujícího projektu je použito srovnání s dalším vodním živočichem, kterým je nutrie říční. Zde je situace rozdílná, z legislativního hlediska se jedná o invazní druh, jehož populace je rovněž snižována lovem, ale není zde zapotřebí ochrany.

Jak uvádí autoři studie z Polska (Florek et al., 2017) libová svalovina mladých bobrů obsahuje 20,52 g bílkovin a 1,86 g tuku/100 g, u dospělců je to 22,16 g, resp. 0,73 g/100 g. Domaradzki et al. (2018) uvádí obsah 49,39 % PUFA, kyselina linolovou 36,9 %. Vysoké podíly PUFA a další parametry zjištěné rozбором tkání bobra evropského ukazují na podobnost s masem přežvýkavců. Autoři studie z Litvy (Strazdiņa et al., 2015) uvádí poměr PUFA n-6: n-3 ve vzorcích bobří svaloviny 1,26, a poměr PUFA: SFA 1,60 a obsah cholesterolu 49,51 mg/100 g⁻¹, což je nižší množství ve srovnání s domácími nebo jinými divokými zvířaty.

Florek et al. (2017) uvádí, že bobří maso je bohatým a dobrým zdrojem bílkovin, při nízkém obsahu tuku. Barva bobřího masa je tak jako u libové svaloviny jatečných druhů zvířat nebo u jiné zvěřiny ovlivněna obsahem svalových barviv, s rostoucím věkem se snižuje světlost L*. Byly zjištěny rozdíly ve změně barvy (a*, b*) během zrání a skladování masa, které je patrné z parametrů, které se zjišťují obecně ve výzkumu jakosti masa. Výsledky autorů naznačují, že skladování má větší vliv na technologické vlastnosti a oxidaci lipidů (TBARS) ve srovnání s věkem bobřích jedinců nebo skupiny

svalů. Dále popisují tendenci ke zlepšení parametrů křehkosti a schopnosti zadržovat vodu po 7 dnech skladování.

Z hygienických souvislostí je třeba u bobřího masa vnímat riziko výskytu larev svalovce stočeného. I když byl skupinou autorů z Polska popsán první v nedávné době potvrzený výskyt trichinel v bobřím mase, je třeba zdůraznit, že se jednalo o malou skupinu vyšetřovaných vzorků ($n = 69$). Jak autoři dále uvádí, toto i v Polsku neobvyklé lovené zvíře je lovci konzumováno a je vnímáno jako nějaká netradiční delikatesa. A protože počet povolenek dosahuje 2 až 3000 kusů, je třeba toto riziko vnímat už proto, že dochází ke konzumaci v domácnosti lovců, kde nemusí dojít k dostatečnému tepelnému opracování masa. V současnosti tak, jak dodávají, chybí znalosti o možných rizikových faktorech pro člověka spojených s konzumací bobřího masa (Różycki et al., 2020). A to je situace, která může mít podobný vývoj v ČR (Mikulka et al., 2021).

U bobřího masa byla na MENDELU v sérii pokusů (Slováček et al., 2021) provedena chemická analýza, stanovení základních nutričních složek a mikrobiologické vyšetření vzorků. Vytěžené libové bobří maso bylo také zpracováno do tepelně opracovaných masných výrobků, a bylo sledováno, zda přídavek bobřího masa neovlivní negativně jakost výsledných výrobků. Byly srovnány výrobky s přídavkem bobřího masa a výrobky s klasickou recepturou z hlediska chemického složení, barvy a mikrobiologické údržnosti. U finálních masných výrobků bylo provedeno senzorické hodnocení. Předmětem tohoto příspěvku je seznámit účastníky konference s jednotlivými obecnými závěry.

ZÁVĚR

Jakost potravin zahrnuje jakostní charakteristiky, jako jsou hygienická, nutriční nebo senzorická a kulinární jakost. Bez znalosti aspektů, případných rizik při zpracování, a vůbec i neznalost jednotlivých jakostních parametrů surovin, které se využívají pro lidskou výživu, znemožňuje případné stanovení kritérií, zvolení vhodných postupů a definování celkové jakosti potravin. Z tohoto pohledu a na základě výsledků můžeme konstatovat, že maso bobra je hodnotnou surovinou, svým získáním pro potenciální

zpracování a využití je však třeba poukázat na určitá hygienická rizika. V masné výrobě existují dostatečné technologické postupy pro eliminaci rizika v podobě důkladného tepelného ošetření. Zároveň lze i recepturně ovlivnit senzorickou jakost výsledného produktu tak, aby byl přijatelný, a přitom nebyla až příliš zastřena podstata základní suroviny, kterou by mohlo být bobří maso.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek vznikl s podporou projektu IGA MENDELU č. AF-IGA2021-IP076 s názvem Nutriční, hygienické a senzorické jakostní parametry masa bobra evropského (*Castor fiber* L.) a jeho technologické zhodnocení v masné výrobě

LITERATURA

Domaradzki, P., Florek, M., Skalecki, P., Litwińczuk, A., Kędzierska-Matysek, M., Wolanciuk, A., Tajchman, K. (2018): Fatty acid composition, cholesterol content and lipid oxidation indices of intramuscular fat from skeletal muscles of beaver (*Castor fiber* L.). Meat Science, 150, 131–140. doi: 10.1016/j.meatsci.2018.12.005.

Florek, M., Drozd, L., Skalecki, P., Domaradzki, P., Litwińczuk, A., Tajchman, K. (2017): Proximate composition and physicochemical properties of European beaver (*Castor fiber* L.) meat, Meat Science, 123, 8–12. doi: 10.1016/j.meatsci.2016.08.008.

Mikulka, O., Homolka, M., Drimaj, J., Kamler, J. (2020): European beaver (*Castor fiber*) in open agricultural landscapes: crop grazing and the potential for economic damage. European Journal of Wildlife Research, 66, 6, 101. doi: 10.1007/s10344-020-01442-6.

Mikulka, O., Kamler, J., Homolka, M., Drimaj, J., Plhal, R., Kostkan, V. (2018): Praktické ověření lesnických opatření pro snížení škod bobrem evropským na hospodářských porostech. Závěrečná zpráva, 30 s.

Mikulka, O., Slováček, J., Zugar, O., Jůzl, M. (2021): Využití úlovků bobra v České republice? Již reálná záležitost!. Svět myslivosti, 22, 12, 22-25. ISSN 1212-8422.

Proust, F., Johnson-Down, L., Berthiaume, L., Greffard, K., Julien, P., Robinson, E., Lucas, M., Dewailly, E. (2016): Fatty acid composition of birds and game hunted by the Eastern James Bay Cree people of Québec, International Journal of Circumpolar Health, 75, 1, 30583, doi: 10.3402/ijch.v75.30583

Różycki, M., Bilska – Zając, E., Kochanowski, M., Grądziel-Krukowska, K., Zdybel, J., Karamon, J., Wiśniewski, J., Cencek, T. (2020): First case of Trichinella spiralis infection in beavers (Castor fiber) in Poland and Europe. International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife, 11, 46-49. doi: 10.1016/j.ijppaw.2019.11.005.

Slováček, J., Miroslav Jůzl, M., Popelková, V., Piechowiczová, M., Drimaj, J., Mikulka, O. (2021): Possibilities of use and quality parameters of beaver canned meat (Castor fiber L.). In MendelNet 2021: Proceedings of International PhD Students Conference . 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně. Dostupné na: https://mendelnet.cz/artkey/inf-990000-6600_Open-Sections-2021.php

Strazdiņa, V., Šterna, V., Jemeljanovs, A., Jansons, I. Ikauniece, D. (2015): Investigation of beaver meat obtained in Latvia. Agronomy Research, 13, 1096–1103. Dostupné na: https://agronomy.emu.ee/vol134/13_4_23_B5.pdf

Kontaktní adresa: doc. Ing. Miroslav Jůzl, Ph.D., Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: miroslav.juzl@mendelu.cz

PEKÁRENSKÁ KVALITA MOUKY Z BAVREVNÉ RÝŽE
BAKERY QUALITY OF FLOUR PREPARED FROM PIGMENTED
RICE GRAIN

Iva Burešová¹ – Vikendra Dabash¹ – Romana Šebestíková¹

Ústav technologie potravin

**¹Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně,
nám. T. G. Masaryka 5555, 760 00 Zlín**

ABSTRAKT

Mouka připravená z černého a červeného rýžového zrna může zvýšit nutriční hodnotu vyrobeného pečiva. Cílem této práce bylo zhodnotit kvalitu kynutého pečiva vyrobeného z těchto netradičních surovin. Hodnoceny byly texturní vlastnosti pečiva, ztráty pečením a specifický objem výrobku. Rozdíly v hodnotě specifického objemu nebyly mezi bochníky z různých druhů rýžové mouky průkazné. Pozitivním zjištěním byla nižší tvrdost střídy a vyšší schopnost střídy obnovit po stlačení svůj původní tvar, které byly zaznamenány u výrobku z červené a černé rýže. Soudržnost pečiva byla naopak lepší u výrobku z bílé rýže. V současné době probíhají senzorické testy, aby se ověřilo, zda je pro konzumenty akceptovatelná odlišná barva a chuť výrobku.

Klíčová slova: textura pečiva, objem pečiva, ztráty pečením

ABSTRACT

The flours prepared from pigmented rice grains may be a good source of nutritionally valuable substances in rice bread baking. The goal of this work was to test the characteristics of yeast-leavened breads prepared from these flours. Textural characteristics of bread crumb were tested using texture analyzer. The baking loss and loaf specific volume were also evaluated. The loaf specific volume, baking loss and textural characteristics of bread were acceptable. No significant differences among breads were found in the values of loaf specific volume. Lower hardness and higher resilience were observed in breads prepared from red and black grains, which are

positive results. The cohesiveness was, however, better in bread from white rice grain. The sensory study is performed to test the acceptability of bread for consumers.

Keywords: bread texture, bread volume, baking loss

ÚVOD

Rýžové zrno je základní potravinou pro téměř polovinu lidské populace (Prasad et al., 2017). Významné postavení má také jako surovina při výrobě bezlepkového pečiva (Gujral, & Rosell, 2004). Zrno s bílou barvou endospermu je nejznámější a nejrozšířenější, existují však také zrna s jiným zbarvením. Zrno tzv. černé a červené rýže se vyznačuje vysokým zastoupením antokyanů v obalových a podobalových vrstvách (Abdel-Aal, et al., 2006). Tato zrna jsou bohatá na železo, antioxidanty a vitamin E (Kumar, & Murali, 2020). Při zpracování přechází tyto látky do mouky a následně do výrobku. Vzhledem ke svému charakteru, mohou tyto látky zlepšit relativně nízkou nutriční hodnotu rýžového pečiva.

Pekárenské vlastnosti mouky z barvených rýžových zrn byly zatím zkoumány pouze okrajově. Cílem této práce proto bylo zhodnotit využitelnost mouky z červené a černé rýže při výrobě kynutého pečiva a srovnat jeho parametry s pečivem vyrobeným z bílé rýžové mouky.

MATERIÁL A METODIKA

Mouka z bílé, červené a černé rýže byla vyrobena společností Adveni medical Brno. Složení mouky definuje výrobce jako 100 % mletá zrna loupané rýže, 100 % mletá zrna červené rýže, 100 % mletá zrna černé rýže. Výživové údaje uvedené výrobcem jsou shrnuty v tabulce č. 1.

Tabulka 1: Výživové údaje na 100 g deklarované výrobce

Mouka	Energetická hodnota kJ	Tuky g	Sacharidy g	Bílkoviny g	Sůl g
Bílá rýže	1484	0,6	79	7,0	0,03
Červená rýže	1502	2,0	74	10	<0,01
Černá rýže	1207	9,2	51	<0,01	<0,01

Pečivo bylo vyrobeno z mouky, vody (90 %), sušeného droždí (1,8 %) a soli (1,5 %). Uvedené množství surovin je vztaženo na hmotnost mouky. Sušené droždí bylo aktivováno 10 ± 1 min v roztoku cukru připraveného z recepturního množství cukru a části recepturního množství vody. Mouka, suspense droždí, sůl a zbytek vody byly umístěny do hnětací nádoby Eta Gratus (Eta, a.s.) a míchány po dobu 6 ± 1 min. Vyhnětené těsto (600 g) bylo vloženo do forem na pečení $9,4 \times 18,3 \times 7,0$ cm. Těsto se nechalo kynout 20 ± 2 min při 30 ± 1 °C relativní vzdušné vlhkosti 85 %. Výrobky byly pečeny při po dobu 40 ± 2 min při teplotě 180 ± 5 °C (MIWE cube, Pekass s.r.o. Plzeň). Upečené bochníky byly vyjmuty z forem a nechaly se vychladnout při pokojové teplotě (21 ± 3 °C). Objem bochníku byl zjišťován pomocí plastového granulátu o velikosti řepkového semene. Specifický objem výrobku byl vypočítán jako podíl objemu bochníku a jeho hmotnosti. Ztráty pečením byly vypočteny jako procentuální rozdíl mezi hmotností těsta před upečením a po upečení. Z každé mouky bylo pečivo upečeno třikrát, z každé šarže těsta byly připraveny 3 bochníky. Po vychladnutí byly bochníky nakrájeny kráječem na chleba na plátky široké 10 mm a kovovým vykrajovátkem byl ze středu každého krajice vyřezán vzorek o průměru 40 mm. Takto byly získány alespoň 4 vzorky z každého bochníku. Vzorky byly položeny na základnu texturního analyzátoru TA.XT plus (Stable Micro Systems Ltd., UK) a válcovou sondou P/75 o průměru 75,0 mm byly dvakrát stlačeny na výšku 4 mm. Ze změřených charakteristik byly vypočteny hodnoty tvrdosti, pružnosti, soudržnosti, elasticity a žvýkatelnosti.

Průkaznost rozdílů mezi vzorky byla zjišťována analýzou variance (ANOVA) pomocí Fisherova LSD test na hladině průkaznosti 0,05. Statistická analýza byla provedena pomocí software Statistica 13.0 (TIBCO).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Nejtvrdší střída byla zjištěna u pečiva vyrobeného z bílé rýžové mouky (Tab. 2). Tvrdost rýžového a obecně bezlepkového pečiva je jednou z nevýhod, které jsou pro bezlepkové výrobky typické (Anton and Artfield, 2008; Gallagher et al., 2004; Hager et al., 2012; Sivaramakrishnan et al., 2004). Nižší tvrdost střídy z červené a černé rýže je proto pozitivní výsledek. Tvrdost obecně souvisí se žvýkatelností pečiva. Tvrdší pečivo vyžaduje vyšší sílu potřebnou k jeho rozžvýkání v ústech, tato síla se určuje jako žvýkatelnost (Bourne, 2002). Vzájemná vazba mezi těmito parametry může vysvětlit stejné trendy získané u tvrdosti a žvýkatelnosti. Také v parametru pružnost byly zjištěny průkazné rozdíly mezi bochníky vyrobenými ze všech tří mouk. Pružnost, tj. schopnost obnovit po stlačení původní tvar, byla nejvyšší u pečiva vyrobeného z černé rýžové mouky (81 %). Průkazně horší byla tato schopnost u pečiva vyrobeného z červené rýže (75 %) a nejhůře se obnovoval tvar pečiva z bílé rýžové mouky (64 %). Nejvíce rozpadavá byla střída pečiva vyrobeného z červené a černé rýže, což je patrné z nejnižších hodnot soudržnosti (64 %, 69 %). Z tohoto pohledu je nejlépe hodnocena střída pečiva z bílé rýžové mouky, které mělo soudržnost průkazně nejlepší (89 %).

Úbytek hmotnosti v průběhu pečení vyjádřený jako ztráty pečením, byl průkazně nejnižší u výrobku z černé rýže (14 %). Těsto z bílé rýže i z červené rýže ztratilo v průběhu pečení průkazně více hmotnosti 22–24 %. Rozdíly ve výtěžnost pečiva, vyjádřená jako specifický objem bochníku, nebyly mezi bochníky statisticky průkazné.

Tabulka 2: Charakteristiky kynutého pečiva z různých druhů rýžové mouky

Mouka	Tvrdost N	Pruž. %	Soudr. %	Elast. %	Žvýk. -	ZP %	SV ml/g
Bílá rýže	22.9 ± 0.3 ^c	64 ± 9 ^a	89 ± 9 ^b	47 ± 5 ^{ab}	250 ± 10 ^c	24 ± 3 ^{bc}	1.1 ± 0.8 ^a
Červená rýže	8.8 ± 0.6 ^a	75 ± 2 ^b	64 ± 9 ^a	40 ± 2 ^a	41 ± 6 ^a	22 ± 1 ^b	1.9 ± 0.5 ^a
Černá rýže	10.7 ± 0.9 ^b	81 ± 2 ^c	69 ± 9 ^a	44 ± 2 ^{ab}	66 ± 9 ^b	14 ± 3 ^a	1.7 ± 0.4 ^a

Pruž. = pružnost, Soudr. = soudržnost, Elast. = elasticita, Žvýk. = žvýkatelnost, ZP = ztráty pečením, SV = specifický objem bochníku

ZÁVĚR

Pečivo vyrobené z těchto druhů mouky mělo měkčí strídu a lépe obnovovalo tvar po stlačení, než pečivo z bílé rýžové mouky. Pečivo z bílé rýžové mouky však bylo méně rozpadavé. Analýza bochníků vyrobených z různých druhů rýžové mouky prokázala, že červená a černá rýže jsou surovinami použitelnými pro výrobu kynutého pečiva. Na základě získaných výsledků však není možné jednoznačně určit, která z mouk je pro výrobu nejvhodnější. Každá z mouk prokázala určité výhody, ale i nevýhody. Názor konzumentů na pečivo však není tvořen pouze texturními charakteristikami výrobku. Nezanedbatelný vliv má také vzhled a chuť pečiva. Těmto oblastem bude věnována pozornost v dalším výzkumu, který bude následně prováděn.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou IGA/FT/2021/003.

LITERATURA

Abdel-Aal, E. S. M., Young, J. C., & Rabalski, I. (2006): Anthocyanin composition in black, blue, pink, purple, and red cereal grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(13), 4696–4704.

Anton, A. A., Artfield, S. D. (2008): Hydrocolloids in gluten-free breads: a review. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 59, 11–23.

Bourne, M. C. (2002):. *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. 2. vydání. Academic press. ISBN ISBN 0-12-119062-5.

Gallagher, E., Gormley, T. R., Arendt, E. K. (2004): Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 143–152.

Gujral, H.S., Rosell, C.M. (2004): Improvement of the breadmaking quality of rice flour by glucose oxidase. *Food Research International*, 37, 75–81.

Hager, A. S., Wolter, A., Czerny, M., Bez, J., Zannini, E., Arendt, E. K., Czerny, M., (2012): .Investigation of product quality, sensory profile and ultrastructure of breads made from a range of commercial gluten-free flours compared to their wheat counterparts. *European Food Research and Technology*,. 235, 333–344.

Kumar, N., Murali, R. D. (2020). Black Rice: A Novel Ingredient in Food Processing. *J Nutr Food Sci*, 10(2), 771.

Prasad, R., Shivay, Y. S. & Kumar, D. (2017): Current status, challenges, and opportunities. In B. S. Chauhan, K. Jabran, K., & G. Mahajan (Eds.), *Rice production worldwide* (pp. 1–32). Cham: Springer International Publishing AG. ISBN 9783319475165.

Kontaktní adresa: doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D., Ústav technologie potravin, Fakulta technologická, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín, Česká republika, e-mail: buresova@utb.cz

STANOVENÍ CELKOVÉ AKTIVITY LIDSKÉ MOČE METODOU FIA-COULARRAY

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF HUMAN URIN DETERMINED BY THE FIA-COULARRAY

Aleš Horna^{1, 2} – Kateřina Veselá¹ – Viktor Voříšek¹

¹ RADANAL s.r.o., Okružní 613, 530 01 Pardubice

²Institut Nutrice a Diagnostiky s.r.o., Sakařova 1400, 530 03 Pardubice

ABSTRAKT

Práce se zabývá využitím průtokové injekční analýzy (FIA) ve spojení s multikanálovým elektrochemickým detektorem (ECD) k hodnocení antioxidační aktivity sbíraných celodenních močí dvaceti dvou leté dobrovolnice (BMI 22,5) v průběhu 40 dní. Antioxidační aktivita byla sledována v souvislosti s objemem močí, menstruačním cyklem, s celodenní stravou, a také jednodenním hladověním, kdy dobrovolnice pila jen vodu. Ve zvolených třech dnech byla sledována antioxidační aktivita močí po každém odběru během dne a byla porovnávána s průměrnou 24- hodinovou močí. FIA-ECD se ukázala jako rychlý a spolehlivý nástroj pro sledování antioxidační aktivity lidské moče.

Klíčová slova: antioxidační aktivita, průtoková analýza, elektrochemická detekce, lidská moč

ABSTRACT

Flow injection analysis (FIA) in conjunction with a multichannel electrochemical detector (ECD) was used for determination of antioxidant activity twenty-four-hour urine of a twenty-two-year-old volunteer (BMI 22.5) over 40 days. Antioxidant activity was monitored in connection with urine volume, menstrual cycle, all-day diet, and one-day fasting, when the volunteer drank only water. On selected three days, urinary antioxidant activity was monitored after each collection during the day and compared to the average 24-hour urine. FIA-ECD has proven to be a fast and reliable tool for monitoring the antioxidant activity of human urine.

Keywords: antioxidant activity, flow injection analysis, electrochemical detection, human urine

ÚVOD

Na našem pracovišti, se zkušenostmi s aplikacemi chromatografie, hmotnostní spektrometrie a elektrochemie pro studium bioaktivních látek ovlivňující lidské stárnutí, výkonnost mužů a krásu žen, se od roku 2018 zabýváme i průtokovou injekční analýzou ve spojení s multikanálovou elektrochemickou detekcí (FIA-ECD) s využitím detektoru CoulArray pro výzkum elektro aktivních látek s antioxidačními vlastnostmi. K této originální metodě jsme dospěli po více než 20 letech zkušeností s elektrochemickou detekcí ve spojení s vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií (HPLC). Z hlediska ekonomické produktivity práce se FIA-ECD ukazuje jako jediné možné řešení pro hodnocení antioxidačních látek v tisících vzorků extraktů z ovoce, listů, kůry stromů a bylin. Zajímavým zjištěním byla i možnost využití FIA-ECD pro sledování antioxidační aktivity moči v souvislosti s výživou a lidským zdravím.

MATERIÁL A METODIKA

Metoda FIA (flow injection analysis) je založená na nástřiku kapalného vzorku do nosného proudu mobilní fáze. Ve spojení s elektrochemickým detektorem (CoulArray) je měřena změna elektrického proudu v čase na 4 kanálové elektrochemické cele se sériově zapojenými pracovními elektrodami z porézního grafitu s vloženým potenciálem 200, 400, 600 a 800 mV oproti referentním hydrogen-paládiovým elektrodám. Díky velkému povrchu poréznímu grafitu pracovních elektrod dochází k přenosu náboje s coulometrické účinností. Náboj je tedy úměrný množství antioxidačních látek. Velikost měřeného náboje na pracovních elektrodách byla využita pro hodnocení antioxidačních látek v moči.

Dobrovolnice v období od 1. 1. 2021 do 9. 2. 2021 sbírala své celodenní moče do skleněné nádoby a následně slévala do 5 litrového plastového kanystru, který byl v průběhu dne uchováván při venkovní teplotě, která se v lednu 2021 pohybovala okolo 0°C. Z kanystru byl odebrán 50 ml vzorek moči reprezentující určitý den a před

analýzou byl uchováván při -18°C. Každý 24- hodinový sběr byl vždy ukončen první ranní močí následujícího dne. Po celé sledované období si dobrovolnice vedla záznamy o stravování, pitném režimu, fyzických aktivitách, spánku a menstruačním cyklu.

Její jídelníček se obvykle skládal ze tří hlavních jídel a jedné odpolední svačiny, která většinou obsahovala mléčný výrobek s ořechy a jedním kusem ovoce. Ráno snídala ovesnou kaši nebo 3 vejce a vypila hrnek japonského čaje Matcha. Po snídani brala GS vitamín C (1000 mg se šípky), GreenFood vitamín D3 (25 µg), MedPharma vitamín B2 (10mg) a Lýsi rybí olej (620 mg omega-3, 310 mg EPA , 205 mg DHA). K obědům a k večerím jedla maso, luštěniny, sýr se zeleninou, bramborem, rýží nebo těstovinami. Občas měla i čtvrté jídlo po 20. hodině se dvěma skleničkami vína. V průběhu dne pravidelně pila kohoutkovou vodu (2-3 l), bylinné čaje a jednu kávu denně.

Vzorky všech močí byly při pokojové teplotě rozmrazeny. Na přístroji (Thermo Scientific Orion Star A111) bylo změřeno pH a refraktometrem RUR2-ATC (www.refraktometr.cz) byl změřen refraktometrický index, sérové proteiny a hustota.

Z 50 ml, respektive 15 ml, plastových zkumavek bylo odebráno 10 µl moče (NH 92844 Pipeta Fisherbrand Elite 2-20 µl , Thermo Fisher Scientific, USA) do 10 ml odměrné baňky. Po doplnění mobilní fáze a protřepáním bylo přelito cca 1,5 ml roztoku do plastové jednorázové stříkačky (DB Discardit, Becton Dickinson S.A., Fraga, Španělsko) s nasazeným stříkačkovým filtrem o velikosti póru 0.22 µm (Chromservis, Praha) a přefiltrováno do předem popsanych tmavých šroubovacích 2 ml vialek (Chromservis, Praha).

Připravené 2 ml vialky byly vloženy do autosampleru HPLC CoulArray systému (ESA, Chelmsford, MA, USA) při laboratorní teplotě. Pro každou vialku byly provedeny tři nástriky v sérii. Jako nosné vodivé medium použita mobilní fáze fosfátového pufru o koncentraci 0,05 M s přísadkou 10 % ACN o celkovém pH 4,8. Průtok mobilní fáze byl 1 ml/min a objem nástriku 10 µl. Do FIA/ECD systému (Obr. 1) byla před měřicí analytickou celou zařazena série 2 PEEK filtrů o velikosti

póru 0.22 μm , aby se zabránilo průchodu nečistot do porézního grafitu pracovních elektrod a jejich zničení. Antioxidační aktivita byla měřena jako náboj v μC integrací plochy píků odezvy. Při vyhodnocení se vypočetl celkový náboj, jako součet dílčích přenesených nábojů na jednotlivých pracovních elektrodách 200, 400, 600 a 800 mV.

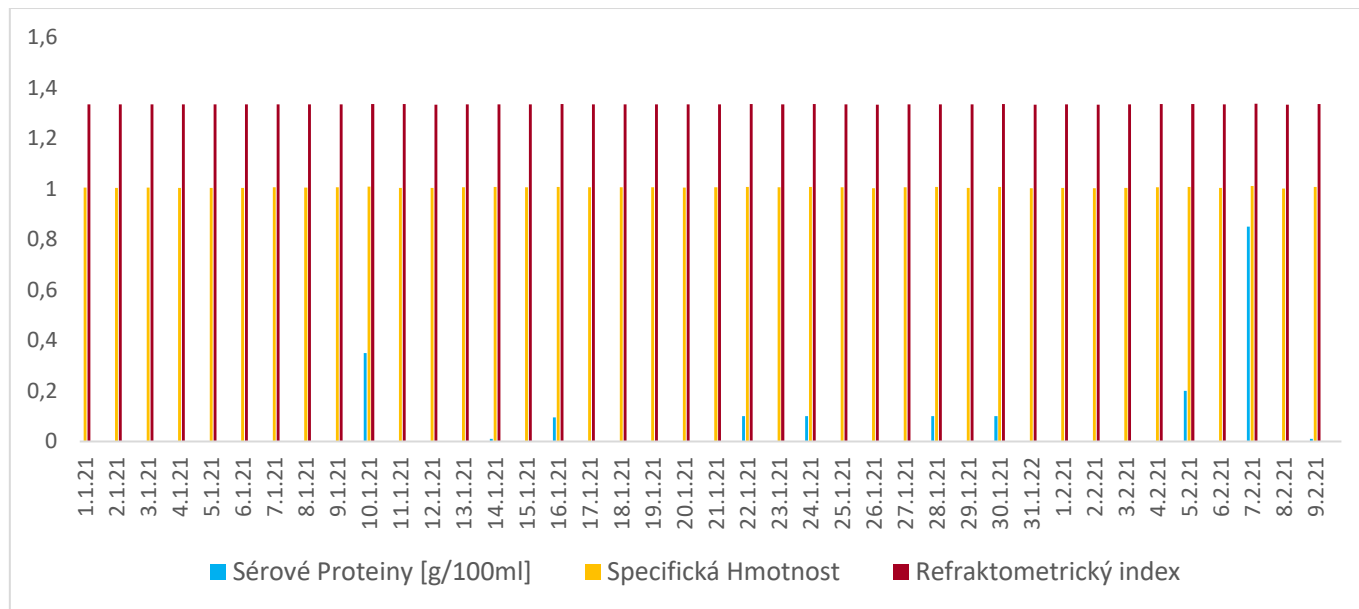


Obrázek 1: HPLC s CoulArray detektorem firmy ESA použité pro FIA/ECD

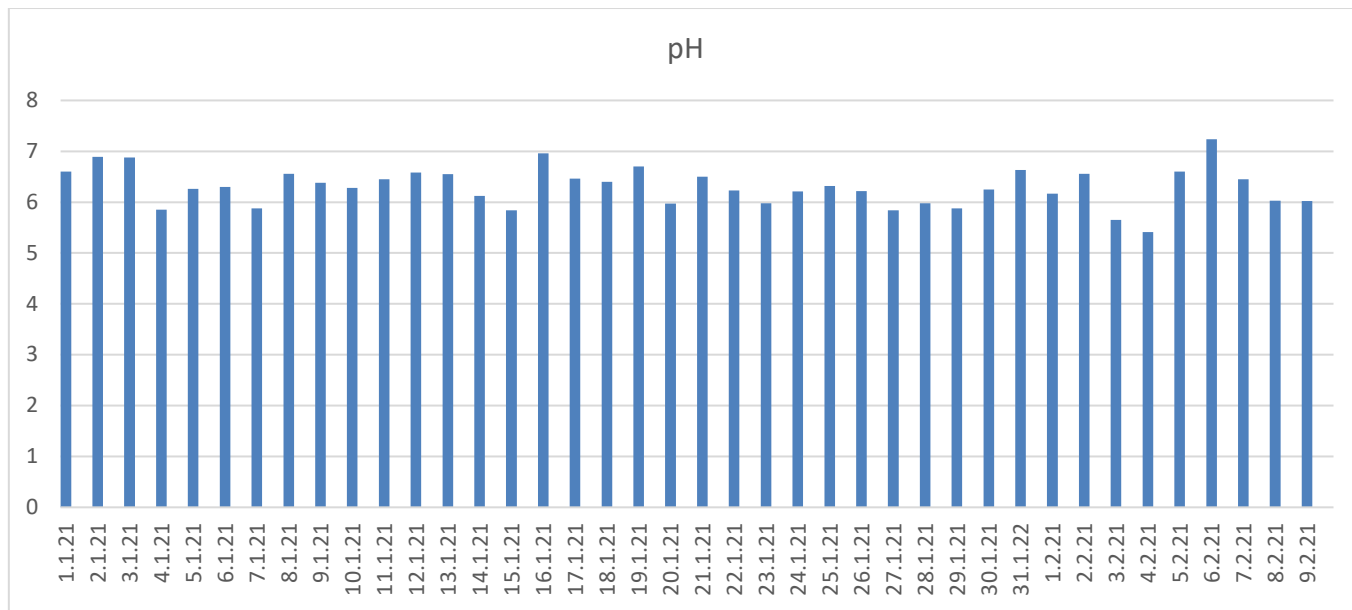
VÝSLEDKY A DISKUZE

Na (Obr. 2) jsou graficky uvedeny výsledky refraktometrických měření (proteiny, specifická hmotnost a refraktometrický index) vzorků 24hodinové moči od 1.1. do 9.2.2021. Specifická hmotnost se pohybovala v rozmezí hodnot 1,0001 g/cm^3 (8. 2. 2021) a 1,0110 g/cm^3 (7. 2. 2021). Refraktometrický index se pohyboval mezi hodnotami 1,3331 (8. 2. 2021) a 1,3369 (7. 2. 2021). Dne 3. 2. 21, kdy dobrovolnice hladověla a pila jen vodu, byla specifická hmotnost moče 1,004 g/cm^3 a refraktometrický index byl 1,3342.

U zdravého člověka by se v moči bílkoviny vyskytovat neměly. V moči dobrovolnice se bílkoviny objevily výjimečně s výraznými hodnotami zejména ve dnech 10. 1 a 7. 2. 2021. Oba tyto dny snědla oproti ostatním dnům větší množství potravin obsahující bílkoviny (10. 1. - 4 vejce, 150 g hovězí roštěnka, 200 g sýrů; 7. 2. - 4 vejce, 2 kachní prsa, 200 g sýrů).



Obrázek 2. Grafické znázornění refraktometrického měření hodnot proteinů, specifické hmotnosti a refraktometrického indexu sbíraných 24 hodinových močí v období 40 dnů.



Obrázek 3. Grafické porovnání úrovně pH 24 hodinových močí v období 40 dnů

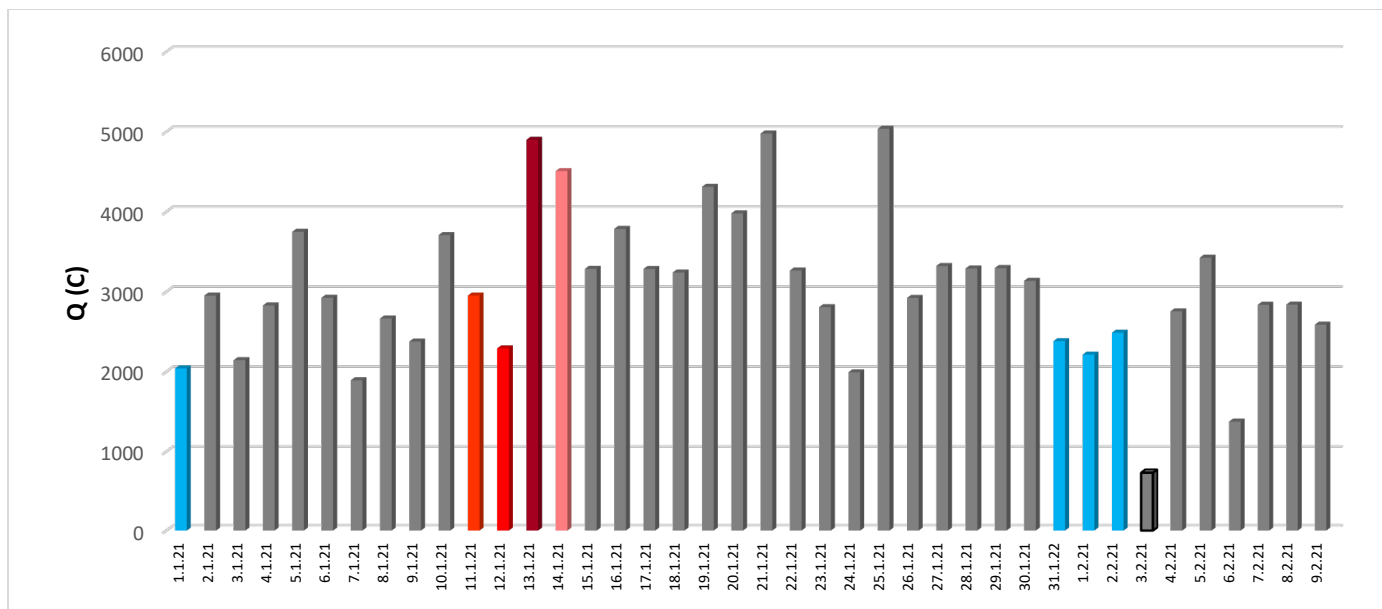
Na (Obr. 3) jsou ve sloupcovém grafu porovnány hodnoty pH močí v průběhu 40 dnů v rozmezí minimální hodnoty pH 5,41 (4. 2. 2021) a maximální pH 7,24 (6. 2. 2021), přičemž průměrná hodnota pH byla spočítána jako 6,22. Nejnížší hodnota 5,41 by mohla souviset s celodenním půstem dne 3. 2. 21 (pouze 3l vody).

Dále byla zkoumána souvislost mezi objemem moči za 24 hodin a její antioxidační aktivitou, změnami antioxidační aktivity během 24 hodin a celkové ztráty náboje antioxidačních látek v souvislosti s močením.

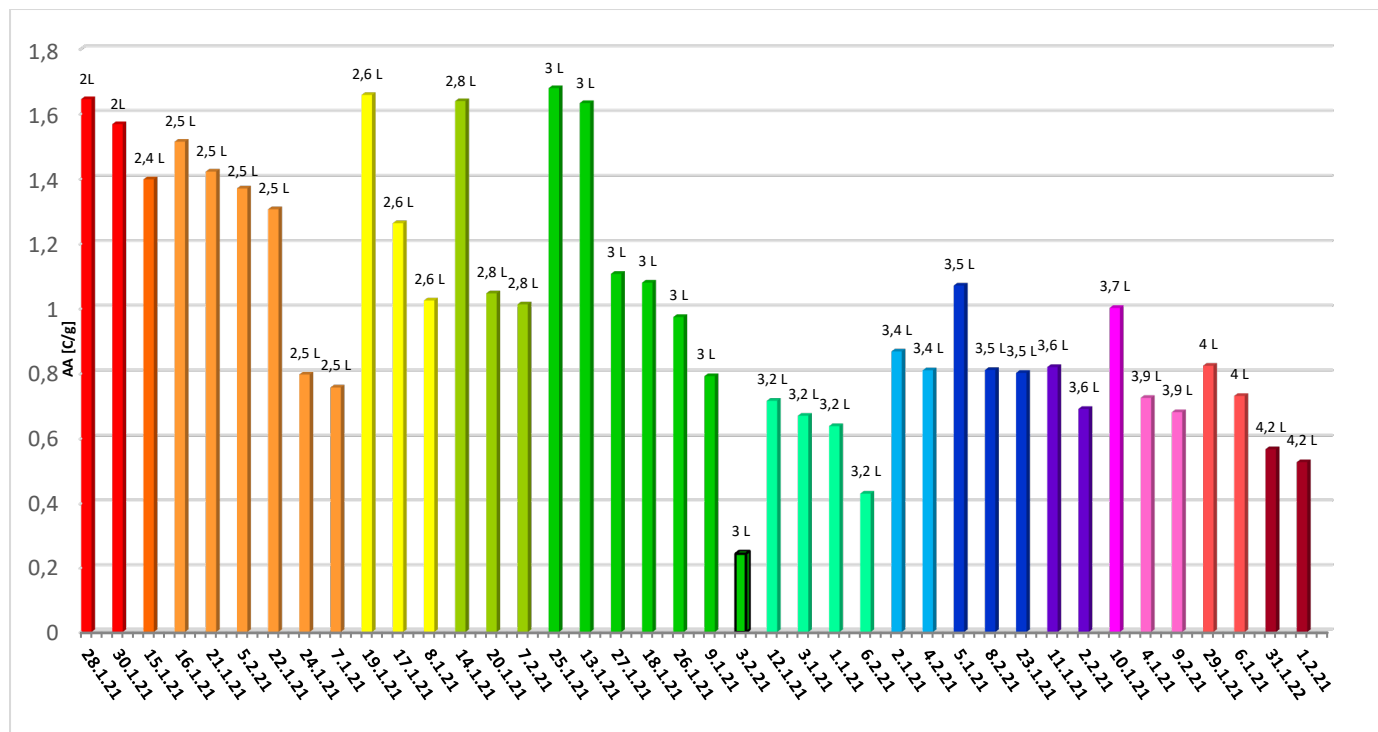
Na (Obr. 4) sledovat velikost celkového náboje antioxidačních látek vyloučených močí v jednotlivých dnech. Zajímavé je, že v době půstu 3. 2. 21. byla ztráta antioxidačních látek v moči nejmenší a to 732 C, přičemž v den s nejsilnější menstruací (13. 1. 21) byla ztráta náboje 4899 C (třetí nejvyšší). Nejvyšší hodnota náboje vyloučené močí z těla za 24 h byla 5037 C (25. 1. 2021).

Na (Obr. 5) je vidět závislost antioxidační aktivity na objemu moči sesbírané za 24 hodin v období 40 dnů. Sloupce jsou seřazeny podle objemu od nejmenšího ředění (2 l) 1,645 C/g po největší (4,2 l) 0,527 C/g a antioxidační aktivita je v každém zředění seřazena od nejvyšší po nejnížší. Je vidět, že antioxidační aktivita roste s klesajícím objemem moče. To by mohlo znamenat, že čím více pijeme, tím větší máme objem moči a tím v důsledku zředění její antioxidační aktivita klesá.

Antioxidační aktivita je také výrazně ovlivněna přerušením příjmu potravy. Černě orámovaný sloupec s nejnížší antioxidační aktivitou 0,244 C/g značí den 3. 2. 2021, kdy dobrovolnice vypila během celodenního půstu jen 3 l vody a také vymočila 3 l moče.



Obrázek 4. Závislost náboje Q (C) celkového objemu sbírané 24 hodinové moče na dnech v období od 1. 1. do 9. 2. 21. s červeně vyznačenými dny menstruace, modře ovulace a dne bez jídla 3. 2. 2021

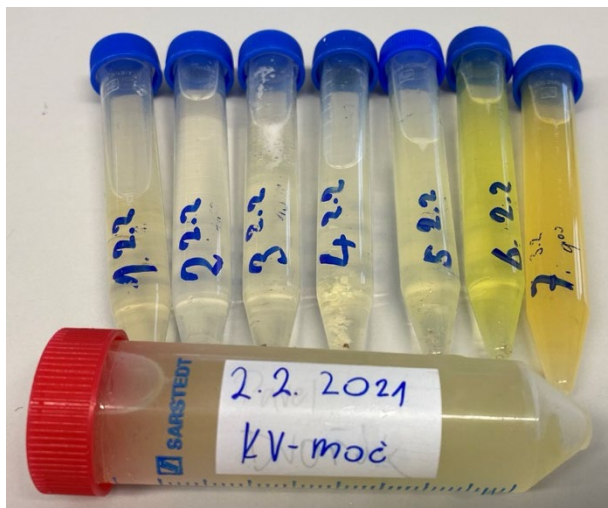


Obrázek 5. Závislost antioxidační aktivity močí na objemu za 24 hodin.

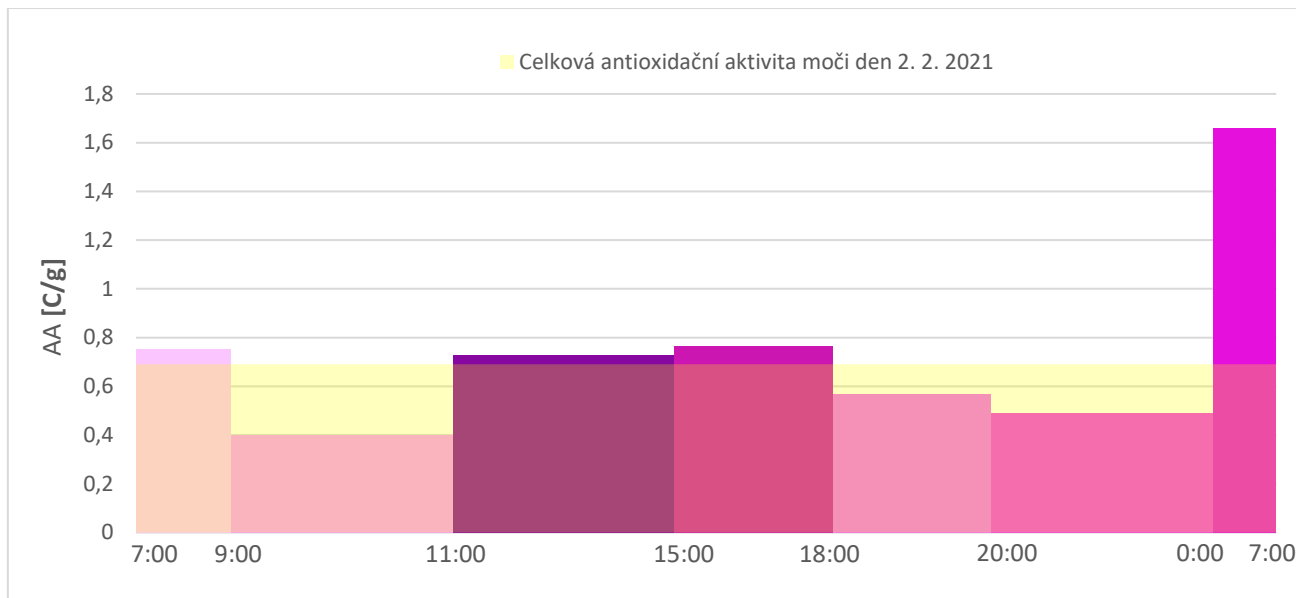
Na (Obr. 6, 9 a 12) jsou vyfoceny vzorky jednotlivých frakcí močí odebíraných v průběhu jednoho dne spolu se vzorkem směsné 24 hodinové moče ze sedmi frakcí (Obr. 6) dne 2. 2. 2021, z šesti frakcí (Obr. 9) dne 8. 2. 20 21 a ze sedmi frakcí (Obr. 12) dne 9. 2. 2021.

Na (Obr. 7, 10 a 13) je grafické znázornění, změny sledovaných parametrů močí. Výška každého sloupce značí antioxidační aktivitu a šířka značí objem. Plocha každého sloupce tedy značí množství náboje vyloučeného při každém močení. Celý graf je proložen žlutým obdélníkem, jehož plocha odpovídá celkovému náboji vyloučeného močí toho dne.

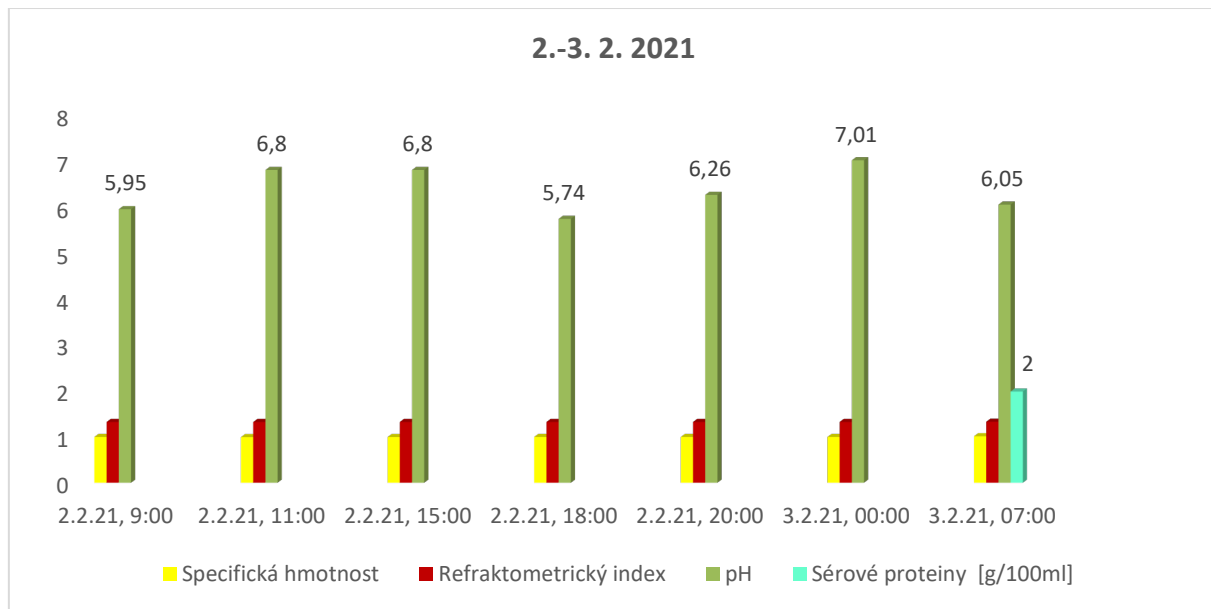
Lze vidět (Obr. 6, 9 a 12), že barva močí nemusí souviset s antioxidační aktivitou. Dne 2. 2. 2021 (Obr. 6) dobrovolnice v 19:00 brala tabletu vitamínu B2, což se již za hodinu projevilo obarvením moče až do fosforově žluté. Totéž bylo pozorováno i v dalších dnech pokusu. Na antioxidační aktivitě se ale výrazné zbarvení neprojevilo. Ve všech sledovaných dnech byla nalezena nejvyšší antioxidační aktivita močí ráno po probuzení.



Obrázek 6 : Vzorky sedmi frakcí močí v průběhu dne 2. 2. 2021 a celodenní směsný vzorek



Obrázek 7. Znázornění antioxidační aktivity jednotlivých frakcí moči během dne 2. 2. 2021 a proložení antioxidační aktivitou denního směsného vzorku (žlutě).



Obrázek 8. Hodnoty refraktometrického měření a pH sedmi frakcí moči v průběhu 24 hodin od 7.00 2. 2. 21 až po 7.00 3. 2. 21

Na (Obr. 8) můžeme pozorovat změny pH, refraktometrického indexu, specifické hmotnosti močí a přítomnost sérových proteinů v průběhu 24 hodin od 7.00 2. 2. 21 až po 7.00 3. 2. 21. Hodnota pH se pohybuje od 5.74 do 7.1 a tyto hodnoty nepřekónávají hodnoty pH sbíraných 24hodinových močí (Obr. 3). Sérové proteiny byly pozorovány pouze v ranní moči. V 24 hodinové sbírané moči sérové proteiny nebyly pozorovány (Obr. 2).

Jídelníček ze dne 2. 2. 2021

7:30 Ovesné vločky, syrovátkový protein, chia semínka, slunečnicová semínka, skořice, 1ks mandarinka, ½ polévkové lžíce arašídové máslo

- 0,25 l Matcha zelený čaj
- 0,3 l Čaj Šalvěj

12:00 Zapečené brambory, tofu, gouda sýr, česnek, cibule, řepková olej

- 0,3 l Čaj Rakytník

16:00 Červené jablko, mléčný kefir

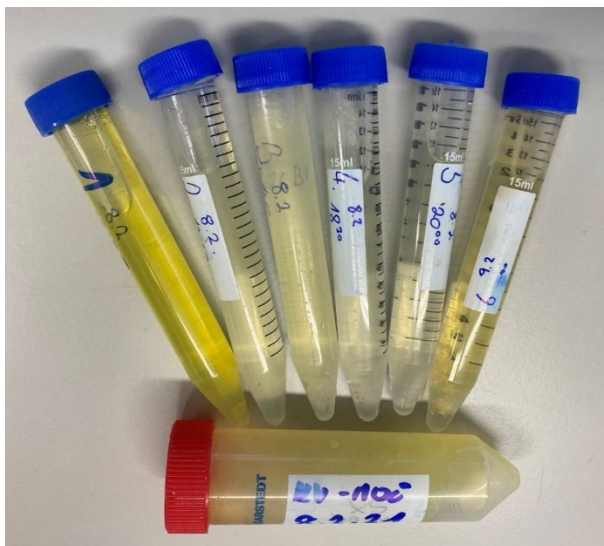
- 0,3 l Kafe

19:00 2ks Vejce, mozzarella, quinoa, čerstvý špenát, olivový olej, okurek

- Vitamín D (25µg), B2 (10mg), Vitamín C (1000mg)
- 0,5 l Ajurvédský čaj triphala

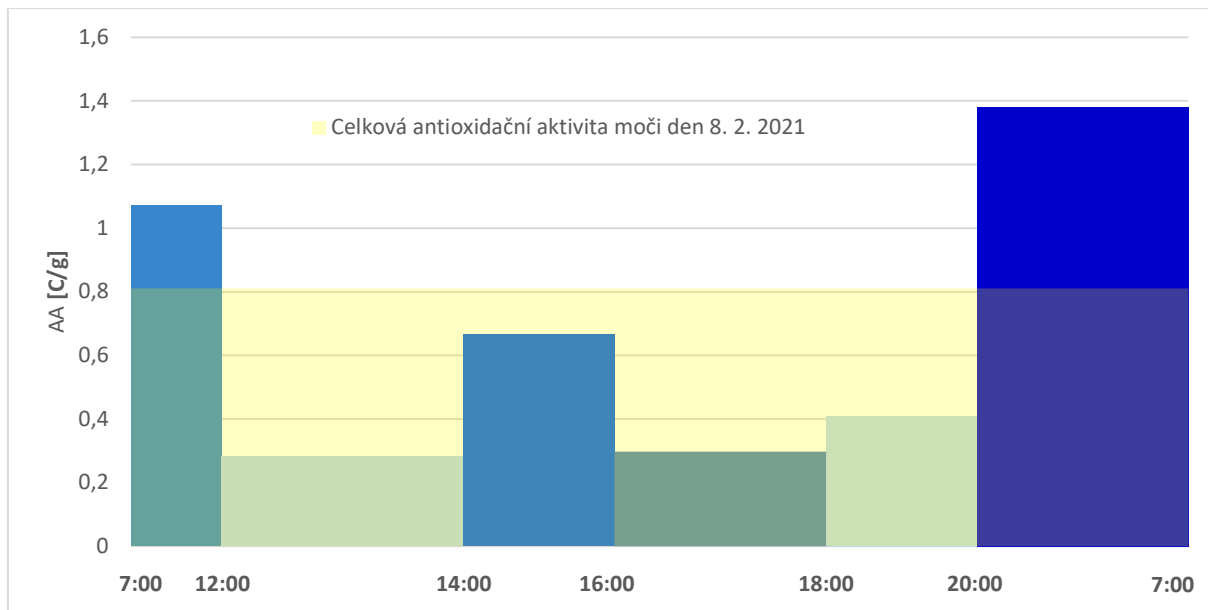
21:00 Kozí sýr, směs ořechů

- AMIX: Ca (666,6 mg), Mg (266,6 mg), Zn (16,6 mg)

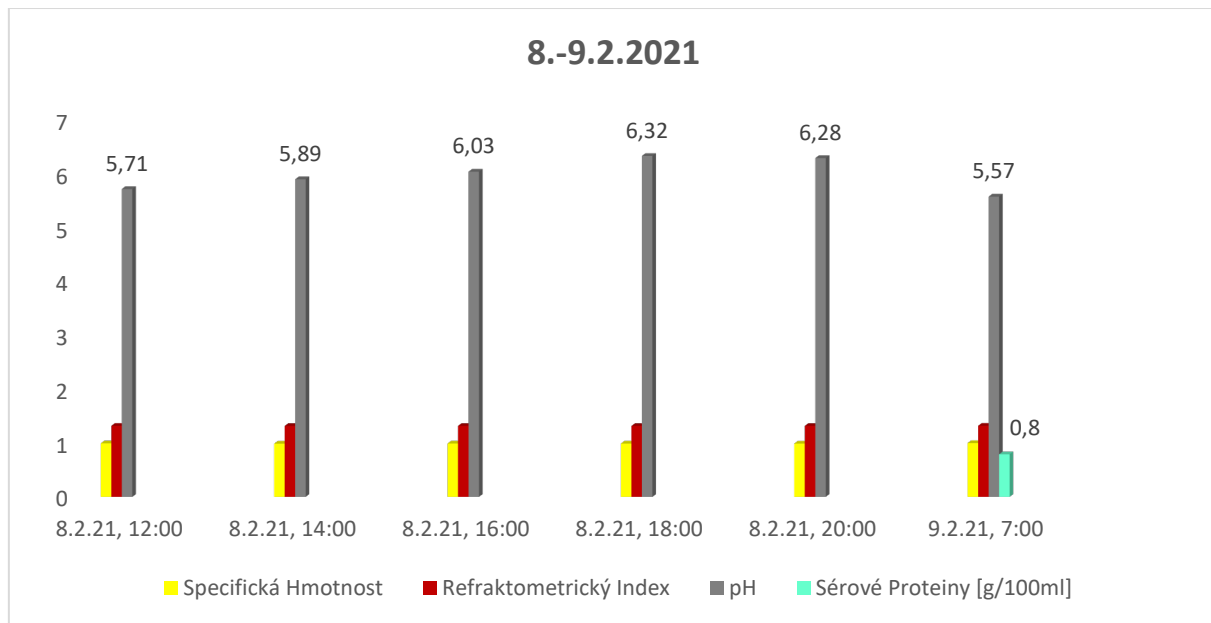


Obrázek 9 : Vzorke šestí frakcí močí v průběhu dne 8. 2. 2021 a celodenní směsný vzorek

Na (Obr. 11) můžeme pozorovat změny pH, refraktometrického indexu, specifické hmotnosti močí a přítomnost sérových proteinů v močích v průběhu 24 hodin od 7.00 8. 2. 2021 až po 7.00 9. 2. 2021. Hodnota pH se pohybuje od 5.57 do 6.32 a tyto hodnoty nepřekónávají hodnoty pH sbíraných 24 hodinových močí (Obr. 3). Sérové proteiny byly pozorovány pouze v ranní moči. V 24 hodinové sbírané moči sérové proteiny nebyly pozorovány (Obr. 2).



Obrázek 10. Znázornění antioxidační aktivity jednotlivých frakcí moči během dne 8. 2. 2021 a proložení antioxidační aktivitou denního směsného vzorku (žlutě).



Obrázek 11. Hodnoty refraktometrického měření a pH šestii frakcí močí v průběhu 24 hodin od 7.00 8. 2. 21 až po 7.00 9. 2. 21

Jídelníček ze dne 8. 2. 2021

7:30 Ovesné vločky, syrovátkový protein, chia semínka, slunečnicová semínka, skořice,
1ks banán, ½ polévkové lžice arašídové máslo

- Vitamín D (25µg), B2 (10mg), Vitamín C (1000mg)
- 0,3 l Matcha čaj
- 0,5 l Ovocný čaj

12:00 Vepřové maso, bílá rýže, čerstvý špenát

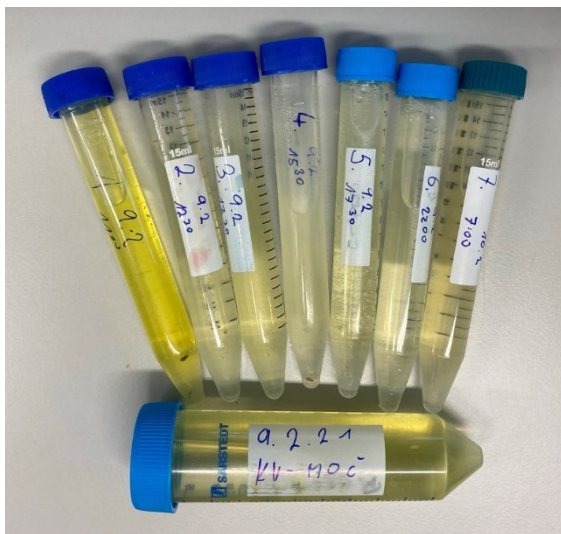
- 0,5 l Ovocný čaj

15:00 Řecký jogurt, červené jablko, mix ořechů

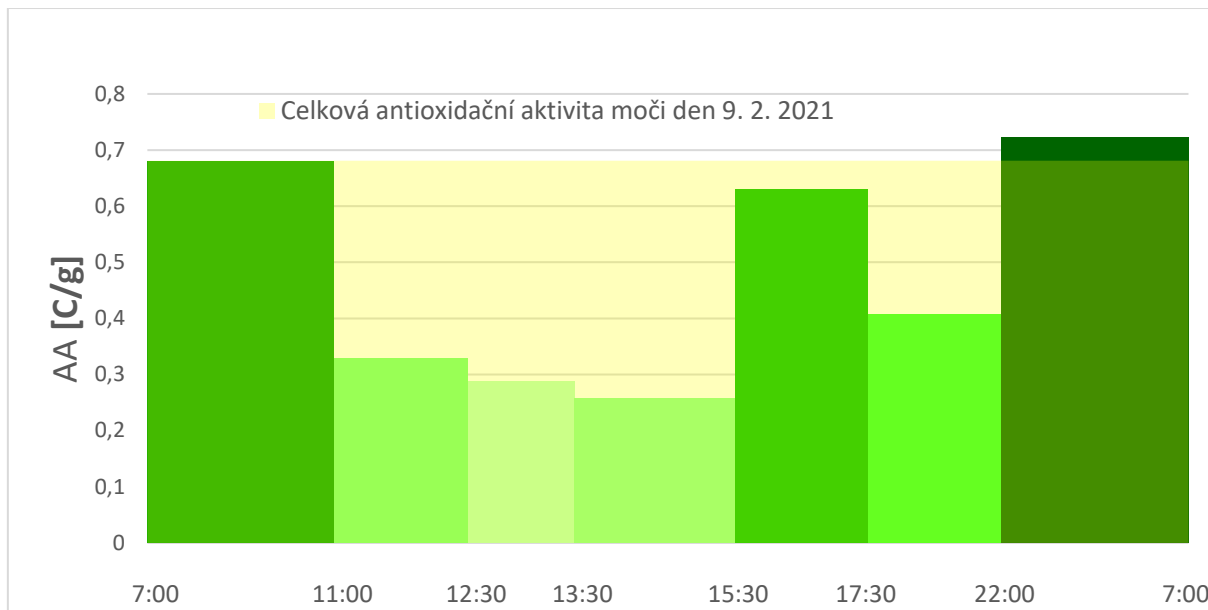
19:00 Celozrnný žitný chléb, olivový olej, 3ks vejce, pepř, sušený česnek, cottage sýr,

1 čtverec hořká čokoláda s karamellem

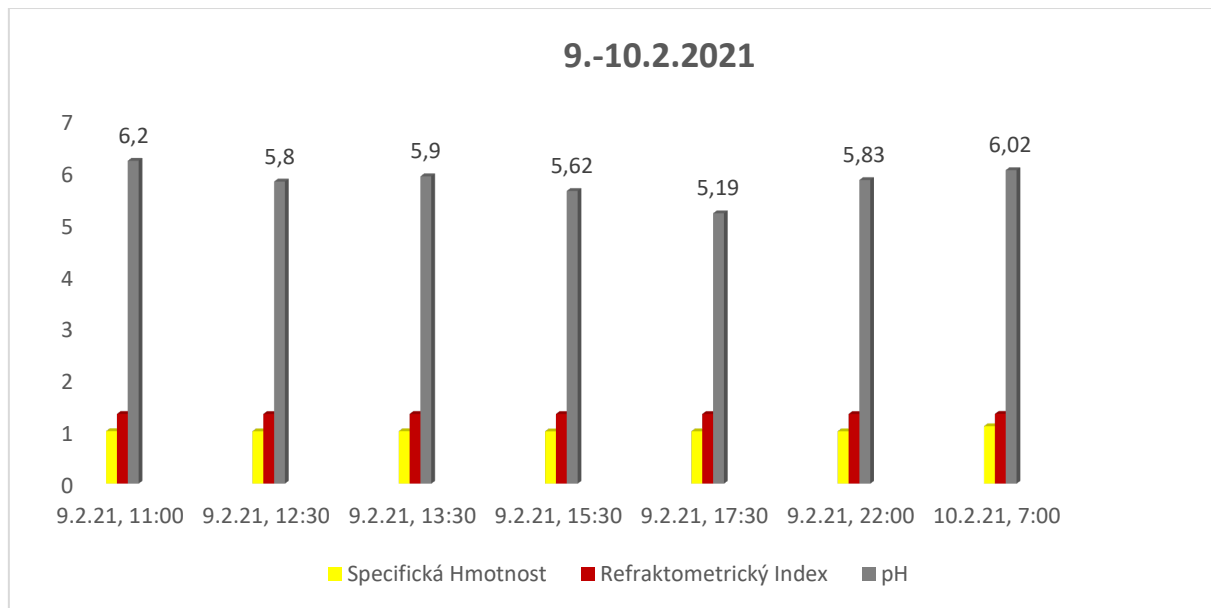
- 0,3 l ajurvédský triphala čaj
- AMIX: Ca (666,6 mg), Mg (266,6 mg), Zn (16,6 mg)



Obrázek 12 : Vzorky sedmi frakcí moči v průběhu dne 9. 2. 2021 a celodenní směsný vzorek



Obrázek 13. Znázornění antioxidační aktivity jednotlivých frakcí moči během dne 9. 2. 2021 a proložení antioxidační aktivitou denního směsného vzorku (žlutě).



Obrázek 14. Hodnoty refraktometrického měření a pH sedmi frakcí moči v průběhu 24 hodin od 7.00 9. 2. 2021 až po 7.00 10. 2. 2021

Na (Obr. 14) můžeme pozorovat změny pH, refraktometrického indexu, specifické hmotnosti močí a přítomnost sérových proteinů v močích v průběhu 24 hodin od 7.00 9. 2. 2021 až po 7.00 10. 2.2021. Hodnota pH se pohybuje od 5.19 do 6.2 a tyto hodnoty nepřekonávají hodnoty pH sbíraných 24 hodinových močí (Obr. 3). Sérové proteiny byly pozorovány pouze v ranní moči. V 24 hodinové sbírané moči sérové proteiny nebyly pozorovány (Obr. 2).

Jídelníček ze dne 9. 2. 2021

7:30 3 ks vejce, 1/2 avokádo, 2 ks žitný celozrnný chléb, Cottage

- Vitamín D (25μg), B2 (10mg), Vitamín C (1000mg)
- 0,3 l Matcha zelený čaj

12:00 gulášová polévka, brambor, hlíva

- 0,3 l bylinkový čaj

15:00 větrníkové kuličky, štrůdl, řecký jogurt, mix ořechů

- 0,3 l bylinkový čaj

19:00 Celozrnné špagety, ½ avokádo, sýr gouda, olivový olej, česnek, tvarůžky, pepř
Hroznové víno

- 0,5 l ajurvédský čaj triphala
- AMIX: Ca (666,6 mg), Mg (266,6 mg), Zn (16,6 mg)

ZÁVĚR

Z naší 40 denní studie vyplývá, že antioxidační aktivita močí dobrovolnice byla výrazně ovlivňována objemem vyloučené moči, do které se promítalo vše, co za daný den snědla a vypila. Objem močí během sledovaných dnů se měnil od 2000 ml do 4200 ml a antioxidační aktivita močí se měnila od 1.65 C/g po 0.53 C/g. Ukazuje se, že antioxidační aktivita klesá s rostoucím objemem moče. Neznamená to ale, že by s nárůstem objemu moče zcela úměrně tomu klesala antioxidační aktivita (Obr. 5).

Zajímavé je pozorování ztráty celkového náboje vyloučeného s celodenní močí. V rozmezí 40 dnů se náboj pohyboval okolo průměru 3037 C s maximální hodnotou

5037 C a minimální hodnotou 732 C ve dne hladovění (3. 2. 2021), kdy dobrovolnice vypila během dne 3000 ml vody a současně i 3000 ml vymočila. To ukazuje, že většinový podíl antioxidantů v moči souvisí s příjmem potravy, ale není to výlučný faktor. Močí ze dne, kdy dobrovolnice držela půst, byl vyloučen 4x menší náboj, než je průměr ze všech 40 dnů.

Zajímavým zjištěním je, že nejvyšší antioxidační aktivita v průběhu dne byla pozorována u ranní moče. Zabarvení a intenzita barvy moče nemusí automaticky znamenat zvýšenou antioxidační aktivitu.

Na závěr, ačkoliv to může být úsměvné, na základě našich dlouhodobých experimentů s antioxidanty z různých přírodních zdrojů, můžeme konstatovat, že lidská moč z hlediska antioxidační aktivity je srovnatelná s dobrým červeným vínem.

PODĚKOVÁNÍ

Měření antioxidační aktivity močí injekční průtokovou analýzou bylo vyvinuto pro potřeby řešení projektu číslo 15-27580A nominovaného na cenu mistra zdravotnictví za zdravotnický výzkum a vývoj.

Kontaktní adresa: doc. Ing. Aleš Horna, CSc., Institut Nutrce a Diagnostiky s.r.o., Sakařova 1400, 530 03 Pardubice, Česká Republika, e-mail: horna@radanal.cz

MINERÁLNÍ LÁTKY V MLÝNSKÝCH VÝROBCÍCH

MINERAL COMPONENTS OF FLOUR PRODUCTS

Marie Hrušková¹

¹SPM Praha, Czech Mills Company, Marie Cibulková394/19, Praha 4

ABSTRAKT

Popel patří k nejstarším definovaným jakostním znakům mlýnských výrobků a označuje obsah minerálních látek stanovených gravimetricky za definovaných podmínek spalování. Je závazným parametrem pro jednotlivé druhy komerčních produktů. Zastoupení v pšeničné mouce tvoří zejména K, P, Mg, Ca a další anorganické prvky (Fe, Zn, Se aj.). Uvedené látky jsou pro zdravý vývoj člověka nepostradatelné a získávají se pouze potravou a vodou. Zdrojem minerálních látek v moukách je potravinářská pšenice, kde má na obsah popela vliv odrůda i podmínky pěstování. V mlynářské praxi souvisí s technologickým procesem, který určuje jednotlivé tržní druhy mouky.

Klíčová slova: minerální látky, mlýnské výrobky, vliv technologie

ABSTRACT

Content of ash belongs to the oldest quality features of milling products and describes amount of mineral components obtained by gravimetric procedure after the burning on specific laboratory condition. Traditionally is used for description of commercial milling sorts for consumers. Wheat as basic source of all milling types brings to them mainly potassium K, phosphorus P, magnesium Mg and calcium Ca. For human health can be obtain only by food and water. Ash content of wheat depends on cultivars and growing the condition. Milling technology affect minerals of mills product as well as.

Keywords: mineral components, milling products, influence of technological technology

ÚVOD

Obiloviny jsou spíše minoritním zdroje minerálních látek a stopových prvků, avšak při denní konzumaci produktů z nich jsou považovány za důležité z hlediska dosažení doporučeného příjmu. Obsah v pšenici potravinářské se mění podle odrůdy, ročníku a podmínek pěstování. Nebyl potvrzen přínos vlivem vyššího hnojení. Za průkazný a pozitivní vliv byl označen ekologický režim pěstování bez ohledu na odrůdu a lokalitu pěstování (Lee et al, 2016).

MATERIÁL A METODIKA

Minerální látky ve výživě

Minerální látky a stopové prvky jsou v lidském těle zastoupeny v malém množství, pro organismus však jsou nezbytné. Člověk si je nedokáže sám vytvořit, proto je odkázán na příjem potravou a vodou. V lidském těle tvoří cca 4 % hmotnosti. Mezi nejčastěji zastoupené prvky v lidském organismu patří vápník, draslík, fosfor, hořčík, sodík, železo a zinek. Doporučené denní dávky jsou např. pro K (2000 mg), Ca (800 mg), P (700 mg), Mg (375 mg), Se (55 mg), Fe (14 mg) a Zn (10 mg).

Minerální látky v obilovinách

V obilovinách jsou zastoupeny prvky (v množstevním pořadí) P, K, Ca, Mg, Ca, Na, Fe, Zn a Se a jejich zjištěné množství závisí na metodě stanovení. Potravinářská pšenice je bohatým zdrojem P, K, Mg a Ca. Archaické druhy mají až dvojnásobné množství těchto prvků. Pro jednozrnku a dvouzrnku je přínosný vyšší obsah Zn a kamut má více Se. Zastoupení minerálních látek v pšenici potravinářské se mění podle odrůdy, ročníku a podmínek pěstování (Hrušková 2020).

Metody stanovení obsahu popela

Popel určuje obsah minerálních látek stanovený gravimetricky za definovaných podmínek spalování. Podle toho lze rozlišit tzv. *karbonátový popel* zjištěný po spálení při konečné teplotě 550–600 °C a *sulfátový popel* stanovený při použití kyseliny sírové jako pomocného činidla. Obvyklé složení karbonátového popela pšeničné mouky tvoří

18 % P, 26 % K, 3 % Mg, 3 % Ca. Při zpopelnění při konečné teplotě 900 °C při použití porcelánové nebo platinové misky je popel složen převážně z fosforečnanů a oxidů kovů (ČSN 56 05 12-8).

Normy pro stanovení obsahu popela v mlýnských výrobcích

ČSN ISO 2171	spalování při 900°C, doby závisí na barvě
ICC Standard No 104/1	spalování při 900°C, 2 h
AACC Method 08-03	spalování při 600°C, 2 h
ICC Recommendation No. 202	stanovení NIR spektroskopii
AACC Method 08-21	stanovení NIR spektroskopii

VÝSLEDKY A DISKUZE

Rozložení a vztahy pro množství popela v obilce pšenice

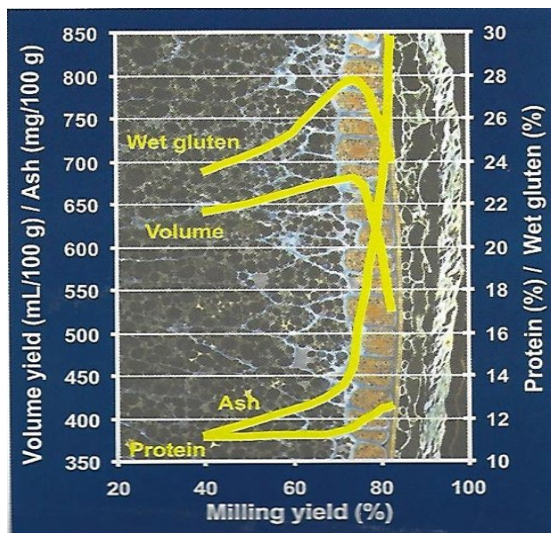
V závislosti na výtěžnosti pšeničné mouky v rozsahu 40–80 % se zvyšuje obsah popela v mg/100g. Obsah bílkovin a mokrého lepku má odlišný kvantitativní profil. Zvýšenému množství bílkovin odpovídá pokles mokrého lepku při výtěžnosti nad cca 70 %. Srovnatelné závislosti byly logicky zjištěny pro měrný objem pečiva (Popper at el, 2009). Uvedené schématické grafy uvádí souvislosti pro mlynářský a pekařský význam obsahu popela (Obr. 1.).

Minerální látky v mlýnských výrobcích

Pro čs. komerční mlýnské výrobky je podle Zákona o potravinách závazně určen obsah popela, který souvisí s jejich spotřebitelským užitím. Zastoupení jednotlivých prvků se zde neuvádějí ani nejsou v aktuálních výživových tabulkách. Obsah minerálních látek v mlýnských výrobcích odráží jejich rozložení v obilce pšenice, kde z průměrného množství 1,5–2 % je v endospermu pouze cca 0,35 %.

Podle doporučení FAO platí pokrytí doporučeného denního příjmu vybraných minerálních látek, které lze získat při konzumaci 200 g pšeničné mouky (Tab. 1.). Na výsledcích je dokumentován význam konzumace cereálních výrobků na bázi pšeničné mouky pro denní příjem fosforu, manganu, hořčíku, zinku, železa a selenu.

Pro dodržení potřeby stopových prvků je zdůrazněna spotřeba výrobků ze pšenice nejen v rozvojových zemích (Ryan et al., 2004, Hussain et al., 2010).



Obrázek 1: Výtěžnost a vliv na jakostní znaky mlýnských výrobků

Tabulka 1: Pokrytí denního příjmu minerálních látek z pšenice

Prvek	% pokrytí denního příjmu
Se	31–73
Fe	76
Mg	72–84
Zn	78
Ca	8
Mn	90
P	>100

Mlýnské výrobky podle obsahu popela v ČR

Podle Zákona o potravinách jsou tržní druhy mlýnských výrobků definovány podle obsahu popela (Tab. 2). Tradiční označení jako tmavé a světlé mouky souvisí nejen s obsahem popela, ale i s barvou. Pro výrobu chleba je rozhodující podíl pšeničné

a žitné chlebové mouky v receptuře, ale v obsahu popela není průkazný rozdíl. Klamání spotřebitele tmavou barvou některých druhů chleba je spojeno s přísadami např. termicky upravených sladových mouk, nikoliv množstvím žitné mouky.

Tabulka 2: Druhy mlýnských výrobků podle obsahu popela

tržní druh	minerální látky (popel) nejvýše
pšeničná světlá	0,60
pšeničná polosvětlá	0,75
pšeničná chlebová	1,15
žitná světlá (výrazková)	0,65
žitná tmavá (chlebová)	1,10
mouky polohrubé	0,50
mouky hrubé	0,50

ZÁVĚR

Obsah popela není z hlediska jakostního hodnocení pšenice veden jako kvalifikační znak. V mlynářské praxi patří vzhledem k rychlému screeningovému měření tradičně mezi bezproblémové jak v surovině tak moukách. V pekařském oboru je popel vnímán nepřímo jako barva mlýnských výrobků a pro jednotlivé skupiny cereálních výrobků jsou obvyklé různé požadavky.

Závislost na odrůdovém složení, podmínkách pěstování pšenice aj. se projevují spíše v prvkovém složení stanoveného obsahu minerálních látek v mlýnských výrobcích. Mezi výživovými odborníky není akceptovaná skutečnost, že vzhledem k vysoké spotřebě cereálních výrobků, jsou podle informací FAO výrobky z pšenice nezanedbatelným zdrojem stopových prvků např. hořčíku a selenu, které doporučují konzumovat v tabletách.

LITERATURA

ČSN 56 15 12-6 Zkoušení mlýnských výrobků ze pšenice a žita, Část 8 stanovení popela.

Hussain A., Larsson H., Kuktait R., Johansson E. (2010): Mineral composition of organically grown wheat genotypes: contribution to daily minerals intake, International Journal of Environmental Research Public Health, 7:3442–3456.

Hrušková M. (2020): Pekařské výrobky jako zdroj, vitaminů a minerálních látek. Pekař a cukrář 5: 32–31.

Popper L., Schafer W., Freud W.(2009): Future of Flour, AgriMedia :102–103.

Lee D., Nam D.S., Kong C. (2016):Variability in nutrient composition of cereal grains from different origins, Springer Plus, 5:. 419.

Ryan M, Derrick J., Dann P. (2004): Grain mineral concentrations and yield of wheat grown under organic and conventional management. J. Sci. Food Agri. 84: 207–216.

Kontaktní adresa: doc. Ing. Marie Hrušková, CS., SPM, Marie Cibulkové 30, 140 00 Praha 4, e-mail: hruskovm@seznam.cz

**VLIV PŘÍDAVKU VÝLISKOVÉ MOUKY OSTROPESTŘCE
MARIÁNSKÉHO NA VYBRANÉ KVALITATIVNÍ PARAMETRY
PEKÁRENSKÝCH VÝROBKŮ**

**INFLUENCE OF THE ADDITION OF OILSEED CAKE FLOUR FROM
MILK THISTLE ON SELECTED QUALITATIVE PARAMETERS
OF BAKERY PRODUCTS**

**František Lorenc¹ – Jan Bedrníček¹ – Pavel Smetana¹ – Dana Jirotková¹
Markéta Jarošová² – Jan Bárta² – Jaromír Kadlec¹**

¹Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů,

**²Katedra rostlinné výroby, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých
Budějovicích, Na Sádkách 1780, 37005 České Budějovice**

ABSTRAKT

Ostropestřec mariánský je tradiční léčivá rostlina využívaná k prevenci a léčbě jaterních onemocnění. Polyfenolické biologicky aktivní sloučeniny silymarinového komplexu vykazují především hepatoprotektivní a antioxidační aktivity. Cílem tohoto výzkumu bylo zhodnocení vlivu přídatku výliskové mouky semen ostropestřce na vybrané kvalitativní parametry bezlepkového chleba. Dle naší receptury byly upečeny chleby s přídatkem výliskové mouky a kontrolní chleby bez přídatku. Pro obohacení chlebů byla použita výlisková mouka různých velikostních frakcí. Byla stanovována antioxidační aktivita chlebového těsta a upečených chlebů prostřednictvím zhášecí aktivity vůči radikálu DPPH, tvrdost textury upečených chlebů a byly provedeny senzorické analýzy chleba. Změna tvrdosti textury v čase byla obecně u obohacené a kontrolní varianty srovnatelná. Zhášecí aktivity vzorků obohaceného chleba byly až dvakrát vyšší než u kontrolních chlebů a proces pečení významně neovlivnil antioxidační kapacitu. Byla prokázána lepší senzorická kvalita obohaceného chleba oproti kontrolnímu.

Klíčová slova: ostropestřec mariánský, chléb, silymarin, antioxidanty, senzorická analýza

ABSTRACT

Milk thistle is a traditional medicinal plant used to treat liver problems. The polyphenolic bioactive compounds of the silymarin complex are responsible mainly for hepatoprotective and antioxidant activities. This research aimed to observe the effect of fortification by oilseed cake flour of milk thistle on the selected qualitative parameters of gluten-free bread. According to our recipe, the gluten-free control and fortified loaves of bread were baked. For the fortification was used the milled oilseed cake of various size fractions. The hardness of the texture within baked loaves of bread has been assessed. The antioxidant activities of bread dough and baked loaves were measured via scavenging of DPPH radical, and sensory analyses of bread were performed. The trend of texture hardness change in time was mostly similar in the fortified and control bread. The scavenging activities of fortified bread were up to double times higher than control bread, and the baking process did not affect the antioxidant capacity significantly. Sensory analyses showed that fortified bread had better sensory quality than control bread.

Keywords: milk thistle, bread, silymarin, antioxidants, sensory analysis

ÚVOD

Ostropestřec mariánský je jednoletá nebo dvouletá, 60–150 cm vysoká, léčivá rostlina patřící do čeledi hvězdnicovitých. Původní oblast výskytu ostropestřce se nachází ve Středomoří, Malé a Přední Asii, avšak v Evropě je již zdomácnělý (Slavík et al., 2004). Ostropestřec se tradičně využívá pro prevenci či léčbu jaterních onemocnění. Účinnou složkou zodpovědnou za hepatoprotektivní působení, a ostatní biologické aktivity ostropestřce, se nazývá silymarin. Ten představuje komplex 5 biologicky aktivních látek, konkrétně jednoho flavonoidu – taxifolinu a čtyř flavonolignanů: Silychristinu, silydianinu, silybinu (formy „A“ a „B“) a isosilybinu (formy „A“ a „B“) (Kim et al., 2003). Tyto látky jsou zastoupeny v semenech ostropestřce a vykazují rovněž významnou antioxidační, antimikrobiální a protizánětlivou aktivitu (Zheng et al. 2009; Shah et al., 2020). Ostropestřec je nejčastěji využíván ve formě drcených semen

(přímo konzumovaných či jako součást jídel nebo nápojů) nebo potravinových doplňků obsahujících silymarinový extrakt. Ze semen ostropestřce mariánského je rovněž získáván nutričně hodnotný olej využitelný ve studené kuchyni. Vedlejším produktem při jeho výrobě jsou výlisky, které jsou nejčastěji zkrmovány hospodářskými zvířaty. Výlisky semen ostropestřce mariánského po lisování oleje (OVM), jež si zachovávají obsah silymarinu (Stastnik et al., 2020), mohou mít potenciální využití pro zpracování v rámci potravinářských výrobků a jako alternativa ke konzumaci samotných semen nebo potravinových doplňků s obsahem silymarinu.

Cílem tohoto výzkumu bylo zhodnotit vliv přídavku mouky vyrobené z ostropestřcových výlisků do bezlepkových chlebů. Konkrétně byla sledována antioxidační aktivita pečených chlebů i těst před a po kynutí pro posouzení stability silymarinového komplexu v průběhu výroby chlebů. U pečených chlebů byly sledovány senzorické vlastnosti a stárnutí střídy.

MATERIÁL A METODIKA

Pro výrobu bezlepkových chlebů byla sestavena receptura, jejíž základem byla směs bezlepkových mouk a škrobů představující alternativu pšeničné mouky. Uvedenou směs tvořila kukuřičná, čiroková, tapioková a guarová mouka, dále pak kukuřičný a bramborový škrob. Další složky receptury představovala voda, olej, sůl a pekařské droždí. Hnětení těsta bylo prováděno zlehka pomocí kuchyňských robotů po dobu 20 minut při pokojové teplotě. Následovalo kynutí po dobu 60 minut při 33 °C a pečení v konvektomatu za kontrolovaných podmínek po dobu 46 minut při 170 °C. V případě obohacených chlebů bylo 10 % podílu syké směsi nahrazeno moukou získanou homogenizací výlisků semen ostropestřce po lisování oleje. Po homogenizaci výlisků byla OVM separována pomocí kalibrovaných sít do tří velikostních frakcí: Hrubá frakce (>0,71 mm), střední frakce (0,315–0,71 mm) a jemná frakce (<0,315 mm). Pro obohacení chlebů byla použita rovněž nesítovaná frakce původní OVM. Získané velikostní frakce a nesítovaná frakce byly následně přemlety na jemnou mouku jednotné zrnitosti.

Prvním krokem při stanovení antioxidační aktivity byla extrakce. Chlebová těsta a upečené bochníky byly homogenizovány a obsažené látky silymarinového komplexu byly extrahovány v 80% roztoku methanolu (200 mg mouky v 10 ml extrakčního roztoku). Extrakce probíhala po dobu 2 hodin v ultrazvukové lázni, následně byl vzorek centrifugován a extrakt v podobě supernatantu odebrán a uchován při -20 °C. Antioxidační aktivity byly stanoveny pomocí spektrofotometrické modifikované metody dle Lachmana et al. (2006) využívající zhášení radikálu DPPH (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl). Absorbance roztoku činila 0,8 při vlnové délce 515 nm. Pracovní roztok radikálu DPPH o koncentraci 2,5 mg/l a výsledný vzorek byly inkubovány po dobu 120 minut při pokojové teplotě. Úbytek absorbance byl následně měřen při vlnové délce 515 nm. Jako slepý vzorek byl použit čistý methanol. Antioxidační aktivity byly vyjádřeny jako zhášecí aktivita v podobě úbytku absorbance pracovního roztoku radikálu se vzorkem, vlivem působení antioxidantů, dle vzorce:

$$\begin{aligned} & \text{zhášecí aktivita (\%)} \\ &= \left(\frac{A_{515} \text{ kontroly} - A_{515} \text{ vzorku}}{A_{515} \text{ kontroly}} \right) \times 100 \end{aligned}$$

Stárnutí pečiva se projevuje zejména v podobě tvrdnutí střidy. Stanovení tvrdosti textury střidy u plátků upečeného chleba bylo provedeno pomocí analyzátoru textury TA.XT Plus (Stable MicroSystems, Godalming, UK). Textura byla analyzována v den výroby chleba po vychladnutí a poté 24, 48, 72 a 96 hodin od upečení. Po tuto dobu byly chleby zabaleny v polyethylenových sáčcích a skladovány ve tmě při pokojové teplotě. Analyzátor textury byl vybaven válcovou sondou o průměru 55 mm. Plátky chleba (1,5 cm silné) byly stlačeny sondou do 60 % původní tloušťky, přičemž rychlost sondy byla 2 mm/s a spouštěcí síla 20 g. Za každou skupinu byly analyzovány 3 krajíce, tzn. 1 krajíc z každého upečeného chleba (n = 3) a výsledky jsou vyjádřeny jako tvrdost střidy v newtonech (N).

Senzorická analýza chlebů byla provedena panelem čtrnácti hodnotitelů (n = 14), seznámených se způsobem správného hodnocení předložených produktů. U všech typů

upečeného chleba, byly hodnoceny následující parametry: příjemnost barvy, vůně, chuti, textury a celková přijatelnost. Hodnocení bylo zaznamenáváno na 10cm dělené hédonické stupnici (úsečce), kde 0 = velmi špatná a 10 = vynikající. Hodnotitelé na předložené stupnici označili místo odpovídající úrovni daného parametru dle jejich subjektivního hodnocení. Hodnoty všech deskriptorů byly zprůměrovány pro určení cílové hodnoty a grafické vyjádření. Pro neutralizaci chutí mezi jednotlivými vzorky byla využita neperlivá voda.

Výsledky prezentované v rámci tohoto příspěvku jsou uváděny jako průměr \pm směrodatná odchylka. Získaná data byla statisticky vyhodnocena v programu Statistica 12. Pro odhalení významných rozdílů mezi frakcemi a zjištění vlivu fází přípravy, případně vlivu kombinace fáze přípravy a frakce OVM, byla využita dvoufaktorová analýza rozptylu (dvoucestná ANOVA) s *post hoc* Tukey HSD testem pro porovnání dílčích skupin. Pro porovnání rozdílů ve zhášecích aktivitách u chlebů v závislosti na typu OVM byla použita jednofaktorová analýza rozptylu (jednocestná ANOVA). Dunnettův test byl použit pro srovnávání obohacených těst a chlebů s kontrolními (neobohacenými) skupinami. Rozdíly byly považovány za statisticky významné, pokud $p < 0,05$.

VÝSLEDKY A DISKUZE

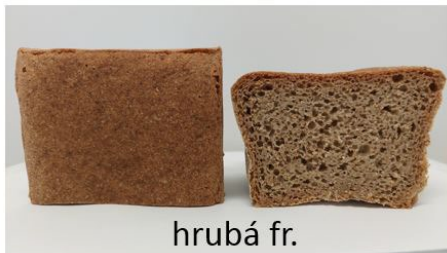
Všechny chleby s přídavkem OVM měly výrazně tmavší barvu (Obr. 1), ovlivněnou barvou samotných výlisků a získané mouky, což se projevilo také v senzorickém hodnocení. Mezi jednotlivými variantami obohaceného chleba nebyly rozdíly v barevnosti příliš patrné. V případě chlebu s přídavkem jemné frakce byl pozorován vizuální rozdíl ve struktuře střídy chleba, jež se vyznačovala zejména menším počtem pórů, avšak většího průměru, oproti ostatním variantám chleba.



kontrola (bez VM)



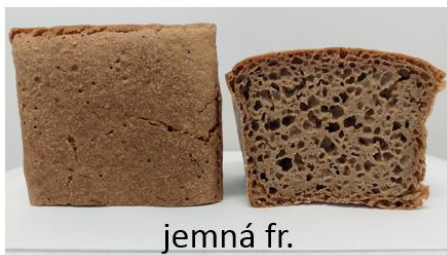
nesítovaná fr.



hrubá fr.



střední fr.



jemná fr.

Obrázek 1: Fotografický záznam bezlepkových chlebů po upečení obohacených ostropestřcovou výliskovou moukou a kontrolní (neobohacené) varianty

kontrola (bez OVM) = kontrolní varianta bezlepkového (BL) chleba bez přídavku výliskové mouky

nesítovaná fr. = BL chléb s 10% přídavkem nesítované frakce výliskové mouky

hrubá fr. = BL chléb s 10% přídavkem síťované výliskové mouky tvořené částicemi $>0,71 \mu\text{m}$

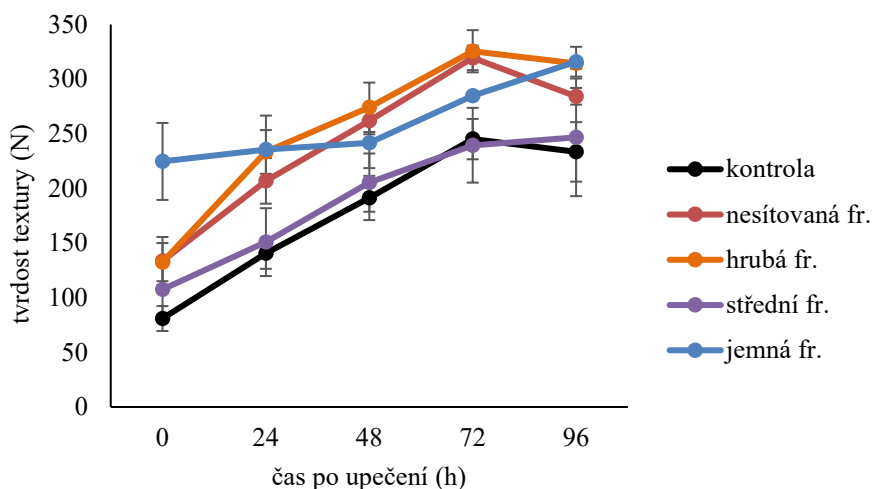
střední fr. = BL chléb s 10% přídavkem síťované výliskové mouky tvořené částicemi $0,315\text{--}0,71 \mu\text{m}$

jemná fr. = BL chléb s 10% přídavkem síťované výliskové mouky tvořené částicemi $<0,315 \mu\text{m}$

Tvrdost textury rostla v čase u všech analyzovaných vzorků (Obrázek 2). V případě obohacených chlebů, kromě chleba s přídavkem jemné frakce OVM, byla pozorována srovnatelná počáteční hodnota tvrdosti textury (81–133 N) a posléze podobný trend růstu hodnot tvrdosti v porovnání s kontrolními chleby. V případě chlebů obohacených jemnou frakcí byla sledována v rámci prvotního měření vyšší tvrdost textury (225 N) oproti všem ostatním vzorkům, nicméně v období prvních 48 hodin byl pozorován pouze zanedbatelný růst tvrdosti (+17 N). Po 3. dnu již nebyl pozorován nárůst tvrdosti

v případě všech variant chlebů, kromě varianty s přidavkem jemné OVM. Rozdíly v textuře a její tvrdosti v případě střídavy chlebů s jemnou OVM, jež byly pozorovány na základě vizuálního hodnocení, a zjištěny pomocí texturometru, byly pravděpodobně způsobeny předpokládaným vyšším obsahem bílkovin a tuků v jemné frakci OVM, oproti variantám chlebů s jinou frakcí OVM a kontrolnímu chlebu.

Bojňanská et al. (2020) uvádí odlišné reologické vlastnosti těsta vyrobeného pouze z pšeničné a žitné mouky v porovnání s pšenično-žitným těstem obohaceným o odtučněnou mouku z ostropestřce mariánského. Nicméně, na základě výsledků zjištěných v rámci jejich výzkumu uvádí dobré reologické vlastnosti a technologickou kvalitu směsi mouk s 5–15% obsahem ostropestřcové mouky, která je tedy vhodná pro použití v rámci pekárenských výrobků.



Obrázek 2: Změny tvrdosti textury bezlepkových chlebů v průběhu 96 hodin po upečení

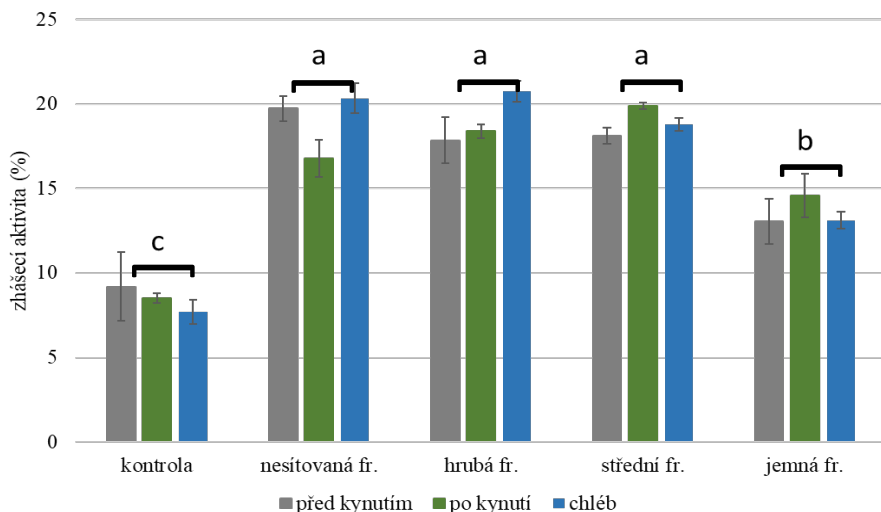
kontrola = kontrolní varianta bezlepkového (BL) chleba bez přidavku výliskové mouky

nesítovaná fr. = BL chléb s 10% přidavkem nesítované frakce výliskové mouky

hrubá fr. = BL chléb s 10% přidavkem síťované výliskové mouky tvořené částicemi $>0,71 \mu\text{m}$

střední fr. = BL chléb s 10% přidavkem síťované výliskové mouky tvořené částicemi $0,315\text{--}0,71 \mu\text{m}$

jemná fr. = BL chléb s 10% přidavkem síťované výliskové mouky tvořené částicemi $<0,315 \mu\text{m}$



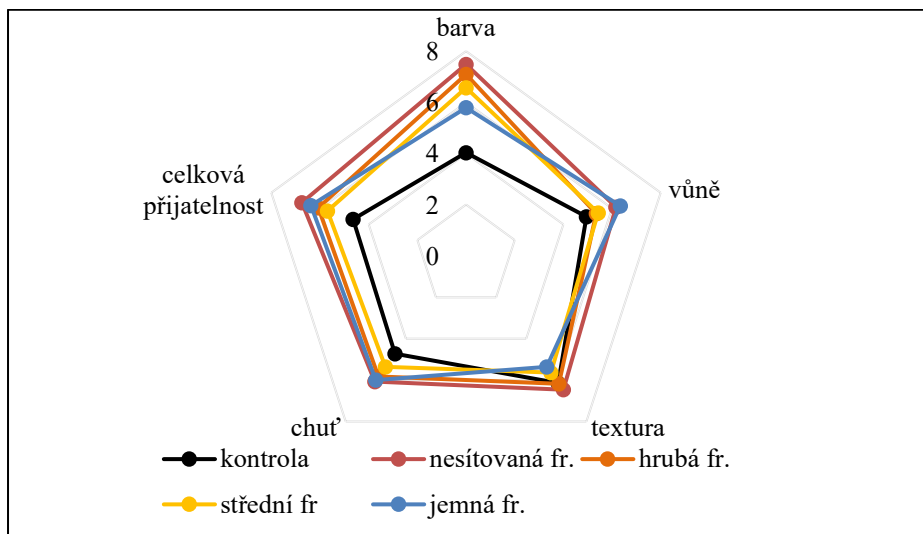
Obrázek 3: Zhášecí aktivita (%) extraktů z těsta před kynutím, po kynutí a upečených chlebů vůči radikálu DPPH

pozn. odlišná písmena nad skupinami značí statisticky významnou odlišnost frakcí (Tukeyho t., $p < 0,05$)
kontrola = kontrolní varianta bezlepkového (BL) chleba bez přídavku výliskové mouky
nesítovaná fr. = BL chléb s 10% přídavkem nesítované frakce výliskové mouky
hrubá fr. = BL chléb s 10% přídavkem síťované výliskové mouky tvořené částicemi $> 0,71 \mu\text{m}$
střední fr. = BL chléb s 10% přídavkem síťované výliskové mouky tvořené částicemi $0,315\text{--}0,71 \mu\text{m}$
jemná fr. = BL chléb s 10% přídavkem síťované výliskové mouky tvořené částicemi $< 0,315 \mu\text{m}$

Na základě výsledků antioxidačních aktivit (Obrázek 3) byla pozorována statisticky významně vyšší zhášecí aktivita u testů (před kynutím, po kynutí) a chlebů s přídavkem OVM oproti kontrolním variantám (Dunnnettův test, $p < 0,05$), přičemž nárůst byl zhruba jeden a půl až dvojnásobný. Kontrolní chleby a chleby s přídavkem jemné frakce se vzájemně liší a jsou také odlišné od všech zbývajících variant obohacených chlebů (nesítovaná, hrubá a střední frakce; Tukeyho test, $p < 0,05$). Odlišné jsou také zhášecí aktivity mezi hrubou a střední frakcí ($p < 0,05$), nesítovaná frakce se naopak neodlišuje od hrubé a střední frakce ($p > 0,05$). Bylo zjištěno, že antioxidační aktivita není ovlivněna fází přípravy chleba (těsto před kynutím, po kynutí a po pečení; dvoucestná ANOVA, $p > 0,05$) a ani mezi jednotlivými kroky přípravy nejsou významné rozdíly (Tukeyho test, $p > 0,05$). Kombinace faktorů frakce a fáze přípravy významně ovlivňuje zhášecí aktivity

(dvoucestná ANOVA, $p > 0,05$). V případě variant nesítované a hrubé frakce OVM byl pozorován nepatrný nárůst zhášecích aktivit u chlebů po pečení oproti těstům.

Statisticky nevýznamné změny zhášecích aktivit vlivem pečení naznačují možnou teplotní stabilitu látek silymarinového komplexu, případně jiných biologicky aktivních látek s antioxidačními vlastnostmi, obsažených v OVM. Nicméně, samotná teplotní stabilita látek silymarinového komplexu v mouce ze semen ostropestřce nebyla dosud v rámci odborné literatury popsána.



Obrázek 4: Senzorická analýza bezlepkových chlebů

pozn. svislá číselná řada (0-8) představuje hédonickou stupnici: 0 = velmi špatná a 10 = vynikající
kontrola = kontrolní varianta bezlepkového (BL) chleba bez přídavku výliskové mouky
nesítovaná fr. = BL chléb s 10% přídavkem nesítované frakce výliskové mouky
hrubá fr. = BL chléb s 10% přídavkem sítované výliskové mouky tvořené částicemi $>0,71 \mu\text{m}$
střední fr. = BL chléb s 10% přídavkem sítované výliskové mouky tvořené částicemi $0,315-0,71 \mu\text{m}$
jemná fr. = BL chléb s 10% přídavkem sítované výliskové mouky tvořené částicemi $<0,315 \mu\text{m}$

Výsledky senzorické analýzy (Obrázek 4) potvrdily lepší celkovou přijatelnost všech variant chlebů s OVM, oproti kontrolnímu chlebu bez obsahu OVM. Výjimku tvoří přijatelnost textury, kde bylo u kontrolní varianty zaznamenáno lepší hodnocení v porovnání s chleby s obsahem střední a jemné frakce OVM. Statisticky významně

lepší, oproti kontrolní variantě, byla u chlebů s přídavkem OVM zjištěna příjemnost barvy a celková přijatelnost (Dunnettův test, $p < 0,05$).

Senzorická analýza potvrdila vyšší senzorickou kvalitu u všech chlebů s přídavkem OVM, ve všech parametrech kromě příjemnosti textury, oproti neobohacenému kontrolnímu chlebu, což naznačuje obecně potenciální pozitivní vliv přídavku OVM na senzorickou kvalitu (bezlepkových) pečárenských produktů.

Tento poznatek je důležitý i z hlediska potenciálu použití OVM nejen v bezlepkovém chlebu, ale také v jiných typech bezlepkového pečiva pro zlepšení, často obecně horších, senzorických parametrů oproti běžnému pečivu.

ZÁVĚR

Vlivem 10% přídavku výliskové mouky z ostropestřce došlo k viditelné změně barvy upečených chlebů, která byla u obohacených variant výrazně tmavší. Rozdíl v barvě na základě použité frakce OVM nebyl pozorován. Tvrdost textury rostla v čase s podobným trendem u všech analyzovaných vzorků, kromě obohacených chlebů s jemnou OVM. Chléb s jemnou frakcí vykazoval na počátku vyšší tvrdost textury v porovnání s ostatními vzorky, v prvních dvou dnech však zůstávala tvrdost textury téměř neměnná. Na základě zjištěných zhášecích aktivit vůči radikálu DPPH byla odhadnuta až dvojnásobná antioxidační kapacita u obohacených těst a upečených chlebů oproti kontrolnímu neobohacenému. Senzorická analýza potvrdila lepší hodnocení příjemnosti barvy, chuti, vůně a celkové přijatelnosti u obohacených chlebů v porovnání s kontrolními chleby. Na základě uvedených výsledků je možné vyvozovat, že přídavek OVM může zvýšit senzorickou kvalitu a antioxidační kapacitu pečárenských, případně jiných potravinářských, výrobků.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství České republiky v rámci řešení výzkumného projektu QK1910302.

LITERATURA

Bojňanská, T., Vollmannová, A., Musilová, J. (2020): Milk thistle flour effect on dough rheological properties. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14: 788–797.

Kim, N. C., Graf, T. N., Sparacino, C. M., Wani, M. C., Wall, M. E. (2003): Complete isolation and characterization of silybins and isosilybins from milk thistle (*Silybum marianum*). *Organic & biomolecular chemistry*, 1(10): 1684–1689.

Lachman, J., Hamouz, K., Čepl, J., Pivec, V., Šulc, M., Dvořák, P. (2006): The Effect of Selected Factors on Polyphenol Content and Antioxidant Activity in Potato Tubers. *Chemické listy*, 100(7): 522–527.

Shah, M., Nawaz, S., Jan, H., Uddin, N., Ali, A., Anjum, S., Giglioli-Guivarc'h, N., Hano, C., Abbasi, B. H. (2020): Synthesis of bio-mediated silver nanoparticles from *Silybum marianum* and their biological and clinical activities. *Materials science & engineering. C, Materials for biological applications*, 112: 110889.

Slavík, B., Štěpánková, J., Štěpánek, J. (Eds.). (2004): *Květena České republiky* (Vol. 7). Praha: Academia. ISBN 80-200-1161-7.

Stastnik, O., Pavlata, L., Mrkvicova, E. (2020): The Milk Thistle Seed Cakes and Hempseed Cakes are Potential Feed for Poultry. *Animals*, 10(8): 1384.

Zheng, X., Wang, X., Lan, Y., Shi, J., Xue, S. Jun, Liu, C. (2009): Application of response surface methodology to optimize microwave-assisted extraction of silymarin from milk thistle seeds. *Separation and purification technology*, 70: 34-40.

Kontaktní adresa: Ing. František Lorenc, Ph.D., Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 37005 České Budějovice, Česká republika, e-mail: lorenf00@zf.jcu.cz

VYŽÁDANÉ PŘÍSPĚVKY
MEZINÁRODNÍ SEKCE KONFERENCE INGROVY
DNY 2022 PRO MLADÉ VĚDECKÉ PRACOVNÍKY

1. 3. 2022

INVITED SPEAKERS
OF INTERNATIONAL CONFERENCE SESSION
INGR'S DAYS 2022 FOR YOUNG SCIENTISTS

MARCH 1, 2022

THE IMPORTANCE OF CULTIVATED MUSHROOMS IN HUMAN NUTRITION

Ivan Širić¹ – Živa Furlan¹ – Ivan Vnučec¹ – Darija Bendelja Ljoljić¹
Iva Dolencić Špehar¹ – Ivica Kos¹

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

ABSTRACT

Cultivated mushrooms are a nutritionally, medicinal, and ecological valuable microbiological group of organisms. Fruit bodies of mushrooms are appreciated for their chemical and nutritional properties, and for their texture and flavour. They are a good source of minerals (potassium, iron, zinc, selenium, copper, calcium) and vitamins B1, B2, B3, B5, C, D. Also, cultivated mushrooms (*Agricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinus edodes* and *Flammulina velutipes*) are a rich source of proteins whose composition is like proteins of animal origin. Furthermore, mushrooms contain small amounts of fat, which makes them an ideal dietary food. They are a good source of dietary fiber, especially chitin, which inhibits fat absorption and helps with weight loss. Considering that mushrooms have a very good nutritional properties, but also bioactive components, they can be a potential source of functional foods to reduce nutritional deficiencies in society.

Keywords: cultivated mushrooms, nutritional compositions, food quality, nutraceutical properties

INTRODUCTION

The use of mushrooms for food has a long tradition. Mushrooms were known as a delicacy, but also as a medicine, since ancient times. Records of the use of mushrooms as food and for medicinal purposes date back to Hippocrates, a Greek physician. In the last 10 years, the total production of mushrooms in the world has increased by 32.62% and amounts to 10.25 million tons (Lee-Hoon et al., 2020). In total of mushroom production in the world, China ranks first with 77%, followed

by the United States, Netherlands and Poland (Lee-Hoon et al., 2020). The most commonly cultivated mushrooms in the world is *Agaricus bisporus* (common mushroom) followed by *Lentinus edodes* (shiitake mushroom), *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom), and *Flammulina velutipes* (enoki mushroom) (Samsudin et al., 2019). In the late of 20th century, mushrooms became an exclusive food, and the main reason for this is the chemical composition and nutritional value of mushrooms. Cultivated mushrooms are very important source of vitamins (B, C, D) (Kalaras et al., 2012), minerals (P, Mg, Se, Cu, K) (Mallikarjuna et al., 2013). They are rich in dietary fibre, chitin and β -glucans (Feeney et al., 2014). Also, the consumption of mushrooms is constantly increasing due to their medicinal properties (Ma et al., 2018). However, the chemical composition and quality of mushrooms depend on a number of factors, such as, species of mushroom, the method of cultivation, the substrate used for cultivation, the stages of development, and the conditions before and after harvest. Therefore, the aim of this article was to show the importance and the role of cultivated species of mushrooms in human nutrition.

NUTRITIONAL COMPOSITIONS

Nutritional value of the most frequently cultivated mushrooms species is summarized in Table 1. Water is an essential component of all living organisms, including mushrooms (Vetter, 2019). The moisture content of fresh mushrooms is about 90%, depending on the species of mushrooms (Table 1). Moreover, it is known that foods which contain proteins are among the most expensive foods. Proteins are an important constituent of mushrooms (Table 1). Compared to vegetables, mushrooms are a good source of almost all essential amino acids. The distribution of essential amino acids ranges from 32.9 to 48.9% of the total amino acid content, 32.9% in *Agaricus bisporus* species, 41–44% in *Pleurotus ostreatus*, and 41–44% in *Lentinula edodes* (Vetter, 2010). The fat content in mushrooms is in general low (0.5–3%) (Vetter, 2019), compared to carbohydrates and proteins. The fats present in the fruiting bodies of mushrooms are mostly unsaturated fatty acids. The proportion of unsaturated fatty

acids in cultivated mushrooms is high, about 75% of total fatty acids. The most abundant components are linoleic acid (68–84%), palmitic acid (19.2%) and oleic acid (8.3%) (Cheung, 2013). Carbohydrates in mushrooms include monosaccharides, mainly in the form of free sugars (glucose, fructose, mannose, arabinose, etc.) or sugar alcohols (mainly mannitol). Oligosaccharides (such as trehalose) can also be important constituents, while polysaccharides are the main components of the cell wall of mushrooms (Vetter, 2019). Considering that mushrooms contain carbohydrates such as chitin, hemicellulose, α - and β -glucans, mannan, xylan, and galactans, they are considered a potential source of dietary fiber (Jeličić and Lisak, 2012). Dietary fiber are extremely important for regulating digestion and maintaining the immune system. They also have a positive effect on lowering cholesterol and blood sugar level and protect the organism from cardiovascular diseases. The proportion of dietary fiber in mushrooms can be up to 12.5% (Jeličić and Lisak, 2012). The energy value of cultivated mushrooms is generally low and they belong to a low-energy diet. Consumption of about 100 g of fresh mushrooms of *Agaricus bisporus* provides about 22 kcal of energy (Table 1).

Table 1: Nutritional value of the most frequently cultivated mushrooms species

Nutritional values	<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Lentinula edodes</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Flammulina velutipes</i>
Moisture (g/100 g)	92.82	89.74	89.18	88.34
Protein (g/100 g)	2.11	2.24	3.31	2.66
Fat (g/100 g)	0.35	0.49	0.41	0.29
Ash (g/100 g)	0.85	0.73	1.01	0.91
Carbohydrate (g/100 g)	3.26	6.79	6.09	7.81
Dietary fibre (g/100 g)	1.0	2.5	2.3	2.7
Energy (kcl/100 g)	22	34	33	37

Source: USDA, 2022., Niaz i Ghafoor (2021)

Contents of most important minerals and vitamins of the most frequently cultivated mushroom species are summarized in Table 2. Potassium is the most abundant mineral in mushrooms. The potassium content per 100 g of dried mushrooms can be up to 3.5 g (Jeličić and Lisak, 2012). Potassium is an essential element that is poorly absorbed by the human body. However, it plays an important role in regulating fluid and electrolyte balance in the body, as well as maintaining normal blood pressure and heart and muscle function (Waktola and Temesgen, 2018). Cultivated mushrooms are a good source of selenium, which is an important antioxidant that protects cells from various damages and helps to strengthen the immune system. Copper is an element that plays an irreplaceable role in the synthesis of haemoglobin, and it is also responsible for the transport of oxygen from the lungs to the rest of the body. Phosphorus is an important component of teeth and bones and an important element in regulating cell growth. Zinc is a mineral necessary for the growth and development process, immune defence, neurological function, and reproduction. Iron is an element that plays an important role in transporting oxygen in the blood. On the other hand, sodium is present in very small amounts, which makes mushrooms suitable for the diet of people suffering from hypertension (Manzi et al., 2004). Also, the mineral content of wild edible mushrooms is higher than cultivated ones (Širić et al., 2016a., Širić et al., 2016b). Furthermore, mushrooms are a good source of vitamins, essential substances that cannot be synthesized by themselves, but have to be ingested to the organism through food. Among the vitamins contained in mushrooms, the most important are the B vitamins (Thiamine B1, Riboflavin B2, Niacin B3, Pantothenic acid B5, Pyridoxine B6), and vitamins C, D in small amounts (Heleno et al., 2012). Also, wild mushrooms contain much higher amounts of vitamin D than cultivated (Waktola and Temesgen, 2018). Mushrooms contain ergosterol, a precursor of vitamin D, which is converted into vitamin D under the influence of sunlight. Vitamin D plays an important role in the growth, development and strengthening of bones and protects the organism from cardiovascular diseases.

Table 2: Mineral and vitamin content of the most frequently cultivated mushroom species

<i>Minerals and vitamins</i>	<i>Agaricus bisporus</i>	<i>Lentinula edodes</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>	<i>Flamulina velutipes</i>
Calcium (mg/100 g)	3.0	2.0	3.0	1.0
Copper (mg/100 g)	0.32	0.14	0.24	0.11
Iron (mg/100 g)	0.5	0.41	1.33	1.15
Phosphorus (mg/100 g)	86	112	120	105
Potassium (mg/100 g)	318	304	420	359
Selenium (µg/100 g)	9.3	5.7	2.6	2.2
Sodium (mg/100 g)	5.0	9.0	18	3.0
Zinc (mg/100 g)	0.52	1.03	0.77	0.65
Vitamin D (µg /100 g)	0.3	0.4	0.7	0.1
B vitamins (mg/100 g)	5.69	5.90	6.84	8.91

Source: USDA, 2022., Niaz i Ghafoor (2021)

CONCLUSIONS

In conclusion, mushrooms are rich in valuable nutrients that are very important for human health, which justifies their increasing presence in the daily diet. They are a poor source of fat, but they are rich in protein, fiber and an excellent source of many vitamins and minerals. A diet with mushrooms helps lower LDL cholesterol levels and maintain optimal blood sugar levels. Mushrooms also lower blood pressure, help maintain body weight, and reduce the likelihood of cardiovascular and gastrointestinal diseases. Considering that cultivated mushrooms are nutrient-rich foods, they could have a significant impact on improving human nutrition.

REFERENCES

Feeney, M.J., Dwyer, J., Hasler-Lewis, C.M., Milner, J.A., Noakes, M., Rowe, S., Wach, M., Beelman, R.B., Caldwell, J., Cantorna, M.T., Castlebury, L.A., Chang, S.T., Cheskin, L.J., Clemens, R., Drescher, G., Fulgoni, V.L., Haytowitz, D.B., Hubbard, V.S., Law, D., Miler, A.M., Minor, B., Percival, S.S., Riscuta, G., Schneeman, B.,

Thornsbury, S., Toner, C.D., Woteki, C.E., Wu, D. (2014): Mushrooms and health summit proceedings. *The Journal of Nutrition* 144(1): 1128–1136.

Heleno, S.A., Barros, L., Martins, A., Queiroz, M.J., Santos Buelga, C., Ferreira, I. (2012): Phenolic, Polysaccharidic and Lipidic Fractions of Mushrooms from Northeastern Portugal, Chemical Compounds with Antioxidant Properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60(18): 4634–4640.

Cheung, P.C.K. (2013): Mini-review on edible mushrooms as source of dietary fiber: Preparation and health benefits. *Food Science and Human Wellness* 2: 162–166.

Jeličić, I., Lisak, K. (2012): Functional Properties of Mushroom Dietary Fibres. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam* 7(1–2): 78–84.

Kalaras, M.D., Beelman, R.B., Elias, R.J. (2012): Effects of postharvest pulsed UV light treatment of white button mushrooms (*Agaricus bisporus*) on vitamin D2 content and quality attributes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60: 220–225.

Lee-Hoon, H., Noroul, A.Z., Thuan-Chew T. (2020): Edible Mushroom: Nutritional Properties, Potential Nutraceutical Values, and Its Utilisation in Food Product Development. *IntechOpen Book*, ISBN: 978-1-78985-956-0.

Ma, G., Yang, W., Zhao, L., Pei, F., Fang, D., Hu, Q. A. (2018): Critical review on the health promoting effects of mushrooms nutraceuticals. *Food Science and Human Wellness* 7: 125–133.

Mallikarjuna, S.E, Ranjini, A., Haware, D.J., Vijayalakshmi, M.R., Shashirekha, M.N., Rajarathnam, S. (2013): Mineral composition of four edible mushrooms. *Journal of Chemistry* 1–5.

Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A., Pizzoferrato, P. (2004): Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. *Food Chemistry* 84: 201–206.

Niaz, A.R., Ghafoor, A. (2021): Different ways to exploit mushrooms: A review. *All Life* 14(1): 450–460.

Samsudin, N.I.P., Abdullah, N. (2019): Edible mushrooms from Malaysia; a literature review on their nutritional and medicinal properties. *International Food Research Journal* 26: 11–31.

Širić, I., Kasap, A., Kos, I., Markota, T., Tomić, D., Poljak, M. (2016a): Heavy metal contents and bioaccumulation potential of some wild edible mushrooms. *Šumarski list* 1-2: 29-37.

Širić, I., Kos, I., Kasap, A., Petković, F.Z., Držaić, V. (2016): Heavy metals bioaccumulation by edible saprophytic mushrooms. *Journal of Central European Agriculture* 17(3): 884–900.

USDA (2022): U.S. Department of Agriculture (<https://www.usda.gov/topics/food-and-nutrition>).

Vetter J. (2019). Biological values of cultivated mushrooms – a review. *Acta Alimentaria*, 8(2): 229–240

Vetter, J. (2010). A gombák táplálkozási értékei (Nutritional value of mushrooms). In: Györfi, J. (Ed.) *Gombabiológia – Gombatermesztés. Biology of mushrooms – Mushroom cultivation*. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 48–63.

Waktola, G., Temesgen, T. (2018): Application of Mushroom as Food and Medicine. *Advances in Biotechnology and Microbiology* 11(4): 97–101.

Contact address: Assoc. Prof. Ivan Širić, Ph.D., University of Zagreb Faculty of Agriculture, Svetošimunska cesta 25., 10 000 Zagreb, Croatia, e-mail: isiric@agr.hr

BACTERIOCINS OF LACTIC ACID BACTERIA – A NATURAL PRESERVATIVE IN CHEESE PRODUCTION

Darija Bendelja Ljoljić¹ – Ivica Kos¹ – Ivan Vnučec¹ – Ivan Širić¹
Iva Dolenčić Špehar¹

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

ABSTRACT

Bacteriocins are proteins produced by many bacteria that can inactivate and inhibit related but also different microbial species. Most known bacteriocins are synthesised by lactic acid bacteria (LAB) and some of the most studied are nisin, pediocin and lactacin. They are used in milk production and dairy products as natural preservatives to prevent the growth and multiplication of pathogenic and spoilage bacteria, to improve the quality and sensory properties of cheese and to suppress biofilms in dairies. However, as a natural preservative, only nisin is included in the European list of approved food additives. However, according to previous studies, many other LAB bacteriocins are also considered safe natural preservatives in dairy production.

Keywords: lactic acid bacteria, causative agents, natural preservatives, nisin, cheese

INTRODUCTION

Milk and dairy products are a favourable environment for the growth of spoilage bacteria and pathogenic bacteria. Dangerous bacteria in the dairy industry are pathogenic bacteria: *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp, *Escherichia coli*, *Clostridium tyrobutyricum* and others. Although in most cases the process of pasteurisation is carried out, subsequent contamination with these bacteria is possible. For this reason, the use of natural preservatives (bacteriocins) is preferred as an alternative to chemical preservatives in the production of dairy products, mainly because of their non-toxicity (Choyan et al., 2019.). Bacterial cultures that produce bacteriocins to improve the safety of dairy products can also be used to

improve the sensory properties and quality of various cheeses. By using LAB bacteriocin, it is possible to achieve faster proteolysis and ripening of cheese. They can be used to control the growth of non-starter LABs, which in turn can contribute to the development of positive sensory properties, but often have negative effects in the form of flavour or texture defects (Beshkova and Frengova, 2012.). Although more than 230 LAB bacteriocins are currently described, only nisin and pediocin PA -1 / AcH may be used in food production due to a number of regulatory restrictions (Alvarez-Sieiro et al., 2016.). The use of LAB bacteriocin in the food industry for natural preservatives is determined by the type and technology of food processing. In this context, bacteriocins can be used to improve food quality and safety: (i) by inoculating bacteriocin with active LAB strains in the form of a primary, protective or supplementary culture, (ii) by adding a pre-fermented product containing bacteriocinogenic LAB strains, (iii) by direct addition of purified or partially purified bacteriocin, and (iv) by indirect incorporation of bacteriocin into the protective packaging film (Borges and Teixeira, 2016.). Recently, the encapsulated form of bacteriocin has found application to increase its activity against certain types of bacteria (Ventages-Ortega et al., 2019.).

The number of cheese varieties (> 2200), which can differ significantly, makes it impossible to clearly describe the effect of bacteriocins on their quality and health. Moreover, the uniqueness of the microbial population of each cheese within the same species and the fact that yeasts and/or moulds are also involved in the ripening of different species, in addition to LAB, make the study of the actual effect of bacteriocins in the cheese matrix extremely complex. Nevertheless, bacteriocins such as nisin, pediocin, lactacin and enterocin have been shown to be effective in cheese production. For example, the addition of strains that synthesise nisin is effective in reducing the number of *Staphylococcus aureus* bacteria in cheese and cheese spreads (Medina and Nuñez, 2011.). Pediocin's activity in a wide pH range and its resistance to high and low temperatures make it suitable for use in cheese production. It is effective

against bacteria such as *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. The addition of lactic microbial cultures or complementary cultures that synthesise lactin has been shown to be effective in cheese production, especially when accelerating ripening and achieving better cheese quality and sensory characteristics (Ogier and Serror, 2008.; Khan et al., 2010.).

THE USE OF BACTERIOCIN IN PREVENTION OF CHEESE SPOILAGE NISIN

The use of nisin to prevent the occurrence of late bloating caused by clostridia was the first use of this bacteriocin in dairy products. Nisin has also been shown to be effective against other spore-forming bacteria, such as *Bacillus* spp. Many of these can survive heat treatment and are mainly present in milk, cream and other dairy products (Silva et al., 2018).

Nisin is also effective against *Staphylococcus aureus* bacteria, which has been confirmed by studies using Minas Frescal cheese as an example and a reduction in the number of bacteria in pears and whey (Felicio et al., 2015.). Despite the fact that the degree of its effectiveness depends on the level of initial contamination, the use of nisin has been shown to be effective in reducing the initial number of *Staphylococcus aureus* in cheese made from milk heavily contaminated with these bacteria. Pinto et al. (2011.) studied traditional Brazilian cheese (Minas Traditional Serro) made from raw milk to which nisin was added at concentrations of 100 IU/ml⁻¹ and 500 IU/ml⁻¹. After the seventh day of ripening, the number of *Staphylococcus aureus* decreased by 1.2 logarithms in cheese with a lower nisin concentration and by 2 logarithms in cheese with a higher nisin concentration compared to cheese that did not contain nisin. Studies have also shown that the addition of nisin affected the ripening index of cheese. In addition, numerous studies have been conducted on the effect of nisin on the *Listeria monocytogenes* bacteria present in various dairy products. *Listeria monocytogenes* is a psychrotrophic bacteria that can grow at refrigerator temperatures, making dairy products suitable for the development of this bacteria. Nisin has an effect

on reducing the number or completely inhibiting the growth of *Listeria monocytogenes* in fresh cheese, Ricotta and Cheddar cheese (Davies et al., 1997.; Medina and Nuñez, 2011.). Furthermore, the effect of nisin in preventing the growth of these bacteria has been demonstrated when added to a coating used in the production of Ricotta cheese (Silva et al., 2018.). In addition to the direct application of bacteriocins in the production of dairy products, it is possible to use LABs that synthesise bacteriocins to control pathogenic bacteria and bacteria that cause spoilage. The addition of *Lactococcus lactis*, a strain that synthesises nisin, as part of a supplement culture in combination with dairy culture for Camembert cheese has not been shown to inhibit the effect of *Listeria monocytogenes*, but it has been achieved when used as a microbial dairy culture (Medina and Nuñez, 2011.). In contrast, Arques et al. (2015.) find that the addition of microbial dairy cultures that synthesise nisin may inhibit *Listeria monocytogenes* in Camembert cheese, but the effect decreases again with increasing pH.

PEDIOCIN

The use of bacteriocins other than nisin, as well as the bacterial strains that synthesise them, has also been shown to be effective in reducing the number of individual undesirable bacteria. Pediocin's activity in a wide pH range and its resistance to high and low temperatures make it suitable for use in dairy production and effective against *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. For example, the use of pediocin has reduced the number of *Listeria monocytogenes* in dairy products (fresh cheese, cream) and is highly effective when the initial numbers of these bacteria are low (Arques et al., 2015.; Silva et al., 2018.). The pediocin-synthesising strain *Lactococcus lactis* MM217 reduced the number of *Listeria monocytogenes* in the production of Cheddar cheese (Medina and Nuñez, 2011.), and pediocin-synthesising strains have also been shown to be effective against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Rodríguez et al. (2005.) studied the effect of two strains of *Lactococcus lactis* (CL1 and CL2) synthesising pediocin on *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157: H7 during cheese ripening. Pediocin

activity during ripening was only found in cheeses containing the strain *Lactococcus lactis* CL1.

LACTICIN

Lacticin 3147 has been shown to be effective in inactivating *Listeria monocytogenes* in fresh cheese (Morgan et al., 2001.; Chen and Hoover, 2003.). It is also effective against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* and *Clostridium* spp. and there is visible potential of this bacteriocin in controlling pathogenic and spoilage bacteria. In addition, it can be used as a protective culture on the surface of cheeses with noble moulds (McAuliffe et al., 1999.; Chen and Hoover, 2003.). The study by O'Sullivan et al. (2006.), who used *Lactococcus lactis* DPC4275 as a protective culture to inhibit *Listeria monocytogenes* in surface-ripened cheeses, can serve as an example. It was found that the application of a protective culture after the addition of the pathogenic bacteria *Listeria monocytogenes* reduced its number by a thousandfold, whereas it remained unchanged when the culture was added beforehand.

CONCLUSIONS

Due to their antimicrobial properties, bacteriocins of lactic acid bacteria have the potential to be used in the production of various cheeses. Although a large number of bacteriocins have been discovered up to date, some of which such as lacticin and enterocin show potential for use in cheese production and other dairy products, no bacteriocins are commercially produced except nisin and pediocin PA -1 / AcH. It is therefore necessary to explore the possibilities of using other known bacteriocins and to search for new ones that have a narrower spectrum of activity and are targeted against the growth of certain types of pathogenic bacteria and spoilage bacteria.

REFERENCES

Alvarez-Sieiro, P., Montalbán-López, M., Mu, D., Kuipers, O.P. (2016): Bacteriocins of lactic acid bacteria: extending the family. Applied Microbiology and Biotechnology, 100: 2939–2951.

- Arqués, J.L., Rodríguez, E., Langa, S., Landete, J.M., Medina, M. (2015): Antimicrobial activity of lactic acid bacteria in dairy products and gut: effect on pathogens. *BioMed Research International*.
- Benech, R.O., Kheadr, E.E., Laridi, R., Lacroix, C., Fliss, I. (2002): Inhibition of *Listeria innocua* in Cheddar cheese by addition of nisin Z in liposomes or by In Situ production in mixed culture. *Applied and Environmental Microbiology*, 68(8): 3683–3690.
- Beshkova, D., Frengova, G. (2012): Bacteriocins from lactic acid bacteria: Microorganisms of potential biotechnological importance for the dairy industry. *Engineering in Life Sciences*, 12(4): 419–432.
- Borges, S., Teixeira, P. (2016): Application of bacteriocins in food and health care. Accessed June 15, 2019.
- Chen, H., Hoover, D.G. (2003): Bacteriocins and their Food Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2(3): 82–100.
- Choyam, S., Srivastava, A.K., Shin, J.H., Kammara, R. (2019): Ocins for Food Safety. *Frontiers in Microbiology*, 10, 1736.
- Davies, E.A., Bevis, H.E., Delves-Broughton, J. (1997): The use of the bacteriocin, nisin, as a preservative in ricotta-type cheeses to control the food-borne pathogen *Listeria monocytogenes*. *Letters in Applied Microbiology*, 24(5): 343–346.
- Felicio, B.A., Pinto, M.S., Oliveira, F.S., Lempk, M.W., Pires, A.C.S., Lelis, C.A. (2015): Effects of nisin on *Staphylococcus aureus* count and physicochemical properties of Minas Frescal cheese. *Journal of Dairy Science*, 98(7): 4364–4369.
- Khan, H., Flint, S., Yu, P. (2010): Review Enterocins in food preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 141, 1–10.

McAuliffe, O., Hill, C., Ross, R.P. (1999): Inhibition of *Listeria monocytogenes* in cottage cheese manufactured with a lacticin 3147-producing starter culture. *Journal of Applied Microbiology*, 86: 251–256.

Medina, M., Nuñez, M. (2011): Applications of protective cultures, bacteriocins and bacteriophages in milk and dairy products. U: Protective cultures, antimicrobial metabolites and bacteriophages for food and beverage biopreservation (Lacroix C., Ur.). Woodhead Publishing, UK 267–296.

Morgan, S.M., Galvin, M., Ross, R.P., Hill, C. (2001): Evaluation of a spray-dried lacticin 3147 powder for the control of *Listeria monocytogenes* and *Bacillus cereus* in a range of food systems. *Letters in Applied Microbiology*, 33: 387–391.

O’Sullivan, L., O’Connor, E.B., Ross, R.P., Hill, C. (2006): Evaluation of live-culture-producing lacticin 3147 as a treatment for the control of *Listeria monocytogenes* on the surface of smear-ripened cheese. *Journal of Applied Microbiology*, 10: 135–143.

Pinto, M.S., Carvalho, A.F., Pires, A.C.S., Souza, A.A.C., Silva, P.H.F., Sobral, D., Paula, J.C.J., Santos, A.L. (2011): The effects of nisin on *Staphylococcus aureus* count and the physicochemical properties of Traditional Minas Serro cheese. *International Dairy Journal*, 21: 90–96.

Rodríguez, E., Calzada, J., Argués, J.L., Rodríguez, J.M., Nunez, M., Medina, M. (2005): Antimicrobial activity of pediocin-producing *Lactococcus lactis* on *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157:H7 in cheese. *International Dairy Journal*, 15: 51–57.

Silva, C.C.G., Silva, S.P.M., Ribeiro, S.C. (2018): Application of Bacteriocins and Protective Cultures in Dairy Food Preservation. *Frontiers in Microbiology*, 9(594): 1–15.

Venegas-Ortega, M.G., Flores-Gallegos, A.C., Martínez-Hernandez, J.L., Aguila, C.N., Nevarez-Moorillón, G.V. (2019): Production of bioactive peptides from lactic acid bacteria: a sustainable approach for healthier foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18(4): 1039–1051.

Contact adress: 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

NON-FROZEN PROBIOTIC DAIRY-BASED DESSERTS

**Iva Dolencić Špehar¹ – Sandra Mandinić² – Ivica Kos¹ – Ivan Vnučec¹
Ivan Širić¹ – Darija Bendelja Ljoljić¹**

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

**²Marko Marulić Polytechnic in Knin, Petra Krešimira IV 30,
22300 Knin, Croatia**

ABSTRACT

Dairy-based desserts are a group of products extremely popular with consumers of all ages. They are made from milk to which milk powder and various other non-dairy ingredients such as cocoa, fruit or cereals are added, in order to increase their nutritional value and improve sensory characteristics. Recently, for the same reason, dairy desserts have been enriched by the addition of probiotic bacteria. This could be the main reason for the growing demand for this type of product.

Keywords: probiotic bacteria, dairy-based desserts, nutritional value, sensory characteristics

INTRODUCTION

Due to their sensory and nutritional characteristics, dairy desserts are consumed by consumers of all ages (Buriti and Saad, 2014), and are an acceptable food for the elderly who have difficulty swallowing (Quinchia et al., 2011; Verruck et al., 2019). Their presence in the diet of consumers is also contributed by marketing activities, which is why a large number of different types of desserts based on milk and milk ingredients are present on the market today (Buriti and Saad, 2014). In order to increase their nutritional value and improve sensory characteristics, powdered milk and various non-dairy ingredients such as cocoa, fruit or cereals are added. In recent years, dairy-based desserts have been enriched with high-value proteins, fats, carbohydrates, vitamins and minerals, making them one of the better examples of a healthy diet (Saunders, 2011; Verruck et al., 2019). Also, dairy desserts have proven

to be an excellent medium for the growth and reproduction of probiotic bacteria, which is why this type of food can be classified as a functional food. This could be the main reason for the growing demand for this type of product. The aim of this paper is to provide an overview of previous research results on the use of probiotic bacteria in the production of non-frozen dairy desserts.

DAIRY-BASED DESSERTS

Dairy-based desserts according to Codex Alimentarius (2015) include a large group of different products that includes flavored *ready-to-eat* dairy desserts, dessert mixes, frozen milk desserts, flavored and/or frozen yogurt, ice cream, frozen milk, Junket, Dulche de leche, Pudding, Mousse and many others. In addition to ice cream, which is the most popular frozen dessert on the market, there are many non-frozen dairy desserts, the most famous of which are pudding, mousse and fruit yogurt. In general, industrially produced dairy-based desserts are also foods ready for consumption without prior preparation, which is why they are called *ready-to-eat* desserts. They are produced by heat treatment of milk and/or whey and added ingredients, which acquire a solid, dense-liquid and/or foamy consistency by a special technological process and must have a characteristic taste, smell and color depending on the basic raw material or added ingredient (Narodne Novine, 2007). Ingredients that are commonly added today are proteins, vitamins, minerals, cocoa, cereals, fruits and more recently probiotic bacteria. The addition of probiotic bacteria, ease of use, increased nutritional value are just some of the reasons for the growing popularity of dairy-based desserts among consumers.

PROBIOTICS

According to the World Health Organization (WHO) and the Food and Agriculture Organization (FAO), probiotics are defined as living microorganisms that, consumed in adequate quantities, confirm the health effects on the host (2001). Experts of the International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics recommend that the term probiotic be used only for products in which the microorganisms present have

an appropriate number of well-defined strains that will contribute to the welfare of the host. Consequently, it is recommended that the minimum number of probiotic bacteria be 6-7 log units/g of dairy product (Talwalkar and Kailasapathy, 2004; Akalin and Erisir, 2008; Buriti and Saad, 2014). Probiotics are used in two ways, by consuming fermented foods or through dietary supplements. Probiotics used as dietary supplements consist of lyophilized bacteria in the form of powders, capsules or tablets. Milk has proven to be the best transport medium for probiotics because it requires 100 times less viable bacteria if they are found in milk medium than if they are in frozen or dried medium as dietary supplements (Khalighi et al., 2016). In this sense, dairy desserts are a good medium for the growth and reproduction of probiotic bacteria.

NON-FROZEN PROBIOTIC DAIRY-BASED DESSERTS

Due to its functional properties, the production of non-frozen probiotic dairy desserts is an increasingly important segment in the dairy industry. The enrichment of various dairy desserts with probiotic bacteria and the growing acceptance by consumers show the potential of consuming this type of product in the daily diet. Apart from ice cream, mousse and pudding with the addition of cocoa, the most famous are representatives of non-frozen dairy desserts. For example, mousse and pudding with added cocoa have proven to be a good medium for the growth and reproduction of probiotic bacteria because they are favored by pH above 6, moisture content greater than 70% and the absence of competing microorganisms (Silva et al., 2012; Morais et al., 2014, 2015; Valencia et al., 2016). Aragon-Alegro et al. (2007) found that cocoa mousse is an excellent substrate for the probiotic strain *Lactobacillus paracasei* LBC 82, where the addition of inulin prebiotics does not interfere with the viability of probiotics or their combination affects the sensory properties of the product. The addition of *Lactobacillus acidophilus* La-5 strain has been shown to be excellent in forming the consistency of flan enriched with 1.5–4.5% whey protein concentrate as well as on its sensory properties (Frederico et al., 2016). Sustainability of probiotic strains *Lactobacillus acidophilus* LAFTI® L10 and *Bifidobacterium animalis* ssp. lactis LAFTI® B94

in yogurt with the addition of fruit preparations (mango, mixed berries, passion fruit and strawberry) was found in 96% of samples during 35 days of storage (Kailasapathy et al., 2018). A similar study was conducted by Barat and Ozcan (2018) in which they produced probiotic yogurt inoculated with a mixed culture (*S. thermophilus*, *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *L. acidophilus*, *B. animalis* subsp. *lactis*) with the addition of: I) black mulberry, II) grapes and III) cherries. The results show that the number of probiotic bacteria in all samples of fruit yogurt is within the recommended limit of 10^6 log cfu / ml while a significant difference ($P < 0.01$) was found for pH, syneresis and color.

CONCLUSION

Dairy-based desserts are a numerous group of dairy products consumed by consumers of all ages due to their distinctive sweet taste and delicate consistency. Modification by adding probiotic bacteria to dairy desserts and their positive effect on human health results in increasing consumption of this type of product. Accordingly, there is great potential for the development and production of new types of non-frozen dairy desserts with the addition of probiotic bacteria.

REFERENCES

- Akalin, A.S., Erisir, D. (2008): Effects of Inulin and Oligofructose on the Rheological Characteristics and Probiotic Culture Survival in Low-Fat Probiotic Ice Cream. *Journal of food science*, 73, 4, M184–M188.
- Aragon-Alegro, L. C., Alegro, J. H. C., Cardarelli, H. R., Chiu, M. C., Saad, S. M. I. (2007): Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse. *Food Sci. Technol.* 40: 669–675.
- Barat, A., Ozcan, T. (2018): Growth of probiotic bacteria and characteristics of fermented milk containing fruit matrices. *International Journal of Dairy Technology*, 71, 120–129.

Buriti, FCA, Saad, SMI, (2014): Chilled Milk-based Desserts as Emerging Probiotic and Prebiotic Products, *Food Science and Nutrition*, 54: 2 (139–150).

Frederico, C., Borges Pinto, T. B., Castro, E. M., Suguimoto, H. H., Walter de Santana, E. H., Aragon, Alegro, L. C., Batista de Souza, C. H. (2016): Probiotic dairy dessert supplemented with whey protein concentrate: effect on the viability of *Lactobacillus acidophilus*, on texture, physicochemical and sensory features. *Journal of Food and Nutrition Research*, 55, (1) 48–56.

Kailasapathy, K., Harmstorf, I., Phillips, M. (2018): Survival of *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* in stirred fruit yogurts. *LWT - Food Science and Technology*, 41, 1317–1322.

Khalighi, A., Behdani, R., Kouhestani, S., (2016): Probiotics: A Comprehensive Review of Their Classification, Mode of Action and Role in Human Nutrition. Accessed 2.02.2022. at <https://www.intechopen.com/chapters/50992>.

Morais, E. C., Morais, A. R., Cruz, A. G., Bolini, H. M. A. (2014): Development of chocolate dairy dessert with addition of prebiotics and replacement of sucrose with different high-intensity sweeteners. *Journal of Dairy Science*, 97 (5), 2600–2609.

Morais, E. C., Lima, G. C., Morais, A. R., Bolini, H. M. A. (2015): Prebiotic and diet/light chocolate dairy dessert: chemical composition, sensory profiling and relationship with consumer expectation. *LWT- Food Science and Technology*, 62 (1), 424–430.

Pravilnik o mlijeku i mliječnim proizvodima (2007). *Narodne novine*, broj 133/2007.

Quinchia, L.A., Valencia, C., Partal, P., Franco, J.M., Brito-de la Fuente, E., Gallegos, C. (2011): Linear and non-linear viscoelasticity of puddings for nutritional management of dysphagia. *Food Hydrocolloids*, 25, 586–593.

Saunders, A. B., (2011): Ice Cream and Desserts. In: Encyclopedia of Dairy Sciences (Fox, P. F., McSweeney, P.L.H., eds), 2nd Edition, 2nd Printing, Academic Press, Elsevier), 905–912.

Silva, A. S., Honjoya, E. R., Inay, O. M., Costa, M. R., Souza, C. H. B., Santana, E. H. W., Suguimoto, H. H., Aragon-Alegro, L. C. (2012): Viability of *Lactobacillus casei* in chocolate flan and its survival to simulated gastrointestinal conditions. *Semina: Ciências Agrárias*. 2012; 33 (2), 3163–3170.

Talwalkar, A., Kailasapathy, K. (2004a): Comparison of selective and differential media for the accurate enumeration of strains of *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium* spp. and *Lactobacillus casei* complex from commercial yoghurts. *International Dairy Journal*, 14, 143–149.

Valencia, M. S., Salgado, S. M., Cardoso Andrade, S. A., Montarroyos Padilha, V., Souza Livera, A. V., Montenegro Stamford, T. L. (2016): Development of creamy milk chocolate dessert added with fructooligosaccharide and *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* LBC 81. *LWT - Food Science and Technology*, 69, 104–109.

Verruck, S., Balthazar, C. F., Rocha, R. S., Silva, R., Esmerino, E. A., Pimentel, T. C., Freitas, M. Q., Silva, M. C., Gomes da Cruz, A., Prudencio, E. S. (2019): Dairy foods and positive impact on the consumer's health. *Advances in Food and Nutrition Research*, 89, 95–164.

World health organization, (2002): Accessed 2.02.2022. at:

<https://www.who.int/classifications/en/>.

Contact address: Assistant Professor Iva Dolenčić Špehar, Ph.D., University of Zagreb, Faculty of Agriculture, Department of Dairy Science, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia, e-mail: ispehar@agr.hr

NITRITE FROM VEGETABLE SOURCES: A PROMISING “CLEAN LABEL” STRATEGY IN HEAT-TREATED SAUSAGES?

**Ivica Kos¹ – Martina Stvorić¹ – Ivan Vnučec¹ – Darija Bendelja Ljoljić¹
Iva Dolenčić Špehar¹ – Miroslav Jůzl² – Radka Langová² – Ivan Širić¹**

**¹Universtiy of Zagreb Faculty of Agriculture, Svetošimunska 25,
10000 Zagreb, Croatia**

**²Mendel University in Brno Faculty of AgriSciences, Zemědělská 1,
613 00 Brno, Czech Republic**

ABSTRACT

Nitrites are the most important preservatives in the meat industry, contributing to colour, flavour, and safety, making them the most common E-number on the label. On the other hand, the meat industry faces significant challenges as it grapples with the shift toward "clean labels" and consumer concerns about the healthiness of meat products. Many approaches have been proposed within scheme of natural alternatives to nitrite, and some are being implemented in practise. The use of nitrate-rich vegetable source and nitrate-reducing starter cultures could be considered a step forward in the "clean label" strategy, as it meets consumer demands. However, there are still some risks, such as residual formation of N-nitrosamines, impurities in vegetables, effects on sensory characteristics of the product (mainly colour and taste), allergenic effect (e.g., celery), and product safety issues. The objective of this manuscript is to discuss the benefits, limitations, and opportunities of using nitrite from vegetable sources in the meat industry.

Keywords: vegetables, nitrates, nitrites, starter culture, clean label,

BACKGROUND

There are many descriptions of what a "clean label" should be , but no food authority has yet provided a definition. According to Asioli et al. (2017), "clean label" foods require no synthetic additives, minimal processing, a clear list of raw materials, an easy-to-understand selection of raw materials, and the use of traditional processing methods.

A more comprehensive attempt at a definition was published in the official blog of the Institute of Food Technologists, where "clean label" means making a product with as few ingredients as possible and ensuring that these ingredients are known and can be used by consumers at home (Velissariou, 2022). Aschemann-Witzel et al. (2019) found that consumers perceive ingredients that are known/natural/good as closely associated with the "clean label" option.

"Clean label" challenges are difficult to meet in the modern meat industry, especially for heat-treated meat products. These products must use a considerable number of additives during processing to meet the typical technological and sensory characteristics to which consumers are accustomed. Many of these additives are used for preservation, safety, and shelf life of the products (Delgado-Pando et al., 2021). Although additives are constantly reviewed and controlled by food safety authorities and are considered safe within established limits, consumer concern about the use of additives is growing, and much research is being conducted to evaluate and implement the use of organic and natural ingredients instead of synthetic ones. One of the biggest issues is the use of nitrites in the form of sodium (E250) or potassium (E249) nitrite for curing purposes.

Curing meat is a time-honoured method of preserving perishable raw materials, in which nitrite/nitrate is usually added in the form of salt along with other ingredients such as phosphates, sugars, fillers, and spices (Sebranek and Bacus, 2007). Nitrate and nitrite act as active ingredients responsible for the development of the colour and flavour of the cured product, prevent lipid oxidation, and provide antimicrobial protection (Alahakoon et al., 2015; Sebranek and Bacus, 2007). Despite the presence of multifunctional ingredients in cured meat, consumers have an increasingly negative perception of chemical nitrate and nitrite sources in processed meat. This attitude is consistent with numerous safety concerns about nitrite, as it can be converted in meat products to N-nitrosamines, known carcinogenic compounds. The extensive and ubiquitous use of nitrites has led to a growing awareness about the healthiness

of meat products (Bedale et al., 2016). As a result, consumer demand for "organic", "natural" or "clean label" claims on meat products has continued to grow. In response, the meat industry has increasingly focused on developing nitrite alternatives (Alahakoon et al., 2015), as nitrites are recognised as the leading additive that needs to be replaced.

ALTERNATIVES TO SYNTHETIC NITRITES

Several decades ago, few studies demonstrated that chemicals such as sulfur dioxide, ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), butylated hydroxyanisole (BHA), fumarate esters, sodium hypophosphite, and others are capable of inhibiting pathogens and/or lipid oxidation (Gassara et al., 2016). Although these compounds can be effective, replacing synthetic nitrites with other synthetic chemicals cannot be considered a "win-win" solution, and according to Gassara et al. (2016), potential adverse effects of these products may occur over time. Therefore, studies that address the possibility of replacing synthetic nitrite with bacteriocins, organic acids, essential oils, and plant extracts that have strong antimicrobial activity are more interesting (Flores and Toldrá, 2020), and many promising solutions are being studied and proposed. However, nitrite itself is difficult to replace with simple antioxidants or antimicrobials because it can serve multiple functions simultaneously. As a result, more different compounds and higher amounts should be added to meat products, which could have a negative impact on sensory properties (Kos et al., 2017). Several other studies have turned to the old principle of nitrate addition, but as an improved concept with controlled reduction to nitrites by selected bacterial strains. Nowadays, modern technology has improved significantly and different starter cultures with shorter incubation times are now used, allowing real-time application.

APPLICATION OF NITRITE FROM VEGETABLE SOURCES

Natural nitrates are ubiquitous compounds found in soils, the atmosphere, water, and vegetables. Some vegetables contain significant amounts that are candidates for use

in meat products. According to Santamaria (2005), vegetables can be classified into five groups depending on their nitrate content, from very low (< 200 mg/kg) to very high (> 2500 mg/kg). In general, nitrate-enriching vegetables belong to the families of *Brassicaceae* (arugula, radish, mustard), *Chenopodiaceae* (beet, chard, spinach), *Amarantaceae*, *Asteraceae* (lettuce) and *Apiaceae* (celery, parsley). Santamaria (2005) points out that nitrate content can vary within species, cultivars, and even genotypes. Because of a possible harmful effect, EU regulations specify maximum nitrate levels in lettuce and spinach. In current practical use, celery juice or powder is the most commonly used commercially available natural source of nitrate, containing 30,000 mg/kg (Sebranek and Bacus, 2007). However, in Europe and some other countries, celery is considered a food allergen and it is required by law to state "celery-containing foods" on food labels, whereas cabbage, radish, and spinach are not considered food allergens. Therefore, these vegetables can serve as alternative natural sources of nitrate for the production of alternatively cured meat products without fear of allergens (Jeong et al., 2020).

Although nitrate is present in vegetables in quantity, it is not a reactive curing compound, so it must first be reduced to nitrite for curing reactions in meat products. The reduction of nitrate to nitrite can be achieved with a bacterial starter culture such as *Staphylococcus xylosus* or *Staphylococcus carnosus*, which has a specific nitrate-reducing ability. These starter cultures are commonly used in meat fermentation and their effect on meat products is well documented.

There are two main methods to successfully convert nitrates to nitrites (Yong et al., 2021). The first is the direct addition of a vegetable (powder, juice) and starter culture to the brine or product during the dough making process. This method is easy to perform, but the amount of nitrite converted is not known, and the incubation conditions, i.e., temperature of 30–40 °C, should be maintained during product preparation, which extends production by several hours. The second method uses a 'cultured', 'pre-fermented' or 'pre-converted' nitrate-containing vegetable source that

has already been incubated with a starter culture. Pre-converted vegetable powder is easy to use because it already contains a known amount of nitrites and can be added as a common ingredient without prolonging production. Both methods are suitable for heat-treated meat products, as the temperatures required for incubation are part of the manufacturing process.

Both methods aim to achieve the same result, which is to have nitrite in the meat product for the curing process. As noted by Delgado-Pando et al. (2021), nitrites of natural origin do not provide a health advantage over synthetic nitrites and are merely a "clean label" option for consumers. In terms of consumer behaviour, transformed nitrite from vegetables could have positive effects because it can be considered 'natural'. Consumers typically have limited information about the form of natural nitrite added to meat products, and this positive feature of such meat products could be an effective marketing approach (Hung et al., 2016). This is evident in products on the market labelled "No added nitrite" and to which celery powder is added. Several studies have found that residual nitrite levels were lower in meat products to which transformed nitrite was added (Flores and Toldrá, 2021; Kim et al., 2017; Sebranek and Bacus, 2007). This could have positive (lower potential nitrosamine formation) and negative effects (lower product safety). In addition, a natural source containing nitrites could accelerate the formation of nitrosylmyoglobin, as the acidic conditions and natural antioxidants in vegetables could help reduce nitrite to NO (Kim et al., 2017). And there is also the question of sensory properties of the products, as vegetable flavours and pigments could affect taste and colour (Flores and Toldrá, 2021).

CONCLUSIONS

The first studies that looked at the use of nitrites from vegetables were based on the need of the organic market to produce cured meat products without chemical preservatives. This was a step forward in the meat industry to reduce the list of ingredients unknown to consumers and in line with "clean label" initiatives. From that point on, many new approaches were considered to replace synthetic nitrites,

and some of them were practically implemented in product manufacturing. One of these attempts was the successful use of nitrate-rich vegetables and nitrate-reducing starter cultures to produce natural nitrites that are not perceived by consumers as negative chemical ingredients or additives. There are still some limitations, such as the effect of the vegetables on the colour and flavour profile, the variability of the nitrate concentration of the vegetable source, the requirement to use a starter culture with nitrate reductase activity, and the impact on food safety if not enough nitrite is converted.

REFERENCES

- Alahakoon, A.U., Jayasena, D.D., Ramachandra, S., Jo, C. (2015): Alternatives to Nitrite in Processed Meat: Up to Date. *Trends in Food Science and Technology* 45: 37–49.
- Aschemann-Witzel, J., Varela, P., Peschel, A.O. (2019): Consumers' categorization of food ingredients: Do consumers perceive them as 'Clean Label' producers expect? An exploration with projective mapping. *Food Quality and Preference* 71: 117–128.
- Asioli, D., Aschemann-Witzel, J., Caputo, V., Vecchio, R., Annunziata, A., Næs, T., Varela, P. (2017): Making sense of the "clean label" trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. *Food Research International* 99: 58–71.
- Bedale, W., Sindelar, J.J., Milkowski, A.L. (2016): Dietary nitrate and nitrite: Benefits, risks, and evolving perceptions. *Meat Science* 120: 85–92.
- Delgado-Pando, G., Ekonomou, S.I., Stratakos, A.C., Pintado, T. (2021): Clean Label Alternatives in Meat Products. *Foods* 10: 1615.
- Flores, M., Toldrá, F. (2021): Chemistry, safety, and regulatory considerations in the use of nitrite and nitrate from natural origin in meat products. *Meat Science* 171: 108272.

Gassara, F., Kouassi, A.P., Brar, S.K., Belkacemi, K. (2016): Green alternatives to nitrates and nitrites in meat-based products-a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 56: 2133–2148.

Hung, Y., de Kok, T.M., Verbeke, W. (2016): Consumer attitude and purchase intention towards processed meat products with natural compounds and a reduced level of nitrite. *Meat Science* 121: 119–126.

Jeong, J. Y., Bae, S. M., Yoon, J., Jeong, D. H., Gwak, S. H. (2020): Effect of Using Vegetable Powders as Nitrite/Nitrate Sources on the Physicochemical Characteristics of Cooked Pork Products. *Food science of animal resources* 40: 831–843.

Kim, T.K., Kim, Y.B., Jeon, K.H., Park, J.D., Sung, J.M., Choi, H.W., Hwang, K.E., Choi, Y.S. (2017): Effect of fermented spinach as sources of pre-converted nitrite on color development of cured pork loin. *Korean Journal of Food Science and Animal Resources* 37: 105–113.

Kos, I., Bedeković, D., Širić, I., Vnućec, I., Pećina, M., Glumpak, A., Carović Stanko, K. (2017): Technological characterization and consumer perception of dry fermented game sausages with bay leaf (*Laurus nobilis* L.) essential oil. *Journal of Central European Agriculture* 18: 794–805.

Santamaria, P. (2005): Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 10–17.

Sebranek, J.G., Bacus, J.N. (2007): Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: What are the issues? *Meat Science* 77: 136–147.

Velissariou, M. What Is Clean Label? Available online: <http://blog.ift.org/what-is-clean-label> (accessed on 12 February 2022).

Yong, H.I., Kim, T.K., Choi, H.D., Jang, H.W., Jung, S., Choi, Y.S. (2021): Clean Label Meat Technology: Pre-Converted Nitrite as a Natural Curing. *Food Science of Animal Resources* 41: 173–184.

Contact address: Assoc. prof. Ivica Kos, Ph.D., Department of Animal Science and Technology, University of Zagreb Faculty of Agriculture, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb, Croatia, e-mail: ikos@agr.hr

UTILIZATION OF ORGAN MEATS: A WAY TO IMPROVE MEAT INDUSTRY SUSTAINABILITY AND PROFITABILITY

Ivan Vnučec¹ – Ivica Kos¹ – Ivan Širić¹ – Darija Bendelja Ljoljić¹
Iva Dolenčić Špehar¹

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

ABSTRACT

The projected growth of the world's population by almost 35% over the next three decades will inevitably lead to increased demand for animal protein. This will result in annual meat production rising to as much as 470 million tonnes by 2050, and with it the total amount of edible meat by-products produced. Organ meats have a high nutritional value and, if eaten in moderation, can be a healthy and regular part of a balanced diet. In addition to being used as food for humans, organ meats can also be used as animal feed and for pharmaceutical purposes. As far as the global meat processing industry is concerned, the goal should be to improve the utilisation of organ meats in order to realise its full potential and increase the profits of meat processors. At the same time, major efforts must be made worldwide to improve consumer knowledge about the high nutritional value of organ meat and its importance for sustainable meat production.

Keywords: meat production, edible offal, nutritional value, added value, protein supply

INTRODUCTION

Global meat production generates large amounts of edible and non-edible by-products on a daily basis. The proportion of edible animal by-products made up to 10.15% of total world production of pig, cattle, sheep, goat, and buffalo meat (197.933.329 tonnes) in 2020 (FAOSTAT, 2020). A decade ago, edible animal by-products averaged 23–35% of the volume of United States pork and beef/veal exports and 14–19% of the value (USDA, 2011). The most abundant edible (either for human or pet food) by-products are animal organs, such as brain, tongue, liver, lungs, heart, intestines,

kidneys, spleen, sweetbread and tripe (together also named “offal”). Inedible by-products refer to all carcass parts that are not intended for human consumption (in the European Union referred as “animal by-products”; ABPs) and are usually processed to be used as animal feed, fertilizer or fuel. Use or disposal of ABPs is strictly controlled and materials are divided into categories according to the risk they pose (The European Parliament and the Council of the European Union, 2009). Although in developed countries industrial facilities for processing (rendering) and reducing by-products operate successfully, there is a growing global concern that most times these by-products are under-utilized. If treated in the correct manner, they represent a valuable resource and have strong economic potential like the production of new products and functional ingredients with a significant added-value (Zhang et al., 2010; Toldrá et al., 2012). Only few decades ago, liver and kidney fetched a higher price in many Asian countries than steak. But because of health concerns and poor economic returns, traditional markets for organ meats and other edible meat by-products were gradually disappearing leading to an increased focus on non-food uses, such as pet foods and pharmaceuticals (Liu, 2002).

According to FAO report from 2009, meat consumption per caput would rise from 41 kg at that time up to 52 kg in 2050 (FAO, 2009). This will result in rising today annual meat production up to 470 million tonnes by 2050, concomitantly increasing total amounts of generated animal by-products. Considering world rapid growth of demand for animal protein, the efficient utilisation of animal co-products and low value meats is important for the sustainability and the profitability of the meat industry as a whole (Lynch et al., 2018).

ORGAN MEAT QUALITY

In general, edible animal by-products are excellent sources of protein, minerals and vitamins, with generally low fat levels (Toldrá et al., 2016). Organ meats can be a healthful and regular part of a balanced diet if consumed moderately. Opposite to popular belief that animal fats are not good for human health, saturated fat

and cholesterol are now thought to be a part of healthy dietary pattern if consumed moderately (10% or less of an individual's calories, according to DGA 2020-2025).

In a way, organ meats could be referred to as “super foods” because they are rich in essential amino acids, vitamins and minerals, including: vitamins A, B, D, E, and K, iron, phosphorus, copper, magnesium, and selenium (Mullen & Álvarez, 2016). Liver is the most nutrient dense organ meat, and it is a powerful source of vitamin A, folic acid, iron, chromium, copper, and zinc (Williams, 2007). For example, wild predators are known to value the organs of their prey and to eat the liver first because of its richness in above mentioned nutrients. Kidneys are also rich in nutrients and protein, especially in omega 3 fatty acids. Brain meat also contains high levels of omega 3 fatty acids and nutrients such as phosphatidylcholine and phosphatidylserine. The heart is rich in folate, iron, zinc, selenium, vitamins B2, B6, B12 and coenzyme Q10 (CoQ10). Tongue meat is rich in calories and fatty acids, as well as zinc, iron, choline, and vitamin B12. Regarding mineral content, except for tripe, all organ meats have a content of iron and copper that is higher than that of lean meat (Mullen & Álvarez, 2016).

Before considering organ meats as a part of human (or pet) diet it is vital to know how the animals whose organs are being eaten were raised before slaughter. Aside from type and source of animal feed utilized, organ meats intended for human consumption should not be obtained from inadequately treated animals, not only during their life but also before slaughter. It is recommended that organ meats for human consumption originate from animals raised on farms that apply organic production system which often implies animals grazing or simply spending most of their lives outdoors. There might be a concern that animals which have been exposed to toxins and pesticides (mostly from conventional production systems) will have toxicity in their organs. The fact is that organs such as the liver and kidneys, act as filters excreting the toxins and harmful metabolic products from organism (they do not store them). In addition to their origin, another important factor that should be considered before including organ meats into

human diet is added value to the final product. Simply said, this is a degree of innovation that makes a by-product that could be considered as waste, to be processed into edible food items desirable to consumers. Such added value can be obtained in terms of shelf stability, improved technological functions (flavouring compounds, water bonding agents, emulsifiers), better sensory quality (colour, texture, flavour) or even more convenience. Another alternative is to produce functional ingredients like bioactive peptides and antioxidants (Toldrá et al., 2012).

CONSUMERS' PERCEPTION ABOUT ORGAN MEATS

Despite their nutritional benefits to humans, organ meats are not considered as important a part of a diet worldwide as traditional muscle meats. In Europe, utilization of edible animal by-products in the human diet has declined in the 21st century (FAOSTAT, 2000). The best example is Spain, where per capita consumption of offal decreased from 1.15 kg to 0.86 kg in 2004–2014. There are many reasons that can prevent offal from reaching its full potential, such as consumers' perceptions of what constitutes high-quality meat, cultural or traditional practises of direct consumption, dietary, religious or ethical restrictions, or public health issues such as BSE (Toldrá et al., 2016). It is therefore important to understand consumer perceptions in order to identify the main factors and barriers to offal consumption. It would then be possible to add value to offal by transforming it into more convenient foods adapted to current dietary habits or by developing new functional ingredients for the food industry (Toldrá et al., 2012).

ORGAN MEATS AS FOOD

Across the world, many different cultures like to use an animal in its entirety for food, including utilization of the blood, bones, and organs (Alao et al., 2017). In many Asian countries, variety meats (low value meats) are considered delicacies and are the basis for many traditional dishes, and in other countries, their consumption is associated with low-income populations (USDA, 2011, cit. Halstead, T., 1999). In China, many recipes

call for sharp-tasting variety meats rather than muscle cuts. Cow tongues are considered expensive delicacies in Japan; and sliced beef feet are used for soup in South Korea. In UK, kidney pie is traditional cuisine specialty. Tongue and liver take part in many Mexican dishes, such as putzaze (tripe and liver with tomatoes), lengua (tongue with green chilies), and menudo norteña (tripe soup). In Russia and Egypt, two of the world's leading importers of edible offal (head meat, liver, heart, kidney, and tongue), variety meats are more commonly consumed by lower income households and are being used as an inexpensive way to obtain high-quality protein and nutrition (USDA, 2011, cit. Kamenski, C., 2006). In general, heart can be utilized as a table meat, or more often as an ingredient in sausages and other processed meats. If used as table meat, whole/sliced hearts can be roasted/grilled or braised. Kidneys may be cooked whole or in slices, and are generally broiled, grilled, or braised. Liver is the most widely used edible organ. It is used in many processed meats, such as liver sausage and liver paste. Because of their lighter flavour and texture, livers from lambs, veal calves and young cattle are preferred among European and U.S. consumers. However, consumers in Southeast Asia generally prefer livers from pigs. Pig, calf and lamb lungs are mainly used to make stuffing and some types of sausages and processed meats. The ruminant stomachs from cattle and lamb; rumen and reticulum are those most often used as food. They can be boiled (tripe) or can be used in sausages and processed meat. Animal intestines are used as food after being boiled in some countries. Animal intestines are also used in pet food or for meat meal, tallow or fertilizer. However, the most important use of the intestines is as sausage casings. The tongues are used fresh or salted, and are usually boiled or braised. Spleens are minced and used in pies and as a flavouring in the United Kingdom, and as an ingredient in processed meat in the United States (FFTC, 2002).

CONCLUSIONS

Organ meats (so-called "variety meats") are categorized as low-value products and are usually sold fresh and chilled with minimal or no processing. Many different cultures

around the world prefer to use different animal organs for food, and some of them prefer to use the animal in its entirety. From a technical point of view, there are some obstacles and difficulties, such as economies of scale, combining innovative techniques and processing methods with adequate market knowledge and lack of know-how, which prevent better use of organ meat. The introduction of innovative techniques and novel applications in the meat industry can increase the value of organ meats for human nutrition and other higher added value applications.

REFERENCES

Alao, B. O., Falowo, A. B., Chulayo, A., Muchenje, V. (2017): The potential of animal by-products in food systems: production, prospects and challenges. *Sustainability*, 9(7): 1089.

DGA (2022): Dietary guidelines for Americans 2020–2025. United States Department of Agriculture. [on-line]. [cit. 2022-18-02]. Available at: https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/2020-12/Dietary_Guidelines_for_Americans_2020-2025.pdf

European Parliament and Council. (2009): Regulation (EC) No 1069/2009. *Official Journal of the European Union*, 300: 1–33.

FAO (2009): How to feed the world in 2050. *Population and Development Review*. [on-line]. [cit. 2022-13-02]. Available at: https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf

FAOSTAT (2020): Food and Agriculture Organization of the United Nations. Data: Crops and livestock products. [on-line]. [cit. 2022-17-02]. Available at: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

FFTC (2002): Better utilization of by-products from the meat industry. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region. [on-line]. [cit. 2022-19-02]. Available at: <https://www.ffc.org.tw/en/publications/main/154>

Liu, D.C. (2002): Better utilization of by-products from the meat industry 2002-10-01. Extension Bulletins. Food and fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific region (FFTC publication database). [on-line]. [cit. 2022-17-02]. Available at: https://www.ffc.org.tw/htmlarea_file/library/20110706135001/eb515.pdf

Lynch, S.A., Mullen, A.M., O'Neill, E., Drummond, L., Álvarez, C. (2018): Opportunities and perspectives for utilisation of co-products in the meat industry. *Meat Science*, 144: 62–73.

Mullen, A. M., & Álvarez, C. (2016): Offal: types and composition. Oxford: The Encyclopedia of Food and Health, pp 152–157. ISBN 0123849535 9780123849533

Toldrà, F. Aristoy, M.-C., Mora, L., Reig, M. (2012): Innovations in value-addition of edible meat by-products. *Meat Science*, 92: 290–296.

Toldrá, F., Mora, L., Reig, M. (2016): New insights into meat by-product utilization. *Meat Science*, 12: 54–59.

USDA (2011): United States Department of Agriculture. Where's the (Not) Meat? Byproducts from beef and pork production A Report from the Economic Research Service. LDP-M-209-01. [on-line]. [cit. 2022-15-02]. Available at: https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/37427/8801_ldpm20901.pdf?v=116

Williams, P.G. (2007): Nutritional composition of red meat. *Nutrition & Dietetics*, 64 (4):113–S119.

Zhang, W., Xiao, S., Samaraweera, H., Lee, E. J., Ahn, D. U. (2010). Improving functional value of meat products. *Meat Science*, 86: 15–31.

Contact address: assoc. Prof. Ivan Vnučec, Ph.D., Department of animal production and technology, University of Zagreb Faculty of agriculture, Svetošimunska c. 25 100 00 Zagreb, Croatia, e-mail: ivnucec@agr.hr

**OPTIMIZATION OF VACUUM FRIED SWEET POTATO STICKS
(*IPOMOEA BATATAS* VAR. SP-25) USING RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY**

**Adrian C. Alumbro¹ – Jessierey Heart C. Gabo¹ – Frenz Rian G. Gal¹
Alvin C. Bales¹ – Leo G. Sorongon¹ – Methusela C. Perrocha¹**

**¹Department of Food Technology, Guimaras State College,
Jordan, Alaguisoc, Guimaras**

ABSTRACT

A three-level Box-Behnken Design was used to investigate the effects of blanching (6-12 min.), vacuum frying temperature (85–95°C) and vacuum frying time (10–18 min.) on the moisture, fat content, and texture (breaking force) properties of vacuum-fried sweet potato sticks. The optimum condition for vacuum frying was determined using numerical optimization procedure following the RSM design. The moisture content of samples decreased and breaking force increased as frying temperature and time were increased. Fat content increased with prolonged frying times indicating significant oil uptake during the process. The optimum conditions for vacuum frying sweet potato sticks were 91.5 °C vacuum frying temperature, 10 minutes vacuum frying time, and 6 minutes blanching time.

Keywords: temperature, sweet potato

Contact address: Adrian C. Alumbro, M.Sc. Researcher - Western Visayas Food Innovation Center, Head - Department of Food Technology, Guimaras State College, Jordan, Alaguisoc, Guimaras, +63 945 782 8222, e-mail: adrian.alumbro@gsc.edu.ph

NEW DAIRY PRODUCTS: MERINGUES – THERMALLY PRESERVED FOAMS, DESSERTS

Maciej Nastaj¹

¹Department of Dairy Technology and Functional Foods, Faculty of Food Sciences and Biotechnology, University of Life Sciences in Lublin, Skromna 8, 20-704 Lublin, Poland

ABSTRACT

The presentation will describe the technology of development of high-protein, sugar-free meringues, obtained from whey protein isolate and erythritol, designed for diabetics, athletes, and physically active people. Such products can provide a wholesome protein portion per serving and could be a great substitute for protein shakes that are labile without refrigeration. Test methods will be presented for liquid foams (rheology, their stability) and solid ones after thermal treatment: texture, surface (roughness and spreading kinetics) and microstructural properties. The effect of both ingredients on the properties of the final product will be discussed.

Keywords: whey protein isolate, erythritol, foams, rheology, meringue, surface properties, microstructure

Contact address: Maciej Nastaj, Ph.D., Department of Dairy Technology and Functional Foods, Faculty of Food Sciences and Biotechnology, University of Life Sciences in Lublin, Skromna 8, 20-704 Lublin, Poland; e-mail: bartosz.solowiej@up.lublin.pl

DEN S MLÉKEM NA MENDELU

3. 3. 2022

MILK DAY AT MENDELU

March 3, 2022

MLÉKO V JÍDELNÍČKU KOJENCŮ A BATOLAT – OD MATEŘSKÉHO MLÉKA K ŽIVOČIŠNÝM MLÉKŮM

MILK IN THE DIET OF INFANTS AND TODDLERS – FROM BREAST MILK TO MILK

Lucie Guilleminot¹

¹NUTRILKA, Sady 28. října 682, 690 02 Břeclav

ABSTRAKT

Mléko hraje klíčovou roli v životě člověka od narození. Nejvhodnější potravou pro novorozence a kojence je mateřské mléko díky svému jedinečnému složení. V případech, kdy kojení není možné, zajišťuje přežití dítěte umělá mléčná výživa, která však nikdy nedosáhne kvalit mateřského mléka. Umělá mléčná výživa je nejčastěji vyráběna úpravou mléka kravského. Do jednoho roku věku nelze zaměnit mateřské mléko zaměnit za neupravené živočišné mléko. Mezi odbornou veřejností v České republice stále neexistuje jednoznačné doporučení, kdy do jídelníčku dítěte zavést živočišné mléko jako nápoj, nejčastěji se mluví o období kolem jednoho roku věku. Předmětem diskuzí je také načasování konce podávání umělé mléčné výživy a její nahrazení živočišným, nejčastěji kravským mlékem. Využití umělého mléka nebo použití kravského mléka u batolat, tj. u dětí od 1 do 3 let věku, závisí na schopnostech a ochotě rodičů monitorovat jídelníček dítěte z hlediska výše příjmu klíčových živin jako jsou bílkoviny, vápník, železo a sodík.

Klíčová slova: mateřské mléko, mléko, umělá mléčná výživa, mléčné výrobky, kojeneček, batole

ABSTRACT

Milk has a key role in the life of human beings from birth. Breast milk is the most suitable nutrition for newborns and infants due to its unique composition. Milk formula serves as a suitable replacement in those cases when breastfeeding is not possible, but it will never reach the qualities of breast milk. Formula is most often made from cow milk. Replacement of breast milk with non-adapted milk is not suitable till the child

is about one year old. Experts in the Czech Republic have not reached consensus on when to introduce milk as a drink into the child's diet, though generally the recommendation is about the one year of age. Discussions continue on when to stop offering formula to the child and replace it with milk. The choice between formula or milk among toddlers, i.e. children in age 1–3 years old, depends on the abilities and willingness of their parents to plan and monitor the diet of their child in connection to the key nutrients such as protein, calcium, iron and sodium.

Keywords: breast milk, milk, formula, infant, toddler

MATEŘSKÉ MLÉKO

První tři roky života jsou klíčové nejen pro růst a rozvoj dítěte, ale také pro budování jeho stravovacích návyků. Jednou ze zásad optimální kojenecké výživy je výlučné kojení u kojenců minimálně do ukončeného 4. měsíce života, ideálně do ukončeného 6. měsíce.

Doporučený věk pro ukončení kojení neexistuje. Mateřské mléko má ideální složení pro kojence a dokáže se přizpůsobit jejich potřebám. Je nejen zdrojem živin, energie, vitamínů a minerálů, ale také enzymů a protektivních faktorů, čímž pomáhá vytvořit u kojence funkční imunitní systém.

Ve srovnání s kravským mlékem obsahuje mateřské mléko mnohem méně bílkovin, navíc je v něm nižší podíl kaseinu (40 % vs 60 % v kravském mléce). Mateřské mléko obsahuje velké množství sacharidů a ve srovnání s ostatními mléky nejvíce laktózy. Obsahuje také oligosacharidy, které podporují růst střevních bifidogenních bakterií. Obsah tuků v mateřském mléce se mění i v závislosti na stravování matky. Lepší vstřebávání tuků z mateřského mléka umožňuje obsažená lipáza, která se v kravském mléce nenachází.

Obsah minerálů v mateřském mléce (železo, zinek, vápník) je relativně nízký, ale mají lepší vstřebatelnost. Nedostatečné je množství vitamínů D a K, které je nutné doplnit

z jiných zdrojů. U ostatních vitaminů je pro jejich dostatečné množství v mateřském mléce důležitá vyvážená strava matky.

UMĚLÁ MLÉČNÁ VÝŽIVA

Kojenci, kteří nemohou být kojeni, jsou krmeni umělou mléčnou výživou (UMV). Složení UMV se snaží kopírovat složení mateřského mléka, nicméně i při teoreticky absolutní shodě budou vždy existovat rozdíly v biologické dostupnosti a výsledném metabolickém efektu.

Základem pro výrobu umělé mléčné výživy je nejčastěji kravské mléko (alternativně i jiná mléka jako je kozí nebo sójové). V počáteční UMV je nutné upravit v mléce poměr syrovátky ke kaseinu z 2:8 na 1:1 nebo vyšší. Počáteční formule jsou určené pro zdravé donošené děti od 1. dne života. Pokud dítě prospívá a nemá hlad, lze podávat počáteční formuli až do ukončeného 12. měsíce.

Pokračující umělá výživa je určená pro děti od 6. do 36. měsíce života. Narozdíl od počátečních formulí není upraven poměrem syrovátky ke kaseinu, tj. 2:8, nicméně stále je snížen obsah bílkoviny v porovnání s neupraveným kravským mlékem. Pokračovací UMV již může obsahovat sacharózu a dále jsou minerály, stopové prvky a vitamíny doplněné na množství potřebné ve druhém půlroce života.

Obecně se má za to, že díky nižšímu obsahu bílkovin a přidání minerálů a vitaminů, je umělá pokračující výživa vhodnější než kravské mléko. To platí především u dětí do 1 roku života, pro které by větší množství kravského mléka (kvůli obsahu bílkovin) mohlo znamenat větší zátěž pro ledviny. Zároveň, pokud by tyto děti nepřijímaly železo z jiné stravy, mohly by ho mít nedostatek.

U dětí, které přijímají pestrou stravu (především od 1 roku života), není nutné doplňování stravy umělou výživou. Z hlediska příjmu vápníku je v tomto věku (1-3 roky) vhodné, aby dítě přijalo denně 300-500 ml plnotučného mléka (například i formou jogurtů, sýrů atd.) nebo přijímalo vápník v jiné nemléčné stravě.

ŽIVOČIŠNÁ MLÉKA VS UMĚLÁ MLÉČNÁ VÝŽIVA

Kontroverzi stále způsobuje načasování zavedení neupraveného pasterizovaného kravského mléka do jídelníčku batolete jako alternativy k umělému batolecímu mléku. Shoda panuje pouze v tom ohledu, že mléko a mléčné výrobky v jakékoliv formě jsou důležitým zdrojem vápníku.

Profesor Nevoral (2013) uvádí jako vhodně množství 3 mléčné porce v celkovém množství 300–330 ml s dovětkem, že „pokud není dítě kojeno, doporučuje se do konce 2. roku života podávat železem obohacená mléka se sníženým obsahem bílkovin.“ (Nevoral, 2013, s. 461) Snížený obsah bílkovin autor doporučuje s odkazem na údaje, že nadváha v pozdějším věku bývá následkem právě vysokého příjmu bílkovin (více než 16 % denního energetického příjmu).

Klinická pediatrie (Lebl, 2014) k problematice pokračovacích mlék uvádí, že je lze podávat do 36 měsíců. Neupravené kravské mléko pak nerozporuje od začátku 2. roku života, v omezeném množství dokonce od 10. měsíce, a to v množství 200 ml do obilných kaší. U dítěte ve věku 2-3 roky pak doporučuje 4-5 mléčných porcí, kdy jako jedna porce je uvedeno 125 ml mléka. Výsledkem je tedy přibližně 500 ml mléka či ekvivalentu mléčných výrobků na den.

Nejčasnější použití kravského mléka připouští i některé další zdroje v malém množství od 10. měsíců věku do pokrmů (k přípravě kaší, omáček atd.), ve větším množství od 1 roku života. Doktorka Kudlová udává také potřebu asi 500 ml mléka denně a doplňuje, že „výhodná, i když ne nezbytná, jsou pokračovací mléka (určená pro děti do 36 měsíců), protože jsou obohacena některými minerály a vitaminy.“ (Kudlová, 2009) Jako návod je dále uvedeno, že 120-150 ml mléka lze nahradit 100 g jogurtu či 25-30 g sýra.

Téměř v opozici jsou tomu například autorky knihy Zdravá výživa malých dětí, které nekysané kravské mléko považují za potravinu spornou pro jeho obtížnou stravitelnost. Pro děti do tří let uvádějí jako vhodnější přípravky umělé mléčné výživy.

Za stravitelnější a zdravější alternativu pokládají výrobky z koziho nebo ovčího mléka a za pro imunitu a trávení prospěšnější jogurty kvůli obsahu bakterií mléčného kvašení. (Illková, 2009, s. 89-90).

Využití batolecího mléka na svých stránkách doporučuje i předseda Společnosti pro výživu MUDr. Petr Tláškal, CSc. Poukazuje přitom na studii z roku 2013, která se týkala výživy kojenců a batolat. Připouští, že po prvním roce lze kojenecké mléko nahradit kravským. Zároveň ale vyzdvihuje přednosti batolecích mlék (přidané vitaminy, minerály a další) a jejich využití obecně doporučuje. Individuální využití pak nechává na rodičích a praktickém dětském lékaři dítěte. Nepřímo zmiňuje iniciativu o prvních 1000 dnech života. (Tláškal, 2017)

Na stránkách nadačního fondu 1000 Dní do života, které bývají pediatry rodičům doporučovány jako zdroj informací o výživě dětí, je opakovaně vyzdvihována prospěšnost umělé mléčné stravy. Tisková zpráva Iniciativy pak přímo uvádí, že „běžné kravské mléko by se v jídelníčku dítěte nemělo objevit dříve než mezi druhým a třetím rokem života“ a s odkazem na MUDr. Kotalovou opět vyzdvihuje přednosti batolecích mlék. (Českým batolatům chybí vitamín D. Nedostávají mléko, 2015)

V neposlední řadě Iniciativa 1000 dní zmiňuje dokument Pracovní skupiny dětské gastroenterologie a výživy České pediatrické společnosti s názvem „Doporučení pro výživu dětí a batolat“ z roku 2014.

Doporučení uvádí k problematice pouze toto:

- Neupravené kravské mléko by mělo být dítěti podáváno nejdříve po ukončení 12. měsíce věku.
- Pokračující formule je možné používat i pro děti starší 12 měsíců, chybí však vhodné studie, které by to potvrdily. Pokračovací mléka nejsou určena jako dlouhodobá náhrada nedostatečné kvality a množství běžné výživy.
- Od 12 měsíců je doporučováno 300–330 ml denně mléka nebo jeho alternativ. Je možné nabízet dětem speciální sušená mléka pro batolata. Ta jsou

obohacená o vitaminy, minerály a další prvky. (Doporučení pracovní skupiny dětské gastroenterologie a výživy ČPS pro výživu kojenců a batolat, 2014)

Nikde v Doporučení pro výživu dětí a batolat se tedy neuvádí nutnost či preference batolecího mléka, ale pouze možnost takové mléko využít. Naopak podstatným by mělo být získání správných stravovacích návyků a ve spolupráci s dítětem vytvoření jeho vyváženého jídelníčku včetně mléka a mléčných výrobků, či alternativně jiných zdrojů vápníku.

ZÁVĚR

Mezi umělou mléčnou výživou a živočišnými mléky jsou nesporné rozdíly ve složení. Z výživového hlediska může příliš časně zavedení neupraveného mléka do jídelníčku dítěte znamenat příliš vysoký příjem některých nutrientů, například bílkovin a sodíku, a příliš nízký příjem jiných, jako například železa, které je nutno ve stravě pokrýt z jiných zdrojů.

V období mezi 10. – 12. měsícem věku je možné podat dítěti malé množství živočišného mléka například jako součást kaší či omáček. Zcela jistě batoleti v tomto období nenabízíme neupravené mléko jako nápoj.

Od 1 roku života je již možné sestavit pro batole takový jídelníček, ve kterém můžeme umělou mléčnou výživu nahradit mléky živočišnými. Pokud však rodiče nerozumí výživě nebo nejsou schopni zajistit dítěti pestrý a vyvážený jídelníček, je výhodnější, aby dítě nadále pokračovalo v příjmu umělé mléčné výživy i po prvním roce života.

Také po prvním roce života jsou z mléčných výrobků nejvhodnější ty zakysané kvůli jejich lepší stravitelnosti a probiotickému přínosu. Větší část sýrů je pro batolata stále nevhodná kvůli vyššímu obsahu soli. Do 3 let podáváme dětem plnotučné mléko a mléčné výrobky kvůli žádoucímu obsahu mastných kyselin, které děti potřebují pro svůj vývoj.

PODĚKOVÁNÍ

V příspěvek byl použity poznatky zpracované mj. při přípravě závěrečné práce na téma Vyvážený jídelníček ročního batolete. Poděkování proto patří vedoucí závěrečné práce Mgr. Pavle Škarkové DiS. a Lékařské fakultě Ostravské univerzity.

LITERATURA

Českým batolatům chybí vitamín D. Nedostávají mléko, 2015. In: 1000 dní [online]. Praha: Iniciativa 1000 DNÍ DO ŽIVOTA [cit. 2020-11-07]. Dostupné z: https://www.1000dni.cz/wp-content/uploads/2014/04/TZ_Ceskym-batolat-um-chybi-vitamin-D-a-mleko.pdf

Doporučení pracovní skupiny dětské gastroenterologie a výživy ČPS pro výživu kojenců a batolat, 2014. Česko-slovenská pediatrie: Časopis české a slovenské pediatrické společnosti [online]. Praha: Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně, 69(169), 48 [cit. 2020-11-06]. ISSN 1805-4501. Dostupné z: https://gastroped.cz/_files/200000163-4a2514c70f/doporučení-výživa-kojencu-a-batolat-2014.pdf

Frühauf, P. (2003): Fyziologie a patologie dětské výživy. 1. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-0069-2.

Frühauf, P., Szitányi, P., (2013): Výživa v pediatrii. 1. Praha: Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví. ISBN 978-80-87023-26-6.

Gregora, M., Zákostelecká, D. (2019): Jídelníček kojenců a malých dětí. 4., aktualizované vydání. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4737-8.

Hrstková, H. (2003): Výživa kojenců a mladších batolat. 1. V Brně: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. ISBN 80-701-3385-6.

Illková, O., Nečasová, L., Daňková, Z., (2009): Zdravá výživa malých dětí: [od narození do 6 let]. Vyd. 2. Praha: Portál. Rádci pro rodiče a vychovatele. ISBN 978-80-7367-625-4.

Iniciativa 1000 dní, 2020. 1000 dní [online]. Praha: Nadační fond 1000 DNÍ DO ŽIVOTA [cit. 2020-11-07]. Dostupné z: <https://www.1000dni.cz/iniciativa-1000-dni/>

Kudlová, E., Mydlilová, A. (2005): Výživové poradenství u dětí do dvou let. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a. s. ISBN 80-247-1039-0.

Lebl, J. (2014): Klinická pediatrie. 2. vyd. Praha: Galén. ISBN 978-80-246-2697-0.

Multicentrická observační studie, 2013-2014: „Nutriční návyky a stav výživy dětí časného věku v České republice“, 2021. 1000 dní [online]. Praha: Nadační fond 1000 DNÍ DO ŽIVOTA [cit. 2021-03-28]. Dostupné z: <https://www.1000dni.cz/pro-pediatry/odborne-informace/studie/nutricni-navyky-a-stav-vyzivy-deti/>

Nevoral, J. (2013): Praktická pediatrická gastroenterologie, hepatologie a výživa. 1. Praha: Mladá fronta. Edice postgraduální medicíny. ISBN 978-80-204-2863-9.

Referenční hodnoty pro příjem živin, 2019. V ČR 2. vydání. Praha: Společnost pro výživu. ISBN 978-80-906659-3-4.

Tláškal, P. (2017): Komentář k informaci Dtestu (10/2017), který se zabývá problematikou sušené batolecí výživy. Společnost pro výživu, z.s. [online]. Praha: Společnost pro výživu, z.s. [cit. 2020-11-07]. Dostupné z: <http://www.vyzivapol.cz/komentar-k-informaci-dtestu-102017-ktery-se-zabyva-problematikou-susene-batoleci-vyzivy/>

Tláškal, P. et al. (2016): Výživa a potraviny pro zdraví. 1. Praha: Společnost pro výživu. ISBN 978-80-906659-0-3.

Kontaktní adresa: Mgr. Bc. Lucie Guilleminot, Nutrilka s.r.o., Sady 28. října 682, 690 02 Břeclav, Česká republika, e-mail: info@nutrilka.cz, web: www.nutrilka.cz

AFINACE SÝRŮ

CHEESE AFFINATION

Jiří Kopáček¹

¹Českomoravský svaz mlékárenský, z.s., V olšínách 75, 100 00 Praha

ABSTRAKT

V příspěvku je blíže vysvětleno, co je to afinace sýrů a s jakými technikami se v této souvislosti při zrání a úchově sýrů nejčastěji pracuje. Na konkrétních případech výrobků z několika italských afinérských provozů (společnosti *Degust* a *Capriz* v Jižním Tyrolsku a *Beppino Occelli* v Piemontu) a jedné německé společnosti (*Käse Wolf*) jsou popsány a představeny konkrétní ukázky afinovaných sýrů.

Afinace sýrů představuje důmyslné techniky a postupy, jak výrobkům přidat mimořádnou přidanou hodnotu, vysokou kvalitu a také jak zaujmout spotřebitele něčím zcela neobvyklým a mimořádným. Afinace nebude nikdy představovat moderní průmyslové techniky, jedná se spíše či výlučně o řemeslné, rukodělné postupy, které se však následně projeví v mimořádně kvalitě a současně vysoké ceně produktů. Spotřebitelé jsou přesto ochotni vysoké ceny za tyto unikátní výrobky platit, protože afinované sýry přinášejí mimořádné gurmánské zážitky a potěšení z jídla.

Klíčová slova: afinace sýrů, afinér, zrání, přidaná hodnota

ABSTRACT

The paper explains in more detail what cheese affination is and what techniques are most often used in this context for cheese ripening and preservation. Specific examples of affinated cheeses are described and presented on specific product cases from several Italian companies (*Degust* and *Capriz* in South Tyrol and *Beppino Occelli* in Piedmont) and one German company (*Käse Wolf*) from Hesse.

Cheese affination is an ingenious technique and procedure for adding exceptional value, high quality to products and also for capturing consumers with something completely

unusual and extraordinary. Affination will never represent modern industrial techniques, it is rather or exclusively craft, handicraft process, which, however, will subsequently be reflected in exceptional quality and at the same time high price of products. Nevertheless, consumers are willing to pay high prices for these unique products, because affinized cheeses bring extraordinary gourmet experiences and food pleasures.

Keywords: cheese affination, cheese maker – affineur, ripening, added value

ÚVOD

Affinage, neboli afinace, je francouzský výraz označující jak zrání, tak také konzervaci sýrů. Jedná se o technologický krok, který má za cíl prohloubit, resp. zvýraznit chuť konečného výrobku. Řada metod zrání a provětrávání sýra se používá po tisíciletí. V minulosti samozřejmě nebyly jako dnes součástí sýráren moderní, klimatizované zrací sklepy, sýry prostě zrály a byly uchovávány tak, jak se dalo – v různých skalních štolách, kamenných sklepích klášterů, zámků, v ležáckých sklepích bývalých pivovarů, ale mnohdy často i velmi primitivně, jednoduše někde v chladu, ale například také v sudech či po zabalení do nějakého vhodného přírodního materiálu. Dnes je však afinace sýrů vnímána v daleko širším kontextu a znamená zejména další vylepšování a zdokonalování sýrů.

Afinér je tedy člověk, který ovládá afinační techniky a využívá je s cílem zdokonalit nejenom vnější vzhled sýra, ale zejména pak „dotvořit“ chuť a vůni. Toto „vylepšování“ neznamená už jenom pouhé zrání sýra. Tím, že jsou k sýrům, mnohdy již zcela vyzrálým, dodávány další různé přírodní přísady, nebo jsou jimi sýry pouze dekorovány, mění zčásti nebo i zcela původní charakter sýra. Používání dalších přísad dodává sýrům obvykle navíc jedinečný chuťový profil.

Od doby, co existují sýry, se lidé setkávali s problémy s jejich uchováváním. Proto se v minulosti hledaly postupy, jak udržet jejich kvalitu a jak sýry lépe „zakonzervovat“. Často se k tomu využívalo balení do různých listů stromů či bylin

nebo se sýry ukládaly do sena, obalovaly v matolinách (což jsou pevné zbytkové části odpadající po vylisování vína či ovoce, jako jsou třapiny, stopky či slupky). K „balení“ nebo spíše ke konzervaci a uskladnění sýrů se rovněž využíval včelí vosk, ale také posyp různými druhy koření. Všechny tyto operace svým způsobem poukazují na určité kulturní a řemeslné tradice využívané při skladování sýrů v minulosti. Afinéř sýrů, který se dnes k těmto technikám vrací, musí být dobře obeznámen s těmito postupy, musí znát, jaká přísada se nejlépe s chutí sýra snoubí, a především jak dokáže ovlivnit výsledný buket či charakter sýra. Produkt tím najednou získává zcela novou přidanou hodnotu a mění se v dokonalou specialitu.

Prvořadou snahou afinéra je docílit toho, aby byl výsledný produkt lepší, zcela jedinečný a odlišný od sýra, který zrál v běžném prostředí sýrařského sklepa. V „dílnách“ afinérů tak vznikají často opravdové mistrovské produkty, u kterých jsou zdůrazněny jejich senzorické vlastnosti a samotný vzhled, a u kterých jejich tvůrce, coby důmyslný designér, experimentoval s odvážnými myšlenkami při zcela vědomé inovaci produktu.

V převážné většině případů se afinování sýrů věnují malé společnosti, které řemeslným způsobem a s vysokým podílem ruční práce vytvářejí nový produkt. Takovýmto příkladem může být sýr nazvaný Castanea, který na trh uvádí italská společnost DEGUST. Měkký kozí sýr z Jižního Tyrolska, zjemněný již při výrobě využitím pepřem, se po krátkém prozrání zabalí do kaštanového listu a ten se zafixuje převázáním lým. V něm sýr ještě několik dnů dozrává. Jedinečná chuť konečného produktu je jemná, lehce mléčně nakyslá, s charakteristickým podtónem suroviny, tedy kozího mléka, ale navíc buketem čerstvě posečené trávy, který sýru propůjčuje použitý list kaštanovníku.

Naproti tomu je příkladem průmyslově vyrobeného afinovaného sýra pak určitě Ländle Weinkäse, výrobek rakouské společnosti Vorarlberg Milch e.G. Vyrábí se z alpského mléka oblasti Vorarlbergu tradičními technologiemi horských sýrů. V průběhu 4-5měsíčního zrání v prostředí přírodního sklepa je sýr nejméně 2 x týdně ošetřován výrazným

červeným vínem poskytujícím tomuto tvrdému sýru tmavě červenočernou přírodní kůrku a zejména charakteristický buket. Sýr získal již mnohokrát nejvyšší rakouskou cenu Käsekaiser (=Sýrový císař) a v letech 2014 a 2015 byl vyhodnocen ve své kategorii dokonce jako nejlepší na světových přehlídkách sýrů v americkém Wisconsinu.

Poloprůmyslovými afinacemi polotvrdých a tvrdých sýrů jsou sýry z dílny německé společnosti Käse Wolf. Na povrch sýrů je nanášena například fíková či malinová hořčice (chutney) nebo je sýr prošpikován fíkovou pastou a obložen sušenými fíky. V této zmíněné rodinné manufaktuře tak vznikají pod rukami zkušených a kreativních sýrařek stovky tun těchto oblíbených německých specialit.

Podívejme se nyní na některé konkrétní příklady sýrových afinací:

SPOLEČNOST DEGUST, VAHRN – SÜDTIROL, ITÁLIE

DEGUST je vysoce profesionální řemeslná společnost vytvářející a objevující speciální sýrové produkty nejvyšší kvality, které se vyznačují vynikajícími organoleptickými vlastnostmi a vysokou přidanou hodnotou. Společnost DEGUST se za dobu své 25-leté existence postupně stala nejpřednější evropskou společností v oblasti afinace sýrů.

Společnost založil v roce 1994 známý italský šéfkuchař Hans Baumgartner a začal se v ní zabývat zušlechťováním sýrů. Tento bývalý kuchař zde zúročil svoje kulinářské dovednosti, které se mu posléze hodily při zušlechťování sýrů. Díky dlouholeté kuchařské praxi dokáže sýry vhodně kombinovat s jednotlivými přísadami a při uplatňování zušlechťovacích technik vychází většinou ze starých receptur a tradičních postupů konzervování. Výsledkem jsou jedinečné, často překvapivé, velice inovativní a často až avantgardní chutě a vzhledy. Pro svou výrobu si tento sýrař vybírá nejlepší sýry, obvykle ze syrového kravského, buvolího, kozího či ovčího mléka, a to nejenom z oblasti Jižního Tyrolska, kde působí, ale i z dalších italských provincií a celé řady evropských zemí.

Společnost DEGUST disponuje několika výrobními prostory uzpůsobenými tak, aby zajistily konstantní kvalitu výrobků a přesný a spolehlivý servis. Pro zrání sýrů

tu zvolili netradiční prostory bývalých vojenských bunkrů vybudovaných před 2.světovou válkou kolem roku 1936 a situovaných v nedalekých horách hřebene Východních Alp, které díky svým stavebním rysům a zejména pak své lokaci zajišťují mimořádné podmínky z pohledu teploty, vzdušné vlhkosti, ale také dobrého proudění vzduchu a tmy. Tyto zcela unikátní prostory jsou neoptimálnějším řešením pro správné a žádané „stárnutí“, resp. zrání a uchovávání sýrů.

V závislosti na ročním období nabízí společnost DEGUST standardně okolo 200 různých druhů sýrů, nicméně vynalézavost a kreativita pana Baumgartnera je nekonečná. Vždy dbá o to, aby vhodně skloubil sýr z určitého prostředí se zajímavou přísadou pocházející, pokud možno ze stejného regionu: Pro sýry od Severního moře v Německu volí např. mořské řasy, sýry z Irska a Velké Británie kombinuje s černým pivem Porter nebo s pravou Whisky, francouzské a italské měkké sýry balí do listů tamních bylin, které zvýrazní speciální aroma. Alpské sýry ukládá do voňavého sena z horských alm nebo obkládá horskými bylinami. Také další úpravy afinéra vycházejí ze starých řemeslných tradic. Takovým příkladem může být konzervace dřevěným uhlím nebo zrání v barriqueových dubových sudech. Výsledkem jsou zcela unikátní nové sýrové druhy, které si plně zaslouží nést etiketu s logem afinéra.

Sortiment společnosti DEGUST je rozčleněn do třech samostatných výrobních řad:

1. Nejpočetnější skupina CULTURA INNOVA zahrnuje vlastní výrobní kreace navržené panem Baumgartnerem a zušlechťování sýrů původem z různých oblastí Evropy. Využívá se při tom dřevěné uhlí, včelí vosk, listy dřevin a bylin, bylinky a květiny z horských luk, „horské“ seno, řasy, ovoce, šupinky zlata a stříbra, lékořice, víno a destiláty, koření, ořechy, kakaové boby, matoliny a mnoho dalších ingrediencí.

2. Výrobní řada TERRITORIO SELECTION se věnuje dozrávání vybraných sýrů a sýrových specialit z Jižního Tyrolska (z oblasti Alto Adige a Trentina) v severní Itálii.

3. Ve třetí sortimentní řadě EXTRA SELECTION jsou pak sýry z jiných evropských zemí, většinou s chráněným označením původu a sýry úzce regionální, které dozrály za použití přírodních technik ve „zracích bunkrech“ společnosti DEGUST.

Některé sýrové speciality si nyní stručně představíme.

- U sýru Blue Royal je výchozí surovinou sýr s ušlechtilou modrou plísní pocházející z Rakouska. Povrch sýra je zušlechtěn restovanými piniovými oříšky, sušenými švestkami a hořkými kakaovými boby. Výsledná chuť sýra je příjemně sladká, s velmi pikantní stopou. Vůně po švestkách, sušeném ovoci a houbách a po kakau dokresluje celkový velmi příjemný dojem.
- Sýr Florie je měkký sýr pocházející ze Šlesvicko-Holštýnska a je affinován akátovým medem a horskými bylinami.
- Zajímavostí je bezesporu tvrdý zrající kozí sýr Noagnllich, který se obalí horským senem a vloží zabalený ve lněném plátně do dubových sudů, kde dozrává.
- V případě měkkého sýra pojmenovaného Romarino, který je původem z Rakouska, se povrch afínuje bylinkovým pláštěm s divokým fenyklem, anýzem, koriandrem a sečuánským pepřem.
- Spotřebitelsky oblíbený je měkký sýr Orsino. Surovina se dodává ze Šlesvicko-Holštýnska a ve firmě DEGUST dozrává v plášti tvořeném z listů česneku medvědího (Bärlauch).
- Měkký sýr Muscatis má povrch pokryt strouhaným muškátovým oříškem a sýr je pak obalen vinnými listy odrůdy Muscadet.
- Surovinou pro sýr Miwa je tvrdý sýr původem ze Šlesvicko-Holštýnska, který je affinován mořskou řasou poskytující dokonalý chuťový vjem umami.

- Polotvrdý sýr Maja zraje pod nátěrem pravého včelího vosku v prostředí přírodního „sklepa“. Sýr vykazuje velmi intenzivní nasládlou chuť a vůni po rozpuštěném másle, medu a zralých plodech.
- V případě sýra Silentum se polotvrdý jihotyrolský sýr ze syrového kozího mléka nápaditě obaluje fíkovými listy. Výsledná chuť je vyváženě sladce slaná až lehce mléčně nakyslá s výrazným kokosovým aroma a charakteristickou vůní fíků a patinou kozího mléka.
- Afince Luce vychází z tvrdého sýra vyrobeného v Německu, jehož povrch je potírán hroznovým olejem, pak se posypává přírodním dřevěným uhlím a na takto připravený povrch se ještě přiloží mořská řasa a výrobek se dozdobí plíškou zlata.
- Naproti tomu v případě sýra Lucente pocházejícího z Toskánska se k afinaci používá prášková lékořice, sušené květy ibišku a povrch se zdobí stříbrnými lupínky.
- Ke staré tyrolské tradici se hrdě hlásí Hoamatkas, tedy sýr ze syrového kravského mléka původem z okolních hor. Sýr se vyrábí se pouze v letní sezóně a vlastní zrání probíhá v seně z alpských luk ve starých dubových barrique sudech po dobu 1–2 měsíců. Sýr je velice chutný, lehce nahořklý, ale docela příjemně, s výrazným aroma po másle, ořechách, seně, aromatických bylinách a zralých ovocných plodech.
- Podobný je i Fienoso, sýr ze syrového kravského mléka také původem z jihotyrolských Alp. I ten dozrává v seně z alpských luk ve starých dubových barrique sudech po dobu dvou měsíců. Sýr má nasládlou chuť s lehce nakyslým koncem a voní po čerstvě posečené trávě, ořechách, kmínu a rozpuštěném másle.
- Společnost DEGUST afinuje i tradiční jihotyrolskou specialitu, kyselý sýr ze syrového kravského mléka Graukäse. Afinováním výsledkem je nový produkt Grauligni. Ještě nedozrálý Graukäse se zušlechťí dřevěným uhlím na povrchu. Vzhled sýra se mění podle délky zrání. Dřevěné uhlí absorbující vodu postupně propůjčuje sýru větší kompaktnost a vytváří přírodní kůrku.

AFINACE KOZÍCH SÝRŮ VE SPOLEČNOSTI CAPRIZ, VINTL – SÜDTIROL, ITÁLIE

Společnost CAPRIZ byla založena v roce 2011 a rovněž se věnuje afínování sýrů, zejména pak kozích. Název společnosti se odvozuje od italského výrazu pro kozu (capra) a německého výrazu pro kozu (ziege). Kromě výroby a afínace vlastních kozích sýrů zde ale dozrávají a afinačním technikám podrobují i další jihotyrolské sýry z kravského či jiných druhů mléka.

Představme si opět několik zajímavých výrobků z této společnosti:

- Caprizino je čerstvý sýr ze 100 % kozího mléka vyrobený podle francouzského vzoru. Po zformování je sýr povrchově afínován směsí dřevěného popele, pepře a soli, a takto dozrává po dobu 14 dnů.
- Měkký sýr Hofers Alptraum může být vyroben jak z kozího, ale také z kravského mléka. V průběhu čtyřtýdenního zrání se sýr obden obrací, aby na povrchu mohla rovnoměrně růst bílá plíseň. Na konci zrání je pak afínován „Pineau de Charentais“ (druh francouzského Cognacu) a strouhaným „Schüttelbrot“em. Schüttelbrot je vlastně speciální jihotyrolská chlebová placka vyráběná z žitné mouky, kvasnic, soli a směsi koření (kmín, fenykl, anýz, koriandr, jetele). Chléb se vyznačuje dlouhou trvanlivostí.
- Goaserle je měkký sýr z kozího mléka, který dozrává čtyři týdny, přičemž je obden potírán speciální mikrobiální kulturou, která propůjčuje sýru výrazný buket a utváří charakteristický povrch
- Měkký kozí sýr Roggenkas, který zraje také čtyři týdny, po které se obden sýry obracejí a ošetřují mazovou kulturou. Na konci zrání je sýr afínován žitnými otrubami. Žito je ve zdejší kraji také oblíbené a propůjčuje sýru jakýsi jihotyrolský rustikální charakter, kterým tato specialita připomíná zdejší zemědělské a venkovské tradice. Sýr je možné vyrábět alternativně i z kravského mléka.

- Aromatický Bierkas z kravského mléka je zase zjemněný černým pivem a sladem z nedalekého pivovaru Batzen Bräu v Bolzanu. Sýr zraje ve speciálním sklepe z pálených cihel a je po dobu čtyř týdnů ošetřován speciální „pivní“ kulturou.
- Mezi affinované sýry patří i Kasus Caverna – tvrdý sýr z kravského mléka z horských alm. Zraje po dobu nejméně deseti týdnů na smrkových prknech a v přírodních štolách nebo ve starých vojenských bunkrech. Přirozené klima a mikroflóra tohoto prostředí se pozitivně odráží na výsledném vzhledu a buketu sýra.
- Pootvrď sýr Schüttler je vyroben z kravského jihotyrolského mléka a je zjemněný přidávkem stejných koření, které jsou používány při přípravě Schüttelbrotu. Kmín, fenykl, anýz, koriandr a jetel jsou rovnoměrně rozptýleny v sýrovém zrně, a po vylišování a vysolení se sýr ukládá na smrkové police, na kterých v přírodním prostředí dozrává další dva měsíce. Po celou dobu se pravidelně obrací a kartáči ošetřuje mazovou mikroflórou.

SPOLEČNOST PANA BEPPINO OCCELLI – PIEMONT, ITÁLIE

Beppino Occeci je vyhlášený mlékař a sýrař působící v oblasti Piemontu, Lange a Cunea na severozápadu Itálie. Svoji společnost založil v roce 1976 a vyrábí v ní speciální druhy sýrů a másla výlučně z vlastních chovů koz, ovců a krav. Tento sýrař dodává svým výrobkům tu nejvyšší přidanou hodnotu. Mléčné výrobky spojuje s typickými komponenty a přísadami pocházejícími vždy z oblastí produkce mléka, velmi často používá např. lanýže, vybrané druhy zdejších hroznů, celou řadu typických italských koření a přísad. Navíc i obaly a etikety jeho výrobků jsou samy o sobě často mistrovskými díly.

Mezi nejvyhledávanější kombinace s černými lanýži. Čím vlastně přitahují tyto vzácné houby kuchaře a gurmány z celého světa? Aroma lanýžů je totiž velmi silné, s tóny připomínajícími až zatuchlinu nebo petrolej, a některým lidem mohou být až nepříjemné. Všichni, kdo je však jednou jedli, se shodnou na jednom: jejich chuť není podobná ničemu jinému a nedá se nahradit. Právě jejich silné aroma je také jediným

spolehlivým způsobem, jak je najít. Používají se k tomu často i vycvičení psi, protože pouze psí čumák dokáže odhalit lanýže v době ideální zralosti, kdy je aroma nejsilnější. A jsou také nesmírně drahé, takže i nepatrný přírůstek lanýžové hmoty k sýrům zvyšuje stejnou měrou nebo i vyšší konečnou cenu produktu.

- Crutin je sýr ze směsného kravského a kozího mléka kombinovaný s černými lanýži. Italský výraz Crutin bylo označení pro starý kamenný sklep, právě takový, kde tyto sýry zrají.
- Tuma del Trifulau je měkký sýr s černými lanýži, které farmáři z oblasti Langa vyhledávají v noci se svými psy, kteří je vyhrabávají ze země. A právě výraz Trifulau je staré pojmenování hledačů této gurmánské lahůdky
- Crema di Burro con Tartufo Nero je zase lahodný máslový krém se zapracovanými černými lanýži, kterých je ve směsi šest procent. Výrobek může být vynikající přísadou na těstoviny, na fondue, do pomazánek, nebo jen tak samotný jako antipasti.
- Bianca di Langa je další měkký sýr s bílou ušlechtilou plísní a černými lanýži uvnitř hmoty, které pan Occelli nabízí.
- Horský sýr Occelli al Barolo, který zraje několik měsíců v přírodních sklepech oblasti Valcasoto. Po ukončeném zrání je povrch afinován červenými hroznými vínem Barolo, které po dalším dvouměsíčním zrání dodá znamenitou chuť. Uvedený sýr zvítězil na světové výstavě sýrů ve Wisconsinu v roce 2015.
- Occelli alla Frutta e Grappa di Muscato je tvrdý sýr vyráběný ze směsného ovčího a kravského mléka zrající 12 měsíců a poté je afinován povrchově vybraným ovocem a grapou z odrůdy Muscadet. Jedná se o nejoblíbenější afinovaný sýr v Itálii.

SPOLEČNOST KÄSE WOLF, OTZBERG-LENGFELD – NĚMECKO

V hesenské společnosti Käse Wolf založil její zakladatel pan Klaus Wolf v roce 2014 projekt pro zákazníky komunikovaný příznačně Käse – Magie (sýrařská magie) a jako

hlavní promotér této kampaně v ní vystupuje on sám jako „kouzelník se sýry“ a ze sýrů vyčarovává neuvěřitelné zázraky. Sýr není v očích pana Wolfa pouhou potravinou, ale měl by spotřebitelům přinášet nadšení z chuti, vzhledu, radost z výrobku jako takového, měl by povzbuzovat smysly a stát se součástí životní filosofie. Při tom všem pan Wolf akcentuje tradiční sýrařskou kulturu, rukodělnou řemeslnou práci sýrařů, a už vůbec nedá dopustit na sýry ze syrového mléka a na Heumilchkäse, a především pak na skupinu sýrů s chráněným označením původu a chráněným zeměpisným označením.

Velmi zajímavou afinací je zrání polotvrdých sýrů, často přezrálých pod červeným mazem, pod povrchovou vrstvou různého ovoce, bylin a koření. Jedním z nejlépe prodávaných sýrů této kategorie je například Himbeersenf-Käse, tedy sýr s kůrkou vytvořenou z tzv. malinové hořčice. Jedná se o polotvrdý sýr z pasterovaného kravského mléka, s obsahem 50 % tuku v sušině, který byl vyroben a zrál nejprve jako sýr gouda. Pro dozrání sýra se k afinaci používá nátěr připravený z čerstvých malin s jemně rozptýleným hořčičným semínkem. Směs se rovnoměrně natírá na celý povrch sýra, kde vytváří vizuálně působivou temně červenou vrstvu a sýru dodává ovocně – pikantní chuťovou stopu.

Podobných kreací má pan Wolf v sortimentu daleko více. Skvělým příkladem je i Odenwälder Pfefferbursche. V tomto případě se jedná o alpský horský sýr se zrnky zeleného pepře uvnitř hmoty. Kůrka je pak tvořena kombinací medu a exotické směsi pepřů, což uzrálému sýru dodává neopakovatelné pikantně lehce nasládlé aroma. Kůrka se samozřejmě neodstraňuje, ale konzumuje společně se sýrovou hmotou.

Podobným způsobem zde afinují Kräuterkäse (bylinkový sýr), kdy jsou v hmotě sýra rozptýleny zahradní bylinky, které rovněž tvoří povrchovou vrstvu, nebo Bärlauch-Käse s bylinkovou složkou z česneku medvědího, který si tolik oblíbili němečtí spotřebitelé.

Zcela unikátním sýrem je Blütenkäse, na kterém je sýrový povrch afinován usušenými modrofialovými okvětními lístky lučních chrp. Také tento sýr budete nejprve „jíst

oči“ a bude vám líto se do něho zakousnout, nicméně v momentě, kdy tak učiníte a jen maličký kousek sýra vložíte do úst, užasnete nad neobvyklou vůní a působivou chutí. Gurmánský zážitek vám nejprve přivodí hra přírodních barev na povrchu a po zakousnutí sýrově-mléčný chuťový vjem s příjemným lučně-bylinkovým podtónem.

Jindy jsou sýry afinovány semínky dijonské hořčice (Dijonsenkäse), květem černého bezu (Holunderkäse) či středomořským kořením (Mediterrane), jindy zase směsí vlašských ořechů (Nussecke). Mnohé z těchto sýrů jsou často doporučovány na rakletování, kdy kořenící vrstva na sýru nataveném teplem vytvoří a zanechá velmi intenzivní a příjemný chuťový vjem.

Mezi spotřebiteli velmi oblíbeným je i zdejší Hexenkäse. Jedná se o polotvrdou sýrovou kompozici afinovanou pestrá směsí několika přísad: křen, brusinky, třešňové papričky a listy máty. Tato ochucující směs dodá sýrovému těstu mramorově nazelenalou barvu. Sýr je navíc povrchově dozdoben bobulemi různých lesních plodů.

Nyní si představíme povrchově afinované sýry s vnitřní náplní. Jedná se o následné zrání sýrů zrajících nejprve pod mazem, které jsou poté afinovány kandovaným ovocem, například meruňkami, sušenými švestkami, fíky, a dalšími druhy ovoce. Velmi pikantní aromatické sýry s mazem na povrchu jsou po prvotním zrání navrtány na speciálním zařízení a do vzniklých otvorů se poté protlačí ovocný protlak zvolené chuťové složky. Povrch se pak ještě dekoruje použitým ovocem. Po dodatečném dozrání, které trvá již jen v řádu dnů, jsou sýry zabaleny do expedičního obalu a takto se dostávají k zákazníkovi. Chuť sýrů je velmi překvapivá. Příkladem těchto sýrů je například Fíkový sýr (Feigenkäse) nebo Meruňkový sýr (Aprikosenkäse).

Zajímavé výrobky představuje také široké spektrum sýrových kompozic z čerstvých a plísňových sýrů a sýrových pomazánek, např. zdobené sýrové dorty Brie s čerstvým tvarohovým sýrem ochuceným a dozdobeným čerstvě nasekaným pórkem. Celkový chuťový dojem je naprosto jedinečný.

Zajímavou afinací je kompozice Wolf's Sommellier Pera Blue. Jedná se o italský sýr Gorgonzola dolce napuštěný jemným hruškovým likérem. Opět se jedná o jedinečnou chuťovou kombinaci a dokonalou harmonii chuti a vůně.

Mimořádným mistrovským výrobkem jsou i sýrové pralinky, sice nezvyklá, ale doslova perfektní kombinace čokolády a sýra. Obal pralinky tvoří buď mléčná nebo hořká či bílá čokoláda, vnitřní náplň je pak ochucený čerstvý smetanový sýr. Po rozkousnutí pralinky křupne nejprve čokoládová vrstva a do úst se poté rozleje příjemný čerstvý sýr ochucený jahodami, kokosem, mátou peprou, mangem, marcipánem či jinými sezónními příchutěmi. Jednoduše neodolatelná chuť a jedna pralinka vám rozhodně stačit nebude.

Jednou z posledních zajímavých novinek je sýr s označením Heumilch Brie. Pro jeho výrobu se používá mléko kvality Heumilch, tedy mléko od dojníc, které se buď pouze pasou, nebo zkrmují velmi kvalitní seno, většinou z horských oblastí. Takovéto seno je bohaté na živiny a běžně se v něm vyskytuje 30-50 druhů trav, květin a bylin. Řadou studií bylo již prokázáno, že zkrmování kvalitního sena má dobrý dopad na zdravotní stav dojníc i prodlužování jejich průměrné délky života. Technologie ze sýrárny pana Wolfa šla však ještě dál. Uvedený sýr totiž navíc v tomto seně zraje. Podle vlastního návrhu byla pro zrání zkonstruována speciální zrací klimatizovaná skříň, v jejíchž stěnách je na několika tyčích namotáno kvalitní čerstvé seno z alpských luk. Senem obtočená bobina je chráněna drátěným pletivem. Pokud do této zrací skříně strčíte hlavu, budete si hned připadat jako v opravdové kupce sena, protože použité seno je opravdu vždy čerstvé a velmi příjemně voní. Zrají-li pak sýry Brie na regálových pozicích v této zrací skříně se senem, nasávají do sebe vůni sena a výsledný buket uzrálého sýra je opět naprosto jedinečný: mléčně sýrová chuť, s jemným oříškovým podtónem a nádechem rozkvetlé alpské louky. Je to skutečná gurmánská „fajnosc“ z ryze čisté přírody. Samozřejmě cena výrobku odpovídá vložené přidané hodnotě, ale i tak je sýr velmi dobře prodejný.

ZÁVĚR

Afinování sýrů představuje důmyslné techniky a postupy, jak výrobkům přidat mimořádnou přidanou hodnotu, vysokou kvalitu a také jak zaujmout spotřebitele něčím zcela mimořádným. Afinace nebude nikdy představovat moderní průmyslové techniky, jedná se výlučně o řemeslné, rukodělné postupy, které se však následně projeví v mimořádné kvalitě a současně vysoké ceně produktů. Spotřebitelé jsou přesto ochotni vysoké ceny za tyto unikátní výrobky platit, protože tyto sýry přinášejí mimořádné gurmánské zážitky a potěšení z jídla.

*Kontaktní adresa: Ing. Jiří Kopáček, CSc., Českomoravský svaz mlékárenský z.s.,
V olšínách 75, 100 00 Praha 10 – Strašnice, Česká republika, e-mail:
jkopacek@vcheesespectrum.cz*

NEŽIADUCE MIKROORGANIZMY PRI VÝROBE SYRA A VPLYV RIZIKA ANTIBIOTICKEJ REZISTENCIE NA VEREJNÉ ZDRAVIE

UNDESIRABLE MICROORGANISMS IN CHEESE PRODUCTION AND THE IMPACT OF THE RISK OF ANTIBIOTIC RESISTANCE ON PUBLIC HEALTH

Zuzana Hanzelová¹ – Eva Dudriková¹ – Mariana Kováčová¹ – Jana Výrostková¹

¹Katedra hygieny, technológie a zdravotnej bezpečnosti potravín,
Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v košiciach,
Komenského 73, 041 81, Košice

ABSTRAKT

Cieľom práce bolo upriamiť pozornosť na celosvetovú kritickú situáciu v problematike antibiotickej rezistencie (AR), kde jednou z ciest prenosu génov antibiotickej rezistencie môžu tvoriť nežiaduce baktérie vyskytujúce sa v mlieku a mliečnych výrobkoch. V ostatných rokoch je veľa štúdií zameraných na skúmanie AR u zástupcov čeľade Enterobacteriaceae, rodov *Enterococcus* a ďalších, ktorých prítomnosť práve v surovom mlieku a syroch býva zaznamenaná a súčasne je skúmaná aktuálna rezistencia na vybrané antibiotiká. Je potrebné aktuálne výstupy týchto sledovaní konfrontovať s trendami v antibiotickej liečbe ako v humánnej, tak aj veterinárnej medicíne a stanoviť účinné odporúčania pre ďalšie opatrenia na úrovni EÚ, ale aj celosvetovo. Výsledkom správnej interpretácie výstupov štúdií, zistení kauzality v klinických podmienkach by malo byť spomalenie šírenia AR.

Kľúčové slová: antibiotická rezistencia, nežiaduce baktérie, výroba syrov, celosvetová kritická situácia

ABSTRACT

The aim of this study was to draw attention to the global critical situation in the field of antibiotic resistance (AR). Undesirable bacteria occurring in milk and milk products can form one of the ways of transmission of antibiotic resistance genes. In recent years, there have been many studies aimed at investigating AR in members of the family Enterobacteriaceae, genera *Enterococcus* and others, whose presence in raw milk

and cheeses is recorded and at the same time the current resistance to selected antibiotics is examined. The current results of these observations need to be confronted with trends in antibiotic treatment in both human and veterinary medicine and effective recommendations need to be set for further action at EU level as well as globally. The result of a correct interpretation of the results of the studies, the finding of causality in clinical conditions should be a slowing down of the spread of AR.

Keywords: antibiotic resistance, undesirable bacteria, cheese production, global critical situation.

ÚVOD

Antibiotická rezistencia je téma, ktorá sprevádza ľudstvo od počiatku používania antibiotík v reálnej klinickej praxi. Sám Alexander Fleming v čase zavádzania tejto terapeutickkej skupiny látok do používania upozornil na nebezpečenstvo, ktoré môže nasledovať po zavedení antibiotík do bežného užívania práve v podobe rezistencie na ne.

V januári roku 2022 bola v časopise The Lancet publikovaná štúdia, ktorá poskytuje široký pohľad na „Globálnu záťaž bakteriálnej antimikrobiálnej rezistencie (AMR) v roku 2019“ obsahujúca systematickú analýzu tejto aktuálnej témy. V tejto štúdii autori určili šesť hlavných humánných patogénov (*Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii* a *Pseudomonas aeruginosa*), ktoré boli zodpovedné za 929 000 úmrtí spojených s AMR a 3,57 milióna úmrtí, ktoré možno pripísať AMR v roku 2019 (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2022).

Otázka antibiotickej rezistencie je aktuálna ako v humánnej medicíne, tak isto aj vo veterinárnej, na úrovni terapeutickej, ale aj na úrovni ovplyvňovania ľudského zdravia cez potravinový reťazec, kde okrem prítomnosti reziduí antimikrobiálnych látok, je na mieste aj téma prenosu antibiotickej rezistencie práve touto cestou. Potraviny u cieľového konzumenta môžu byť zdrojom prenosu génov antibiotickej

rezistencie a v konečnom dôsledku ovplyvniť následnú úspešnosť liečby u konkrétneho pacienta v čase, keď je životne dôležitý zásah do terapie práve antibiotickou liečbou. Skúsenosti s náročnosťou liečby u pacientov pri ťažkom priebehu infekcie Covid-19 nám ukázali, aké je nesmierne dôležité môcť použiť u pacientov antibiotiká, ktoré sú nielen dostupné, ale hlavne účinné v boji s infekciou. Účinnosť liečby závisí nielen od farmakokinetiky a farmakodynamiky danej účinnej látky, ale aj od „správnej“ reakcie organizmu naň. Práve preto je otázka antibiotickej rezistencie na mieste a veterinárna medicína zohráva jednu z kľúčových úloh, ako na úrovni veterinárnej starostlivosti o zvieratá, tak isto aj pri dohľade nad zdravotnou bezpečnosťou a hygienickou nezávadnosťou potravín. Prepojenie používania antibiotík pri liečbe hospodárskych zvierat a možný transfer antibiotickej rezistencie cez potraviny prostredníctvom mikroorganizmov, ktoré sú ich súčasťou, je predmetom skúmania mnohých autorov. Stále sme konfrontovaní s novými, najmä aktuálnymi výsledkami týchto skúmaní a ich vyhodnocovaní z hľadiska času a pri hľadaní a potvrdzovaní ich kauzalít. Práve nachádzanie súvislostí medzi liečbou zvierat, procesom získavania surovín, spracovania až po konečný produkt môže poskytnúť odporúčania pre efektívnu prácu pre humánnych, ale aj veterinárnych lekárov.

MIKROCENÓZA SUROVÉHO MLIEKA

Surové mlieko, ako vstupná surovina na výrobu syrov, je bohaté na živiny, má neutrálnu pH, a preto vytvára ideálne podmienky pre rast mnohých mikroorganizmov. Mikrocenózu surového mlieka tvoria mikroorganizmy, ktoré pochádzajú z maštalného prostredia, z krmív, podstielky, povrchu a hrotov ceckov a zo zariadení, ktoré prichádzajú do styku s mliekom. V surovom mlieku je preto možné nájsť široké spektrum baktérií a húb. Všeobecne sa v surovom mlieku vyskytuje vysoký počet baktérií mliečneho kvasenia. Najviac zastúpené sú druhy rodov *Lactococcus*, *Streptococcus* a *Leuconostoc*, ďalej je to niekoľko ďalších grampozitívnych rodov, ako sú napríklad *Bacillus*, *Microbacterium*, *Micrococcus*, *Staphylococcus*. Gramnegatívne baktérie sú zastúpené rodmi *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Acinetobacter*,

Stenotrophomonas a *Chryseobacterium*. Rovnako sa vyskytujú aj niektorí zástupcovia čeľade Enterobacteriaceae, ako sú rody *Enterobacter*, *Hafnia* a *Klebsiella* (Tančinová a kol., 2017).

Bezprostredne po hygienickom dojení čerstvé surové mlieko obsahuje menej ako 5 000 KTJ/g mikroorganizmov, ktoré sa zaraďujú predovšetkým do rodov *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus* a *Corynebacterium* a zanedbateľné množstvo grampozitívnych a gramnegatívnych baktérií. Ak bolo mlieko získané za dobrých hygienických podmienok, psychrotrofné baktérie predstavujú menej ako 10 % z celkového počtu baktérií v surovom mlieku. Počas chladenia a skladovania mlieka pri nízkych teplotách (počas dlhšej doby) sa mení mikrobiálna populácia. Dominantné grampozitívne baktérie sú nahrádzané gramnegatívnymi baktériami a grampozitívnymi psychrotrofnými baktériami (Quigly a kol., 2017).

Práve psychrotrofné mikroorganizmy zahŕňajú rody, ktoré môžu svojou metabolickou aktivitou nepriaznivo ovplyvniť technológiu výroby produktov zo surového alebo pasterizovaného mlieka. Okrem týchto vlastností môžu byť aj zdrojom génov antibiotickej rezistencie pre patogénne mikroorganizmy a tým ovplyvniť terapeutický proces vo verejnom zdraví.

TECHNOLOGICKY NEŽIADUCE MIKROORGANIZMY

Psychrotrofné mikroorganizmy sú schopné rásť pri teplote 7 °C a menej, bez ohľadu na ich optimálnu teplotu rastu. Väčšina týchto mikroorganizmov neprežíva pasterizáciu, ale mnohé produkujú termorezistentné extracelulárne alebo intracelulárne enzýmy, proteázy a/alebo lipázy, ktoré môžu znehodnocovať napr. výrobky z pasterizovaného mlieka. Lipázy spôsobujú hydrolýzu triglyceridov a spôsobujú chyby odbúraním tukov v smotane, masle a syroch a UHT výrobkoch. Činnosť proteáz je spájaná s tvorbou horkosti mlieka, želatinizáciou UHT sterilizovaného mlieka a znížením výťažnosti mäkkých syrov. Mnohé proteázy môžu rozkladať kazeíny a sú výrazne termostabilné. Psychrotrofné mikroorganizmy zohrávajú hlavnú úlohu pri znehodnocovaní chladeného mlieka a mliečnych výrobkov. Psychrotrofné baktérie vyizolované z mlieka sa môžu

zaradiť do veľkého počtu rodov. Z gramnegatívnych baktérií sú to rody *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Enterobacter* a *Flavobacter*, z grampozitívnych *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Microbacterium*, *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus* a *Lactobacillus*. Najčastejšie je uvádzaný výskyt zástupcov rodu *Pseudomonas* (Tančinová a kol., 2017, Martins a kol., 2006, Arslan a kol., 2011, Beena a kol., 2011, Chen a kol., 2011).

Hoci sú enterokoky využívané pre ich prospešné vlastnosti pri výrobe niektorých fermentovaných mliečnych výrobkov, predstavujú riziko v dôsledku ich potenciálnej schopnosti vyvolávať ochorenia, z pohľadu rizika rezervoára antibiotickej rezistencie a sú schopné v potravinách produkovať biogénne amíny. Zároveň sa môžu podieľať na kazení potravín (Giraffa a kol., 2003, Gardin a kol., 2001). Rod *Enterococcus* sú ubikvitné mikroorganizmy a sú súčasťou bežnej mikrobiocenózy tráviaceho traktu cicavcov a ostatných teplokrvných živočíchov. Môžeme ich taktiež nájsť v pôde, na rastlinách a vo vode. Pri črevnej alebo enviromentálnej kontaminácii, tieto mikroorganizmy kolonizujú suroviny, a teda aj mlieko počas procesu fermentácie (Ribeiro a kol., 2011).

Priamo vo výrobnej technológii negatívne pôsobí enormné zvýšenie celkového počtu mikroorganizmov, najmä z rodu *Enterobacter*, *Escherichia*, *Clostridium*, *Bacillus* a ďalších. Činnosť týchto baktérií sa prejavuje predovšetkým tvorbou plynu, proteolýzou a lipolýzou, ktorá aj keď je v syrárstve v určitom štádiu potrebná, nie je žiaduca pri každom druhu syra a v každej jeho výrobnej fáze. V syrárskej technológii je osobitne dôležitá požiadavka správneho nástupu, rozmnožovania a ústupu určitej skupiny mikroorganizmov, ktorá tvorí nezastupiteľnú súčasť výrobného procesu (Grieger, Holec a kol., 1990).

Medzi ďalšie skupiny mikroorganizmov, ktoré patria medzi technologicky nežiaduce v mliekarstve môžeme zaradiť okrem spomínaných psychrotrofných mikroorganizmov, indikátorových mikroorganizmov aj termofilné a termorezistentné mikroorgnizmy, vrátane sporulujúcich baktérií. Aerobné sporujúce mikroorganizmy rodu *Bacillus*

a anaerobné sporulujúce mikroorganizmy rodu *Clostridium*, ktorých spóry prežívajú aj tepelné ošetrovanie mlieka, sú súčasťou ďalšieho technologického procesu, ktorých negatívny vplyv ovplyvňuje výrobu mliečnych výrobkov. Pri výrobe syrov s vysokodohrievanou syreninou spôsobuje neskoré durenie *Clostridium butyricum*, *Clostridium tyrobutyricum*, práve z dôvodu, že spóry sú schopné prežiť aj pasterizačné teploty. Pri syroch s nízko dohrievanou syreninou sa môže vyskytnúť skoré durenie syrov z dôvodu prítomnosti koliformných baktérií a to: *Enterobacter aerogenes*, *Escherichia coli*, ktoré sa môžu dostať do pasterizovaného mlieka sekundárnou kontamináciou pri jeho ďalšom spracovaní (Dudriková a kol., 2014).

VÝZNAM SYROV A LEGISLATÍVNE POŽIADAVKY NA NE

Syry patria medzi mliečne produkty, ktoré sa v ostatnej dobe tešia narastajúcej popularite, pretože predstavujú vyhľadávanú alternatívu zdroja nielen vápnika, ale aj esenciálnych aminokyselín, ktoré sú prekurzormi pri syntéze bielkovín najmä pre ľudí, ktorí preferujú vegetariánsky spôsob výživy a taktiež pre narastajúcu skupinu ľudí, ktorých stravovanie je obmedzované intoleranciou laktózy, kde najmä dlho zrejúce syry sú pre túto časť populácie alternatívou, ktorá nenaruší ich životný komfort tráviacimi ťažkosťami a súčasne si môžu dopriať mliečne výrobky práve vo forme syrov.

Výroba syrov je dynamický a náročný proces od samého začiatku a počas celého priebehu výroby je niekoľko kritických bodov, keď môže dôjsť k významnému ovplyvneniu samotného technologického procesu, ale taktiež k negatívnemu vplyvu na zdravotnú bezpečnosť. Indikátorom hygieny výrobného procesu sú najmä koliformné baktérie, ktorých zvýšený výskyt upozorní výrobcu na potrebné zlepšenie procesu výroby a súčasne je legislatívne stanovené množstvo týchto mikroorganizmov v Nariadení Komisie (ES) 2073/2005 a v Nariadení Európskeho Parlamentu a Rady (ES) č.853/2004. Práve pri výrobe syrov z nepasterizovaného mlieka je veľmi dôležité, aby bola hygiena získavania mlieka a taktiež samotný proces výroby za prísnych hygienických podmienok, ktoré je nutné dodržať najmä pri tradičnom spôsobe výroby syrov na salašoch.

TYPY ANTIMIKROBIÁLNEJ REZISTENCIE

Rezervoárom rezistentných génov sú baktérie črevného traktu človeka a zvierat. Rezistentné gény sa následne prenášajú medzi baktériami alebo do životného prostredia. Okrem prostredia sa rozširujú aj medzi zvieratami a môžu tak prechádzať do potravy človeka. Identifikácia týchto génov ako aj mechanizmus prenosu je kľúčovým prvkom k redukcii, resp. zníženiu rezistentných baktérií v potravinovom reťazci (Hleba a Kačaniová, 2015). Rezistenciu ovplyvňujú rôzne faktory, a to typ mikróba, typ antibiotika a hladina antibiotickej látky. Na základe typu antibiotika rozlišujeme dva typy rezistencie, penicilínový a streptomycínový typ rezistencie. Penicilínový typ vzniká postupne, po niekoľkých za sebou nasledujúcich mutáciách, pričom streptomycínový typ vzniká rýchlo len jednou mutáciou. Rezistenciu poznáme prirodzenú (primárnu), získanú (sekundárnu), prenosnú a neprenosnú (Čonková a kol., 2008). V posledných rokoch sa medzi antibiotikami blízkej chemickej štruktúry a podobného mechanizmu účinku na baktérie objavuje čiastočná alebo úplne skrížená rezistencia. Veľmi vážna je tiež mnohonásobná prenosná rezistencia, ktorá sa viaže na gény uložené extrachromozómovo (Hleba a Kačaniová, 2015). Skrížená rezistencia je charakteristická tým, že mikroorganizmy rezistentné proti jednému antibiotiku sa stávajú rezistentnými aj proti ďalším antibiotikám (Čonková a kol., 2008, Vrabc a kol., 2015, Výrostková a kol., 2021).

Pri hodnotení dynamiky procesu vývoja antibiotickej rezistencie, je žiaduce brať do úvahy aj komplexné informácie týkajúce sa antibiotickej rezistencie, ktoré sú publikované v zahraničných prácach na túto tému, kde veľa výskumníkov determinovalo antimikrobiálnu rezistenciu (AMR) baktérií medzi patogénmi mastitíd, pretože mastitídy sú hlavnou príčinou pre použitie antimikrobiotík u dojníc (Decimo a kol., 2016). Taktiež niektoré tieto štúdie boli zamerané na surové mlieko pochádzajúce od mastitídnych dojníc. V minulosti obmedzené množstvo štúdií uvádzalo výsledky AMR u nepatogénnych baktérií vyvolávajúcich kazenie surového mlieka ako sú rody *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae* a niektoré psychrotrofné

baktérie, ktoré môžu vyvolať vážne problémy v kvalite mlieka a mliečnych produktov (Decimo a kol., 2016). V súčasnosti sa veľa štúdií zameriava na oba, patogénne aj nepatogénne antimikrobiálne rezistentné baktérie v mlieku a v mliečnych výrobkoch. Takisto v posledných dekádach je antibiotická rezistencia dobre zdokumentovaná u čeľade Enterobacteriaceae (*Klebsiella spp.*, *Escherichia coli*, rodov *Enterobacter*) a rodu *Enterococcus* v mlieku a mliečnych produktoch. Predtým boli skúmané ESBL produkujúce baktérie, meticilín-rezistentný *Staphylococcus aureus* (MRSA), vankomycín rezistentný *Enterococcus spp.* (VRE) (Saleh a kol., 2011, Tenhage a kol., 2014, Zinke a kol., 2012, Virgin a kol., 2009). Veľa výskumníkov zvýrazňuje potenciálne riziko prenosu ESBL (širokospektrálne β -laktamázy), AmpC (aminopenicilín inaktivujúce cefalosporinázy), CP (karbapenemázy), ktoré produkujú baktérie z čeľade Enterobacteriaceae na konzumenta prostredníctvom mlieka a mliečnych výrobkov z dvora (Decimo a kol., 2016, Geser a kol., 2012, Sudarwanto a kol., 2015, Odenthal a kol., 2016, Ntuli a kol., 2017, Gołaś-Pradzyńska a Rola, 2021). ESBL sú enzýmy, ktoré dokážu hydrolyzovať tretiu generáciu cefalosporínov, ako sú ceftriaxon, cefpirom a cefepim. Sú tiež čiastočne vnímavé ku cefamycínu a karbapenému. ESBL sú zvyčajne inhibované β -laktamázovými inhibítormi ako sú kyselina klavulanová, sulbaktám, tazobaktám, ďalej AmpC typ β -laktamázy ukazuje rezistenciu k cefalosporíno štvrtej generácie β -laktamových antibiotík a karbapenémov (Özdikmenli Tepeli a kol., 2018). AmpC súvisí s viacnásobnou antibiotickou rezistenciou a koexistencia ESBL a AmpC β -laktamázy spôsobuje limitáciu v liečbe infekcií u oboch humánnych aj zvieracích patogénov (Ntuli a kol., 2017, Tekiner a kol., 2016). Aj keď mnoho vlád EÚ schválilo predaj surového mlieka a syrov vyrobených zo surového mlieka, tieto produkty sú možnými zdrojmi génov pre antimikrobiálnu rezistenciu, a tak vytvárajú potenciálne riziko pre verejné zdravie (Ntuli a kol., 2017). Slovenská republika ustanovuje hygienické požiadavky v Nariadení vlády č. 360/2011 Z. z. Slovenskej republiky, ktorým sa ustanovujú hygienické požiadavky na priamy predaj a dodávanie malého množstva prvotných produktov rastlinného a živočíšneho pôvodu a dodávanie mlieka a mliečnych výrobkov

konečnému spotrebiteľovi a iným maloobchodným prevádzkarniam (v znení č. 100/2016 Z. z.)

Niekoľko výskumníkov sledovalo výskyt antibiotickej rezistencie baktérií v rôznych druhoch remeselných syrov. Prítomnosť ESBL, AmpC produkovaných zástupcami čeľade Enterobacteriaceae, *Enterococcus spp.*, *E.coli*, EPEC a MRSA kmeňov *Staphylococcus* boli skúmané v týchto syroch. Taktiež skúšali citlivosť izolátov k niektorým antimikrobiálnym činidlám a uvádzali, ktoré izoláty boli viac rezistentné k tetracyklínu, oxacilínu, ampicilínu a penicilínu ako k ostatným antimikrobiálnym látkam (Saleh a kol., 2011, Zinke a kol., 2012, Arslan a kol., 2008, Amador a kol., 2009, Dias a kol., 2012, Vrabec a kol., 2015, Özadam a kol., 2012, Kurekci a kol., 2016, Bassi a kol., 2016). Mlieko a mliečne produkty môžu byť ľahšie kontaminované mikroorganizmami pri horších hygienických podmienkach a všetky baktérie môžu prejsť do výrobkov nedodržiavaním výrobného procesu a niektoré z nich môžu zapríčiniť vypuknutie potravinovej nákazy (Ipek a kol., 2018). Ak tieto baktérie majú gény pre AMR alebo ich získajú počas výroby pri manipulácii, balení, transportovaní a predaji, môže to viesť k problémom vo verejnom zdraví (Ntuli a kol., 2017).

POSTOJ SR K PROBLEMATIKE ANTIBIOTICKEJ REZISTENCIE

Na situáciu týkajúcu sa problematiky antibiotickej rezistencie na území Slovenskej republiky reagovali aj odborníci z oblasti humánnej a veterinárnej medicíny a to vytvorením tzv. Národného akčného plánu antibiotickej rezistencie v Slovenskej republike na obdobie 2019-2021. Ako sa v ňom uvádza, jednou z možných príčin vzostupu antibiotickej rezistencie je často aj neuvážené a nesprávne používanie antibiotík vo veterinárnej medicíne. Najčastejšie a najzávažnejšie nedostatky sú hlavne v oblasti prevencie a kontroly infekcií na farmách. Vzniknutá a aktuálna situácia hovoriaca o stave antimikrobiálnej rezistencie vyžaduje bezodkladnú implementáciu systémových a efektívnych opatrení nielen na regionálnej, národnej, ale aj celoeurópskej úrovni. Slovenská republika podporuje všetky aktivity zamerané

na zníženie antimikrobiálnej rezistencie ako svetového fenoménu ohrozenia zdravia zvierat a ľudí.

Ciele veterinárneho akčného plánu sú popísané v jednotlivých aktivitách:

- monitorovanie výskytu a vývoja rezistencie v chovoch hospodárskych zvierat,
- opatrenia vedúce k racionalizácii spotreby antibiotík pri výkone veterinárnej starostlivosti,
- aplikácia opatrení za účelom zníženia používania antimikrobiotík u zvierat (zvýšenie kvality hygieny, výživy, zdravia zvierat, vakcinácie zvierat, biologickej ochrany v chovoch a epidemiologického hodnotenia chovov,
- vzdelávanie veterinárnych lekárov a verejnosti v oblasti AMR,
- využitie informačných technológií pri kontrole AMR, hlásení chorôb a racionalizácii antiinfekčnej liečby,
- prepojenie aktivít MZ SR a MPRV SR.

Súčasťou tohto plánu sú informácie o Nariadení Európskeho parlamentu a Rady EÚ č. 2018/6 o veterinárnych liekoch a o zrušení smernice č. 2001/8 ukladá povinnosť členským štátom zaviest' systém zberu údajov o spotrebe antimikrobiálnych látok podľa druhov zvierat, Slovenská republika bude zbierať predmetné údaje a následne porovná spotrebu podľa druhov zvierat s predajom predmetných antimikrobiálnych látok. Cieľom bude dosiahnuť obraz o reálnej spotrebe antimikrobiálnych látok v chovoch hospodárskych zvierat a následne prepojiť a zhodnotiť danú situáciu a získané výsledky s hodnotením chovov v nadväznosti na biosecurity, welfare a zoohygienické podmienky v predmetných chovoch. Monitoring antimikrobiálnej rezistencie sa vykonáva v súlade s Rozhodnutím Komisie 2013/652/EÚ a zahŕňa izoláty zoonotických patogénov *Salmonella spp.* a *Campylobacter jejuni* a komenzálové indikátorové *E. coli*, prostredníctvom ktorých je možný prenos génov rezistencie na iné baktérie alebo patogény. Od roku 2015 sa sleduje výskyt *E.coli* tvoriacich enzýmy, ktoré produkujú široké spektrum beta-laktamáz (ESBL), beta-laktamázy typu AmpC (AmpC), od roku

2019 karbapenemázy, prostredníctvom ktorých sa sleduje rezistencia voči betalaktámovým antibiotikám, hlavne cefalosporínom a karbapenemázam, ktoré indikujú rezistenciu voči karbapenémom, v humánnej medicíne používaných ako antibiotiká poslednej voľby na liečbu infekcií vyvolanými multirezistentnými kmeňmi (meropenem, ertapenem, imipenem). Izoláty sa získavajú zo zdravých zvierat na farmách (hydina), bitúnkoch (hydina, ošípané) a z mäsa v obchode (hydina, ošípané, hovädzí dobytok). Zbieranie údajov v súvislosti s mliekom a mliečnymi výrobkami v danom akčnom pláne chýba.

METÓDY SKÚMANIA ANTIBIOTICKEJ REZISTENCIE

Pri výbere diagnostických metód, ktoré sa používajú pri detekcii antibiotickej rezistencie baktérií sa môže vychádzať z trendov, ktoré sa používajú v zahraničí, kde v mnohých štúdiách je citlivosť na antibiotiká určovaná difúznou diskovou metódou (DDM), metódou minimálnej inhibičnej koncentrácia (MIC), E-testom, podľa inštitúcií Klinických a laboratórnych štandardov (CLSI) a Európskeho výboru na testovanie antimikrobiálnej citlivosti (EUCAST). Organizácie ako sú CDC, WHO, EFSA a ďalšie vládne spoločnosti vydali odporúčania na laboratórne testovanie pre AMR gény. Tiež metóda kombinácie dvojitého disku (DDCM), modifikovaný Hodge test (MHT), kombinácia difúzneho diskového testu (CDDT), dvojitý synergický diskový test (DDST) boli použité pre fenotypové potvrdenie niektorých AMR. Niektoré výsledky, ktoré boli fenotypovo pozitívne, boli potvrdené molekulárnym testom na báze PCR a sekvenčnou analýzou na frekventnú detekciu AMR génov ako sú SHV, TEM, CTXM, SHV a AmpC. Kým fenotypové skríningové testy na detekciu AMR sú dostupné, molekulárne testy sú však nákladné pre mnoho mikrobiálnych laboratórií. Niektorí výskumníci poukázali, že výsledky AMR fenotypových skríningových testov môžu byť nesprávne vyhodnotené, keď sú baktérie nositeľmi AMR genotypov spoločne pre AmpC, ESBL a karbapenemázy (Lovayová a kol., 2016, Özdikmenli Tepeli a kol., 2018).

MONITOROVANIE ANTIBIOTICKEJ REZISTENCIE U *E. COLI*

Vzhľadom k tomu, že syry patria medzi obľúbenú komoditu u spotrebiteľa, u niektorých predstavujú ľahšie stráviteľnú alternatívu mlieka, z ktorých tak, ako ukazujú literárne zdroje, rovnako môžu byť zdrojom prenosu rezistencie na antibiotiká pre konzumenta (Saleh a kol., 2011, Zinke a kol., 2012, Arslan a kol., 2008, Amador a kol., 2009, Dias a kol., 2012, Vrabec a kol., 2015, Özadam a kol., 2012, Kurekci a kol., 2016, Bassi a kol., 2016). Technologicky nežiaduce baktérie nie sú povinne monitorovateľné zo strany výrobcu, ich prítomnosť je markantná až pri určitej kvantite, keď sa prejavia ako chyby vo výslednom výrobku. No niektoré technologicky nežiaduce baktérie ako ukázali výskumy, sú cestou prenosu AMR na konzumenta. Detekcia týchto baktérií a určenie AMR na vybrané antibiotické látky by mohla mať význam nielen v konečnom produkte ako je syr, ale aj v surovom mlieku, prípadne syroch vyrobených z nepasterizovaného mlieka. Určitým návodom na zameranie pozornosti pri sledovaní AMR pri konkrétnych antibiotikách, môže byť konkrétne *E.coli*, ktorá predstavuje modelový mikroorganizmus. V správe o zoonózach, alimentárnych nákazách a nákazách z vody z roku 2019 bolo vyšetrených na Slovensku 4 679 potravín, z ktorých v 5,5 % vzoriek bola potvrdená prítomnosť *E. coli*. Percentuálne najviac pozitívnych nálezov bolo v surovom mlieku, syroch zo surového mlieka a bryndze, ale aj v cukrárenských výrobkoch, hotových jedlách a polotovarochoch. Z hľadiska rezistencie *E. coli* voči antibiotikám bol realizovaný monitoring rezistencie na antibiotiká u environmentálnych izolátov baktérií z lôžkových zdravotníckych zariadení na Slovensku, kde testované kmene *E. coli* vykazovali hlavne rezistenciu na ampicilín, amoxicilín a cefuroxím. V roku 2020 pracoviská ÚVZ SR a RÚVZ, ŠVPÚ, FCHPT STU, VÚVH a VÚP vyšetrili 32 201 vzoriek potravín, krmív, vôd a prostredia. Ide celkovo o významný pokles vyšetrených vzoriek za účelom detekcie a identifikácie *E.coli* na území SR oproti roku 2019. Prítomnosť *E.coli* bola dokázaná v 1937 vzorkách, čo predstavuje približne 18 %. Z 4930 potravín bola prítomnosť *E.coli* dokázaná v 6 % vzoriek. Prítomnosť VTEC bola izolovaná a potvrdená v jednej vzorke rastlinných klíčkov z celkovo 16 vyšetrených vzoriek. Rezistencia izolátov *Escherichia coli*

zo zvierat a potravín bola sledovaná a následne analyzovaná v Národnom referenčnom laboratóriu pre mikrobiálnu rezistenciu vo VPÚ v Dolnom Kubíne. V roku 2020 sa stanovil profil mikrobiálnej rezistencie spolu u 621 izolátov *Escherichia coli* získaných v rámci harmonizovaného monitoringu mikrobiálnej rezistencie v SR vydaného ŠVPS SR.

ZÁVER

Ak by sme sa pozreli na celú problematiku synergickým pohľadom humánnej a veterinárnej medicíny, pohľad, ktorý sa naskytne je alarmujúci. Inštitúcia Review on Antimicrobial Resistance poverená vládou Spojeného Kráľovstva, tvrdila, že AMR by mohla zabiť do roku 2050 10 miliónov ľudí ročne (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2022). Hoci tieto predpovede boli niektorými odborníkmi kritizované, WHO a mnohé ďalšie skupiny a výskumníci súhlasia, že šírenie AMR je urgentný problém, ktorý si vyžaduje celosvetový koordinovaný akčný plán riešenia tejto situácie. Ako tvrdia autori štúdie o globálnej záťaži AMR pochopenie tejto problematiky a kombinácie liečiv na hlavné patogény prispievajú ku dôležitým informáciám a miestnym špecifickým politickým rozhodnutiam, obzvlášť pri prevencii infekcií a kontrolných programov, prístupu k nevyhnutným antibiotikám, skúmaniu a objavovaniu nových vakcín a antibiotík (Antimicrobial Resistance Collaborators, 2022).

Náš zodpovedný a bdely postoj k danej problematike, vyhodnocovanie situácie v dynamike času, monitorovanie vývoja v stanovenom časovom rozmedzí by mohlo poskytnúť informácie o trende antibiotickej rezistencie. Situácia s Covid-19 nám ukázala, že v prípade boja so zástupcami mikrobiálnej riše a ich nepredvídateľnými zbraňami, potrebujeme byť o krok vpred. Ináč len hasíme následky požiaru a tie môžu byť tragické, pretože ide o ľudský život každého z nás.

POĎAKOVANIE

Práca bola finančne podporená projektom KEGA č. 007UVLF-4/2020.

LITERATÚRA

Amador, P., Fernandes, R., Prudencio, C., Brito, L.(2009): Resistance to β -lactams in bacteria isolated from different types of Portuguese cheese. *Internat. J. of Molecular Sci.* 10(4): 1538–1551.

Antimicrobial Resistance Collaborators. (2009): Global burden of bacterial antimicrobial resistance in: a systematic analysis. *Lancet.* 2022 Feb 12;399(10325): 629–655. Dostupné na: doi: 10.1016/S0140-6736(21)02724-0. Epub 2022 Jan 19. PMID: 35065702.

Arslan, S., Eyi, A., Ozdemir, F. (2011): Spoilage potentials and antimicrobial resistance of *Pseudomonas* spp. isolated from cheeses. *J. Dairy Sci.*, 94:5851–5856.

Arslan, S., Özdemir, F. (2008): Prevalence and antimicrobial resistance of *Listeria* spp. In homemade white cheese. *Food Control.* , 19(4); 360–363.

Bassi, D., Gazzola, S., Esposito, R., Cocconcetti, Ps. (2016): Risk assessment of antimicrobial resistance in dairy foods: prevalence, gene exchange and consumer exposure. *Food Micro*, 19–22 ; Dublin, Ireland.

Beena, A.K., Ranjini, A.R., Riya, T.G. (2011): Isolation of psychrotrophic multiple drug resistant *Pseudomonas* from pasteurised milk. *Vet. World* 4:349–352.

Chen, T.R., Wei, Q.K., Chen, Y.J. (2011): *Pseudomonas* spp. and *Hafnia alvei* growth in UHT milk at cold storage. *Food Control* 22:697–701.

Čonková , E. et al. (2008): *Veterinárská farmakológia*. 1.vydanie. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie. 226 s. ISBN 978-80-8077-102-7.

Decimo, M. et al. (2016): Antibiotic resistance patterns of gram-negative psychrotrophic bacteria from bulk tank milk. *Journal of Food Science.* 81(4):944-951.

Dias, Mt. et al. (2012): Molecular characterization and evaluation of antimicrobial susceptibility of Enteropathogenic *E.coli* (EPEC) isolated from minas soft cheese. *Food Sc. Technol. (Campinas).* 32(4): 747–753.

Dudriková, E. et al. (2014): Technológia výroby, bezpečnosť a kvalita mlieka a mliečnych výrobkov pre magistrov. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie. ISBN 978-80-8077-447-9.

Gardin, F., Martuscelli, M., Caruso, M. C., Galgano, F., Crudele, M. A., Favati, F., et al. (2001): Effects of pH, temperature and NaCl concentration on the growth kinetics, proteolytic activity and biogenic amine production of *Enterococcus faecalis*. In Int. J. Food Microbiol. 64, 105–117. Dostupné na: doi: 10.1016/S0168-1605(00) 00445-1.

Geser, N., Stephan, R., Hächler, H. (2012): Occurrence and characteristics of extended-spectrum β -lactamase (ESBL) producing Enterobacteriaceae in food-producing animals, minced meat and raw milk. BMC Veterinary Research. 8(1), 21–30.

Giraffa, G. (2003): Functionality of enterococci in dairy products. In Int. J. Food Microbiol. 88, 215–222. Dostupné na: doi: 10.1016/S0168-1605(03)00183-1.

Gołaś-Pradzyńska, M., Rola, J.G. (2021): Occurrence and antimicrobial resistance of enterococci isolated from goat's milk. In J. Vet. Res. 65, 449–455. Dostupné na: doi: 10.2478/jvetres-2021.0071.

Grieger, C., Holec, J. et al. (1990): Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov. Bratislava: PRÍRODA. 397 s. ISBN 80-07-00253-7.

Hleba, I., Kačaniova, M. (2015): Antibiotická rezistencia čľade Enterobacteriaceae vo vzťahu k potravinám. 1.vydanie v Nitre: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 93s. ISBN 978-80-552-1408-5.

Ipek, D., Zorba, N. (2018): Microbial load of white cheese process lines after CIP an COP: A case study in Turkey. LWT. 90, 505–512.

Kurekci, C., Arkadas, M., Avsar, Yk. (2016): Occurrence, genetic characterization and antimicrobial resistance of extended-spectrum β -lactamase producing *Escherichia coli* isolated from surk samples, a traditional Turkish cheese. Journal of Food Measurement and Characterization. 10(3):709–714.

Lovayová, V., Vargová, L., Habalová, V., Pastvová, L., Curová, K., et al. (2014): New Delhi Metallo-Beta-Lactamase Ndm-1 Producing *Klebsiella Pneumoniae* in Slovakia. Clin Microbial 3: 162. Dostupné na: doi:10.4172/2327-5073.1000162.

Lovayová, V., Vargová, L., Nagyová, M., Dudriková, E., Dorko, E. & Siegfried, L. (2016): Extended-Spectrum β -Lactamases Producing *Escherichia coli* Strains Monitored Over 4 Years

in The University Hospital in Košice, Slovakia. Current Research in Microbiology, 7(1), 32–38. Dostupné na: doi. org/10.3844/ajmsp.2016.32.38.

Martins, M.L., Pinto, C.L.O., Rocha, R.B., Araújo, E.F., Vanetti, M.C.D. (2006): Genetic diversity of Gram-negative, proteolytic, psychrotrophic bacteria isolated from refrigerated raw milk. Int. J. Food Microbiol. 111:144-148.

Nariadenie Komisie (ES) č. 2073/2005 z 15. novembra 2005, o mikrobiologických kritériách pre potraviny.

Nariadenie Európskeho Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 z 29.4.2004, ktorým sa ustanovujú osobitné hygienické predpisy pre potraviny živočíšneho pôvodu.

Nariadenie vlády č. 360/2011 Z. z. Slovenskej republiky, ktorým sa ustanovujú hygienické požiadavky na priamy predaj a dodávanie malého množstva prvotných produktov rastlinného a živočíšneho pôvodu a dodávanie mlieka a mliečnych výrobkov konečnému spotrebiteľovi a iným maloobchodným prevádzkarniam (v znení č. 100/2016 Z. z.).

Národný akčný plán antibiotickej rezistencie v Slovenskej republike na obdobie 2019–2021.

Ntuli, V., Njage, P., Buys, E. (2017): Extended-spectrum β -lactamase, shigatoxin and haemolysis capacity of O157 and non-O157 E.coli serotypes from producer-distributor bulk milk. International Dairy Journal. 2017; 66, 126–134.

Odenthal, S., Akineden, Ö., Usleber, E. (2016): Extended-spectrum β -lactamase (ESBL) producing Enterobacteriaceae in bulk tank milk from German dairy farms. *International Journal of Food Microbiology*. 238:72–78.

Özadam, A., Özpınar, H. (2012): Phenotypic determination of ESBL- and AmpC-producing Enterobacteriaceae in cheese samples. *Internat. J. Food Engin. Res. (IJFER)*. 2(2): 43–58.

Özdikmenli Tepeli, S., Demirel Zorba, N. (2018): Frequency of extended-spectrum β -lactamase (ESBL) and AmpC β -lactamase producing Enterobacteriaceae in a cheese production process. *Journal of Dairy Science*. 101(4): 2906–2914.

Özdikmenli Tepeli, S., Zorba, N. (2018): Antibiotic-resistant bacteria in milk and some dairy products. In book: *Understanding microbial pathogens: current knowledge and educational ideas on antimicrobial research* (pp.19–27) Publisher: Formatex Research Center.

Quigley L, O'Sullivan O, Stanton C, Beresford TP, Ross RP, Fitzgerald GF, Cotter PD. (2013): The complex microbiota of raw milk. *FEMS Microbiol Rev*. 37(5):664–98. Dostupné na: doi: 10.1111/1574-6976.12030. Epub 2013 Jul 24. PMID: 23808865.

Ribeiro, T., Oliveira, M., Fraqueza, M.J., Lauková, A., Elias, M., Tenreiro, R., Barreto, A. S., Semedo-Lemsaddek, T. (2011): Antibiotic resistance and virulence factors among enterococci isolated from Chouriço, a traditional Portuguese dry fermented sausage. *J. Food Protect*. 74:465–469.

Saleh, I. et al. (2011): Cheese as a reservoir for antimicrobial resistance of *Escherichia coli* and *Staphylococcus* spp. *Advances in Medicine and Biology*. 35 (1).

Sudarwanto, M. et al. (2015): Extended-spectrum β -lactamase (ESBL) producing *Klebsiella pneumoniae* in bulk milk from dairy farms in Indonesia. *Foodborne Pathogens and Disease*. 12(7):585–590.

Sumárna správa o zoonózach, alimentárnych nákazách a nákazách z vody slovenskej republiky za rok 2019. Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky. 1. Vydanie ISBN 978-80-89738-22-9.

Sumárna správa o zoonózach, alimentárnych nákazách a nákazách z vody v slovenskej republiky za rok 2020. Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka slovenskej republiky. 1. Vydanie.

Tančinová, D., Kačaniová, M., Felšöciová, S., Mašková Z. (2017): Mikrobiológia potravín. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. ISBN 978-80-552-1642-3.

Tekiner, I., Özpınar, H. (2016): Occurrence and characteristics of extended-spectrum β -lactamase (ESBL) producing Enterobacteriaceae from food of animal origin. Brazilian J. Microbiol. 444–451.

Tenhage, Ba. et al. (2014): Methicillin-resistant Staphylococcus aureus in cattle food chain prevalence, diversity, and antimicrobial resistance in Germany. J. of anim.sci. 92(6):2741–2751.

Virgin, J.E., Van Slyke, T.M., Lombard, Je., Zadoks, R. (2009): Methicillin-resistant Staphylococcus aureus detection in US bulk tank milk. J. Dairy Sci. 92(10): 4988–4991.

Vrabec, M., Lovayová, V., Dudríková, K., Gallo, J., Dudríková, E. (2015): Antibiotic resistance and prevalence of Enterococcus spp., and Escherichia coli isolated from Bryndza cheese. Italian J. Animal Sci. 14(4): 3968.

Výrostková, J., Regecová, I., Dudriková, E. et al. (2021): Antimicrobial resistance of Enterococcus sp. Isolated from sheep and goat cheeses. In Foods, 10, 1844. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/foods10081844>.

Zinke, C., Winter, M., Mohr, E., Kromker, V. (2012): Occurrence of methicillin-resistant

Staphylococcus aureus in cheese produced in German farm-dairies. Advances in Microbiol. 2(04):629.

Kontaktná adresa:: MVDr. Zuzana Hanzelová, Katedra hygieny, technológia a zdravotnej bezpečnosti, Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, Komenského 73, 041 81 Košice, Slovenská republika, e-mail: zuzana.hanzelova@student.uvlf.sk

KVANTITATÍVNA MIKROBIOLOGICKÁ ANALÝZA VÝROBY PARENÝCH SYROV ZO SUROVÉHO MLIEKA

QUANTITATIVE MICROBIOLOGICAL ANALYSIS OF STRECHED RAW MILK CHEESE PRODUCTION

Lubomír Valík¹ – Veronika Lehotová¹ – Veronika Antálková¹ – Pavel Ačai²

¹Ústav potravinárstva a výživy,

²Ústav chemického a environmentálneho inžinierstva, Fakulta chemickej
a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita, Radlinského 9,
812 37 Bratislava

ABSTRAKT

Okrem hodnotenia mikrobiálnych indikátorov počas laboratórnej výroby parených syrov sme sa v práci zamerali na sledovanie správania populácií *E. coli* a predpokladaných počtov *S. aureus*. Z devitalizačných simulácií v hlavnom kroku, v procese parenia vyplynulo, napríklad, že zvýšenie teploty o 5 ° C by znížil ich počet o ďalšie dva logaritmicke poriadky, takže *E. coli* a *S. aureus* <10² KTJ/g by sa dosiahli v poradí 99,2% a 96,2% prípadov. Kombinácia zvýšenej teploty parenia a použitia čerstvých syrov lepšej mikrobiologickej kvality by viedla k počtom *E. coli* < 0,5 log KTJ/g a *S. aureus* nižším ako 10² KTJ/g vo všetkých, resp. v 99,9% prípadov.

Kľúčové slová: parené syry, E. coli, S. aureus, predikcia správania

ABSTRACT

In addition to the evaluation of microbial indicators, the behaviour of *E. coli* and presumptive *S. aureus* populations were studied during the laboratory production of stretched cheese. The following main outputs resulted from the simulation of microbial population inactivation in the stretching step. An increase of stretching temperature in 5 °C decreased the number in extra two logs so that *E. coli* and *S. aureus* reached <10² CFU/g in 99.2 % and 96.2 % cases, respectively. The combination of increased stretching temperature and fresh cheese of better microbiological quality

resulted in the *E. coli* numbers lower than 0.5 log CFU/g in all cases and *S. aureus* lower than 10^2 CFU/g in 99.9 % of cases.

Keywords: stretching cheese, E. coli, S. aureus, prediction of behaviour

ÚVOD

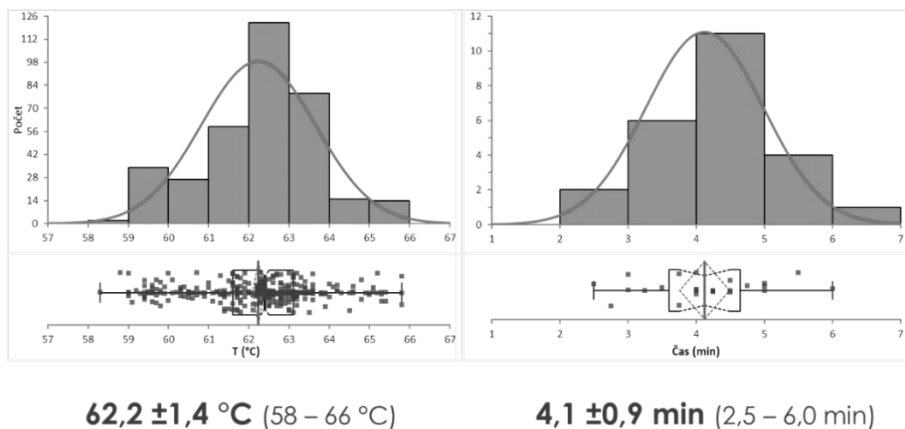
Novšie prístupy k bezpečnosti potravín predstavované odbornej verejnosti po roku 2000 vychádzajú z konceptu primeranej ochrany obyvateľstva a predpokladajú podrobné kvantitatívne analýzy smerujúce od cieľov bezpečnosti potravín definovaných na úrovni konzumenta pozdĺž potravinového reťazca naspäť k prvovýrobe. Na základe takýchto analýz rešpektujúcich vlastnosti - schopnosti identifikovaných nebezpečenstiev vyvolať ochorenie a riziko, t.j. pravdepodobnosť s akou k tomu môže dochádzať, sa definujú požiadavky pre jednotlivé miesta v potravinovom reťazca (Valík, 2010). Významnú úlohu v tejto snahe zohrávajú nielen reálne informácie a poznatky o procesoch využívaných pri opracovaní a spracovaní surovín, výrobe potravín, podmienkach ich uchovávaní, vrátane predaja a konzumácie, ale predovšetkým modely prediktívnej mikrobiológie, ktoré môžeme v konkrétnych prípadoch pri simuláciách správania mikroorganizmov využiť (Valík a Ačai, 2016).

Aby sme kvantitatívne opísali správanie sa relevantných mikrobiálnych populácií počas výroby parených syrov, vrátane doby počas uchovávaní, realizovali sme 20 nezávislých remeselných výrobných s kompletnou mikrobiologickou analýzou v rozhodujúcich krokoch (pred nimi a po nich). Identifikovali procesy, pri ktorých dochádzalo k rastu a rozmnožovaniu, devitalizácii a prežívaniu alebo napríklad rozdeľovaniu populácií mikroorganizmov medzi koagulátom a srvátkou. Na základe množstva získaných údajov sme definovali intervaly zmien v počtoch mikroorganizmov spôsobených technologickými procesmi pri výrobe parených syrov v podobe distribúcií (histogramov). Mnohé súbory číselných údajov vykazovali znaky normálneho rozdelenia, čo pre nás znamenalo, že sme získali rozsahy mikrobiologických ukazovateľov, s ktorými sa iné mikrobiologické údaje získané z praxe v rôznych

krokoch výroby parených syrov môžu porovnávať. Takto by sa mohli tiež vyhodnotiť odchýlky od tohto súboru ukazovateľov. Naším cieľom bolo však využiť konkrétne podmienky z experimentálnej prípravy parených syrov, aplikovať v nich prediktívne modely rastu a prežívania *E. coli*, *S. aureus* a baktérií mliečneho kysnutia (Ačai a kol., 2016; Valík a kol., 2018; den Besten, 2017). Na ich základe by potom remeselní výrobcovia mohli okrem porovnania výsledkov identifikovať príčiny neakceptovateľných odchýlok a riešiť ich.

Mikrobiologickú kvalitu surového mlieka, z ktorého sme vyrábali hrudkový syr, charakterizovali obsahy CPM (celkový počet mikroorganizmov) $5,0 \pm 0,6$ log KTJ/ml, KaVH (kvasinky a vláknité huby) $3,9 \pm 0,6$ log KTJ/ml, KFB (koliformné baktérie) $2,6 \pm 0,5$ log KTJ/ml, *Escherichia coli* $1,5 \pm 0,7$ log KTJ/ml a obsah *Staphylococcus aureus* $3,0 \pm 0,5$ log/ml. Pri oddeľovaní srvátky od koagulátu sme zistili, že priemerne 35 % prítomných mikroorganizmov odchádzalo so srvátkou a 65 % zostalo zachytených v hrudkovom syre.

Počas fermentácie mlieka a čerstvej hrudky sa obsahy mikroorganizmov v dôsledku rastu a rozmnožovania zvýšili o $4,3 \pm 0,7$ log KTJ/g (CPM), $1,5 \pm 0,7$ log KTJ/g (KaVH), $2,4 \pm 0,6$ log KTJ/g (KFB), $1,5 \pm 0,7$ log KTJ/g (*E. coli*) a $1,0 \pm 0,3$ log KTJ/g (*S. aureus*).



Obrázok 1: Teploty zaznamenané počas parenia hrudky a príslušná distribúcia časov potrebných na získanie pareniny (napravo)

Parenie hrudky prebiehalo za podmienok znázornených na Obr. 1, pričom počas parenia sme zaznamenali nasledovné úbytky prítomných populácií: CPM: $-2,6 \pm 1,1 \log \text{ KTJ/g}$; KaVH: $-2,8 \pm 1,0 \log \text{ KTJ/g}$; KFB: $-3,6 \pm 1,0 \log \text{ KTJ/g}$; *E. coli*: $-2,0 \pm 0,5 \log \text{ KTJ/g}$ a *S. aureus*: $-1,5 \pm 0,7 \log \text{ KTJ/g}$.

S vyrobenými parenými syrmí (niťami) sme vykonali skladovacie testy, ktorých výsledky poukázali, že proces parenia nemusí bezpečne devitalizovať prítomné vegetatívne mikroorganizmy a z preživších populácií pre kvalitu a trvanlivosť parených syrov sú určujúce kvasinky a vlákňité huby, ktorých rast a rozmnožovanie pokračuje v koexistencii s baktériami mliečneho kysnutia aj pri teplote 6 °C.

Tabuľka 1: Očakávané počty *E. coli* a *S. aureus* v parených syroch zo surového mlieka určené na základe simulácií (n = 10 000) a vstupov z laboratórnej výroby (n = 20).

Krok/Step	KHP	Priemer	Interval	$<10^4 \text{ KTJ/g}$	$10^4 - 10^5$	$>10^5$
00_Čerstvý syr po koagulácii	EC	1,82	0,7 – 3,5	100 %	-	-
	ppSA	3,26	2,6 – 4,2	88,9 %	11,1 %	-
01 po 24 kysnutí	EC	3,11	1,7 – 4,9	97,3 %	2,7 %	-
	ppSA	4,4	3,7 – 5,1	2,2 %	97,8 %	0,04 %
02 po parení	EC	1,5	-4,4 – 4,1	99,96 %	0,03%	-
	ppSA	2,2	-5,6 – 4,5	98,0 %	2,0 %	-
03 po uchovávaní (6°C/6 týždňov)	EC	2,1	-2,1 – 4,3	99,9 %	0,1%	-
	ppSA	2,7	-3,7 – 4,6	95,6 %	4,4 %	-

KHP – kritérium hygieny procesu/hygiene proces criterion, EC – *E. coli*, ppSA – predpokladaný počet *S. aureus*/presumptive *S. aureus* number

Získané skúsenosti a predovšetkým podmienky panujúce pri remeselnej výrobe parených syrov sme využili pri matematickom modelovaní a simuláciách správania sa zúčastnených populácií mikroorganizmov. Výsledky simulácií vychádzajúcich z reálnych výrob parených nití v laboratóriu sú uvedené v Tab. 1. Tým, že sme schopní

v simuláciách meniť vstupné hodnoty, môžeme ďalej bez ďalších mikrobiologických analýz získať komplexnejší obraz o viacerých možných scenároch pri výrobe tradičných parených syrov, vrátane vývoja ich mikrobiologickej kvality počas uchovávanía.

ZÁVĚR

V práci sme zistili, že prípravou hrudkových syrov s aktívnymi pridanými kultúrami BMK aj prípade výroby parených syrov zo surového mlieka je možné dosiahnuť uspokojivé výsledky ohľadom prítomnosti indikátorových skupín baktérií. Jediným krokom technologického postupu výroby syrov tohto druhu, v ktorom dochádza k znižovaniu počtu mikroorganizmov je parenie. Tento proces sa však nevyznačuje zásadným devitalizačným účinkom voči prítomným mikroorganizmom. Syr po parení naďalej obsahuje početné populácie mikroorganizmov, ktoré v závislosti od teploty uchovávanía pokračujú v raste a rozmnožovaní. Ich kvalita a bezpečnosť je s najväčšou pravdepodobnosťou potom určovaná vzájomnými vzťahmi medzi nimi, pričom v lepších prípadoch dominantnú úlohu zohrávajú BMK.

In the work, we found that the preparation of lump cheeses with actively added BMK cultures the satisfactory results with regard to the presence of bacterial indicator groups can be achieved during the production of steamed raw milk cheeses. The only step of the technological procedure, in which the numbers of microorganisms are reduced is the steaming. However, this process has not a fundamental devitalization effect against the present microbiota. After steaming, the cheese continues to contain numerous microorganism populations that can continue to grow depending on the storage temperature. Their quality and safety is then determined by mutual relations between populations, while in better cases the dominant roles played BMK.

PODĚKOVÁNÍ

Práca bola vypracovaná s podporou projektov APVV-19-0031

LITERATÚRA

Ačai, P., Valík, Ľ., Medveďová, A., & Roskopf, F. (2016): Modelling and predicting the simultaneous growth of *Escherichia coli* and lactic acid bacteria in milk. *Food Science and Technology International*, 22(6), 475–484.

den Besten, H. M., Berendsen, E. M., Wells-Bennik, M. H., Straatsma, H., & Zwietering, M. H. (2017): Two complementary approaches to quantify variability in heat resistance of spores of *Bacillus subtilis*. *International Journal of Food Microbiology*, 253, 48–53.

Valík, Ľ. (2010): Ku konceptom zdravotnej neškodnosti potravín založených na analýze rizika. *Potravinárstvo*, 4, 364–371.

Valík, Ľ., & Ačai, P. (2016): Prediktívna mikrobiológia a mikrobiologické hodnotenie rizika. Bratislava: Slovenská technická univerzita.

Valík, Ľ., Ačai, P., & Medveďová, A. (2018): Application of competitive models in predicting the simultaneous growth of *Staphylococcus aureus* and lactic acid bacteria in milk. *Food Control*, 87, 145–152.

Kontaktná adresa: Ľubomír Valík, prof. Ing., PhD., Ústav potravinárstva a výživy, oddelenie výživy a hodnotenie kvality potravín, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU v Bratislave, Radlinského 8, 812 37

UPLATNĚNÍ ČERSTVÝCH SÝRŮ V GASTRONOMII

APPLICATION OF FRESH CHEESE IN GASTRONOMY

Vladimír Čejna¹

¹SAVENCIA Fromage&Dairy Czech Republic, a. s.

ABSTRAKT

Mlékárenský průmysl patří mezi nejvíce inovativní potravinářská odvětví. Sledujeme zvýšený zájem spotřebitelů o celé portfolio mléčných výrobků, sýry nevyjímaje. Tento trend se odráží v rozšířené nabídce nejen pro maloobchod, ale rovněž i pro sektor gastronomie. Čerstvé sýry, díky svým chuťovým a nutričním vlastnostem, jsou stále více používány v pokrmech a v nápojích. Významně se na tomto podílí i rostoucí zájem o flexitariánství a hledání alternativ pro masné výrobky.

Klíčová slova: gastronomie, použití čerstvých sýrů

ABSTRACT

The dairy industry is one of the most innovative food industries. We are observing high consumers interest in the complete portfolio of dairy products, including cheeses. This trend is reflected in the expanded offer not only for retail, but also for the gastronomy sector. Fresh cheeses, due to their taste and nutritional properties, are increasingly used in food and beverages. The growing interest in flexitarianism and the search for alternatives for meat products also play a significant role.

Keywords: gastronomy, fresh cheese application

ÚVOD

Sýry představují ojedinělou nutriční matici obsahující všechny důležité hlavní živiny, jakož i minerální látky, vitamíny a stopové prvky. Sýry a výrobky z nich představují nedílnou součást výživy, zejména evropské populace. Je tak zachována tradice a historický odkaz evropského sýrařství. V rámci gastronomického sektoru sledujeme

stále větší množství použití sýrů v pokrmech. Vedle klasických sýrů, jako je čedar, eidam, gouda, ementál, nachází stále větší uplatnění i skupina čerstvých sýrů Čerstvé sýry (rovněž i jejich podskupina smetanové sýry) představují základní sýrařskou technologii, vyznačující se použitím kombinací kyselé a sladké cesty vysrážení bílkovin. Tyto sýry se vyznačují čerstvou, lehce nakyslou chutí a příjemnou mléčnou vůní. Jsou charakteristické žádnou nebo velmi krátkou dobou zrání. Z tohoto pohledu je tedy vhodná jejich produkce z hlediska obrátkovosti výrobků (rychlé zásobení trhu v případě prodejních výkyvů, eliminace skladovacích prostor, nulové ztráty hmotnosti při zrání). Rovněž balení nevyžaduje speciální sýrařské folie (popř. vosky, plastové nátery) potřebné pro dlouhodobé zrání.

Výhodou těchto sýrů je jejich oblíbenost u všech věkových kategorií, na rozdíl od sýrů se specifickými sensorickými vlastnostmi, jako je např.: ementál, rocquefor nebo sýry zrající pod mazem. Dnešní technologie je schopna vyrábět čerstvé sýry v mnoha texturách (polotekutá, měkká, krájitelná), což umožňuje rozmanité použití v kuchařských aplikacích.

V rámci uplatnění čerstvých sýrů v gastronomii rozeznáváme tyto hlavní směry:

- 1) dezerty
- 2) pomazánky
- 3) dipy
- 4) zmrzlina
- 5) pizza aplikace
- 6) obalované sýry
- 7) burger aplikace
- 8) cream cheese tea topping

Následuje krátká charakterizace jednotlivých směrů.

Dezerty představují základní a klasické použití čerstvých sýrů. Hlavní doménou je výroba tzv. cheesecake, kde při použití čerstvých sýrů nedochází při skladování (chladicí vitrina) k osychání a popraskání povrchu, jako při použití klasického tvarohu. Další uplatnění je i v plněných výrobcích, řezech a palačinkách.

Obvyklé využití čerstvých sýrů představují i pomazánky. Standartně jsou využívány v mateřských školách jako jednoduchý recept společně s ochucující složkou, nejčastěji zeleninou a bylinkami.

V rámci dipů je při použití čerstvých sýrů oceňována jejich přirozená čerstvá chuť a rovněž nahrazení méně populární majonézy. Opět lze dochutit zeleninou a bylinkami. Při použití do zmrzlin přinášejí čerstvé sýry pevnější a pomaleji tající texturu. Zákazník tak získává odlišný konzistenční vjem a rovněž se zvýrazní čerstvost zmrzliny.

Ohledně aplikací na pizzu prožívají čerstvé sýry vstup na nové jeviště. Je známo, že právě pro pizzu se nejčastěji používají sýry pařené (mozzarella), polotvrdé (eidam, gouda) nebo tvrdé (čedar, parmezán). Čerstvý sýr na pizzu tak přináší její odlehčení a rovněž není používán pouze jako standartní ingredience, ale může tvořit i základní vrstvu na těstě nebo je použit do okrajů těsta. Tímto tak zvyšuje atraktivitu a konzumovatelnost této méně oblíbené části pizzy.

Obalované sýry (smažené sýry) představují především ve střední Evropě tradiční pokrm a díky novým výrobním technologiím přichází výrobci nejen s různými tvary, ale i s rozmanitými strouhankami. Rovněž druh sýrů pro tento typ pokrmu již není limitující. V rychloobčerstvovacích řetězcích je oceňována rychlost a jednoduchost přípravy. Zde rovněž se uplatňují i sýry čerstvé. Ideální je používat čerstvé sýry se sníženým obsahem tuku, klesne tak finální energetická hodnota celého smaženého výrobku.

Velmi novou aplikací čerstvých sýrů představuje jejich použití v burgerech. Tento trend se poprvé objevil v Asii a představuje vítané zpestření těchto fast foodových pokrmů. Čerstvý sýr vnáší do burgeru opět lehkost, mírnou kyselost, žádoucí šťavnatost a při

nahrazení standartně používaných tavených sýrových plátku, i eliminaci přídatných látek v pokrmu.

Posledním a nejnovějším trendem je použití čerstvých sýrů pro čajové nápoje. Jedná se o tzv. cream cheese tea topping, kdy na hladinu čaje (teplého nebo studeného) je umístěna vrstva našlehaného čerstvého sýru. Trend opět pochází z Asie a jedná se o snahu vytvořit z tohoto nápoje multivitaminickou záležitost, kdy vedle příznivých účinků čaje, spotřebitel rovněž konzumuje žádoucí látky ze sýru, především bílkoviny a vápník. Tento trend je k vidění již i v Evropě a zákazníci ho stále častěji vyhledávají.

ZÁVĚR

Vzhledem k široké rozmanitosti čerstvých sýrů a zájmů spotřebitelů o svěží chuť pokrmu (a zároveň pozornost ohledně clean label etikety), je očekáváno rostoucí využití těchto sýrů v gastronomii. Vše je navíc podporováno celosvětově vrůstající oblibou sýrů. Čerstvé sýry tak zažívají svoji renesanci. Díky moderním technologiím přináší čerstvé sýry zákazníkům nové chuťové zážitky a kuchařům pokrokové způsoby jejich aplikace.

Kontaktní adresa: Ing. Vladimír Čejna, Ph.D., oddělení Food service, závod Příbyslav, Hesov 421, 582 22 Příbyslav, SAVENCIA Fromage&Dairy Czech Republic, a. s., e-mail: vladimir.cejna@savencia-fd.cz

PROCESSED CHEESE ANALOGUES TECHNOLOGY. TECHNOLOGICAL ROLE OF WHEY PROTEINS

Bartosz G. Solowiej¹

¹Department of Dairy Technology and Functional Foods, Faculty of Food
Sciences and Biotechnology, University of Life Sciences in Lublin, Skromna 8,
20-704 Lublin, Poland

ABSTRACT

Processed cheese is traditionally obtained by mixing natural cheeses with melting salts and water under the influence of heat and agitation, whereas processed cheese analogues are produced with partial or whole replacement of natural cheeses by vegetable proteins or milk fat by vegetable oil. Processed cheese and cheese analogues have technical advantages over unprocessed cheese: extended shelf-life, resistance to separation when cooked, and the ability to reuse scraps, trimmings and run off from other cheesemaking processes. Cheese analogues offer diverse functionality range (e.g., flowability, melt resistance, shreddability, etc.), which is made possible by tailor-made formulations, and they exhibit high functional stability during storage. Also, they can be designed to meet special dietary needs through changes in formulation (e.g., lactose-free, low calorie, low in saturated fat and cholesterol and even vitamin and mineral-enriched).

Whey proteins are used in the food industry on account of their technological properties, high nutritional quality, desirable sensory characteristics, and excellent functional characteristics. They have exceptional water-binding capacity, whipping ability, fat emulsifying properties, and bland flavor. Moreover, whey proteins are the leading source of bioactive peptides, and possess antilipemic, antioxidative, and anti-hypertensive properties.

Keywords: processed cheese, cheese analogues, whey proteins, texture, rheology, nutrition

Contact address: Bartosz Solowiej, Ph.D., D.Sc., Assoc. Prof., Department of Dairy Technology and Functional Foods, Faculty of Food Sciences and Biotechnology, University of Life Sciences in Lublin, Skromna 8, 20-704 Lublin, Poland; e-mail: bartosz.solowiej@up.lublin.pl

HODNOCENÍ KVALITATIVNÍCH PARAMETRŮ CHORVATSKÝCH A POLSKÝCH SÝRŮ

EVALUATION OF QUALITATIVE PARAMETERS OF CROATIAN AND POLISH CHEESES

Alena Saláková¹ – Mihaela Sačić² – Maciej Nastaj³ – Solowiej Bartosz³

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

**²Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb,
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia**

**³Department of Dairy Technology and Functional Foods, Faculty of Food
Sciences and Biotechnology, University of Life Sciences in Lublin, Skromna 8,
20-704 Lublin, Poland**

ABSTRAKT

Cílem příspěvku bylo hodnocení kvalitativních parametrů vybraných sýrů nakoupených a dovezených z Chorvatské republiky a nakoupených a dovezených z Polské republiky. Výběr byl ponechán na zahraničních hostech, který v rámci výměnných programů dorazili během roku 2021 na Mendelovu univerzitu v Brně. V první fázi hodnocení byly posouzeny údaje na obale daného sýra, provedeno senzorické hodnocení a fyzikálně-chemická analýza.

Klíčová slova: sýrová mapa, Chorvatsko, Polsko, mléko

ABSTRACT

The aim of the paper was to evaluate the qualitative parameters of selected cheeses purchased and imported from the Republic of Croatia and purchased and imported from the Republic of Poland. The selection was left to foreign guests who arrived at Mendel University in Brno in 2021 as part of exchange programs. In the first phase of the evaluation, the data on the cheese field were assessed, sensory evaluation and physico-chemical analysis were performed.

Keywords: cheese map, Croatia, Poland, milk

ÚVOD

Sýr je velmi zajímavým produktem, existuje v mnoha rozmanitých druzích a lze také najít nespočet rozdílů v době, kdy se podává a v příležitostech, kdy se konzumuje. Sýr může mít smetanovou máslovou, bohatou a plnou chuť, může být jemný či naopak ostrý, suchý, slaný a drobivý (Callec, 2002). Na obrázku 1 je znázorněna sýrová mapa Evropy, kde je možné vidět zastoupení typických sýrů pro danou zemi. Konzumace sýrů významně přispívá ke zdravé vyvážené stravě. Nízký glykemický index, vysoký obsah bílkovin, vitamínů, minerálních látek a různé chutě a druhy je zařazují do skupiny atraktivních potravin (Wielicka and Goryńska-Goldmann, 2005).

CHORVATSKÉ SÝRY

PAŠKI SIR je tvrdý chorvatský sýr pocházející z ostrova Pag. Sýr se vyrábí z ovčího mléka místních ovcí. Drsný vítr bura přináší na ostrov poprašek mořskou solí a ochucuje různé bylinky (jako je slaměnka, šalvěj a mořský fenykl), na kterých se ovce pasou, a jejich mléko má díky tomu jedinečnou chuť. Tento sýr se vyznačuje suchou, šupinatou, zrnitou a drobivou strukturou a štiplavou, slanou chutí. Sýr se obvykle potírá popelem a olivovým olejem a poté se nechá zrát alespoň čtyři měsíce. Jak dozrává, štiplavé a pikantní chutě jsou ještě silnější (Tasteatlas1, 2022). **ŠKRIPAVAC** Je chorvatský sýr vyrobený ze syrového kravského mléka, který se vyznačuje svěží vůní a jemnou, gumovitou strukturou. Chuť je jemná, mléčná a lehce nasládlá. Sýr je pojmenován podle chorvatského výrazu pro vrzavý, protože po zakousnutí vydává charakteristický zvuk (Tasteatlas2, 2022). **SÝR PRGICA** je chorvatský sýr typického kuželovitého tvaru a pikantní chuti a v kontinentálním Chorvatsku představuje nedílnou součást místní bohaté tabule. Jedná se o původní specialitu, která se dodnes vyrábí z čerstvého kravského mléka, které se několik dní nechává fermentovat. Ze vzniklého sýra se poté pomocí hustě tkaného plátna ocedí oddělí syrovátka. Do scezeného sýra se dodá sůl a mletá sladká a pálivá červená paprika. Poté, co se všechny přísady dobře smíchají, se sýr tvaruje do kuželů a je sušen (Croatia, 2022).



Obrázek 1: Sýrová mapa Evropy (<https://www.tasteatlas.com/cheese/map>)

POLSKÉ SÝRY

Polsko je domovem několika druhů sýrů, které jinde nenajdete. Nejunikátnější je **OSCYPEK**, uzený sýr ze slaného ovčího mléka vyrobený výhradně v tatrské oblasti. Další se nazývá **TWARÓG** (tvaroh neboli farmářský sýr). Vyrábí se ohříváním kyselého mléka, dokud není dosaženo požadovaného množství sraženiny. Třetím

druhem sýra, je sýr **KRÓLEWSKI** (královský sýr). Je to krémový, polotvrdý sýr s velkými oky. Vyznačuje se sladkou a ořechovou chutí s lehkým nádechem do chuti připomínající pepř (Poland Culinary Vacations, 2022).

Polsko je jedním z pěti hlavních evropských producentů mléka, podílí se z 8 % na celkové evropské produkci mléka a přispívá 5 % k evropské produkci mléčných výrobků (Roman and Žáková Kroupová, 2022). Chorvatsko se podílí na evropské produkci mléka pouze 0,3 %.

ZÁVĚR

Výsledky analýzy sýrů jsou součástí připravovaného článku, a proto se tento příspěvek věnuje pouze popisu sýrů typických pro danou zemi, v které byly zakoupeny. Další informace byly součástí přednášky.

LITERATURA

Callec, CH. (2002): Encyklopedie sýrů. Rebo Productions CZ, 256s. ISBN 80-7234-2258.

Poland Culinary Vacations (2022): What Are The Best Polish Cheeses? And Where To Find Them? [on-line, navštíveno 12.2.2022] Dostupné z:

<https://www.polandculinaryvacations.com/what-are-the-best-polish-cheeses-and-where-to-find-them/>

Wielicka, A., Goryńska-Goldmann, E. (2005): World and Poland per capita cheese consumption. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu – CCCLXVII, Ekon 4, 157–166, ISSN 1731-0261

Roman, M.; Žáková Kroupová, Z. (2022): Spatial Market Integration: A Case Study of the Polish–Czech Milk Market. *Economies*, 10, 25.

<https://doi.org/10.3390/economies10010025>

Croatia (2022): Top sýry v Chorvatsku. [on-line, navštíveno 12.2.2022] Dostupné z: <https://croatia.hr/cs-CZ/zazitky/gastronomie-a-enologie/top-syry-v-chorvatsku>

Tasteatlas1 (2022): Paški sir [on-line, navštíveno 12.2.2022] Dostupné z:
<https://www.tasteatlas.com/paski-sir>

Tasteatlas2 (2022): Škripavac. [on-line, navštíveno 12.2.2022] Dostupné z:
<https://www.tasteatlas.com/skripavac>

*Kontaktní adresa: Ing. Alena Saláková, Ph.D., Ústav technologie potravin,
Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 61300 Brno, Česká
republika, e-mail: alena.salakova@mendelu.cz*

**POSTEROVÁ SEKCE
INGROVY DNY 2022**

2. 3. 2022

**POSTER SESSION
INGR'S DAYS 2022**

March 2, 2022

OBSAH SOLI V MASNÝCH VÝROBCÍCH Z POHLEDU DIETÁRNÍ EXPOZICE A VLIVU NA ZDRAVÍ

SALT CONTENT IN MEAT PRODUCTS FROM THE PERSPECTIVE OF DIETARY EXPOSURE AND EFFECTS ON HEALTH

**Svatava Bischofová¹ – Miroslava Krbůšková¹ – Jana Řeháková¹
Irena Řehůřková¹ – Jiří Ruprich a kol.¹**

¹Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno

ABSTRAKT

Masné výrobky jsou druhou nejvýznamnější skupinou potravin podílející se na přívodu soli v obvyklé dietě české populace (4–90 let). Na prvním místě je pečivo. Dle šetření SZÚ–CZVP provedeném na 109 vzorcích, obsahují MV v průměru více jak 2,2 g soli/100 g výrobku. Nejvíce soli obsahovaly výrobky trvanlivé fermentované. Při zohlednění spotřeby může být díky MV naplněno u některých populačních skupin i více jak třetina z celkového denní doporučení pro sodík. Nadbytek soli v dietě představuje jeden z významných rizikových faktorů řady onemocnění. Skupina zpracovaného masa, tedy MV, navíc představuje dle Mezinárodní agentury pro výzkum rakoviny karcinogen skupiny 1. Monitoring obsahu soli v MV a snaha o jejich reformulaci, včetně tlaku na snížení jejich konzumace v populaci, představuje významnou součást péče o veřejné zdraví.

Klíčová slova: masné výrobky, zpracované maso, sůl, dietární expozice

ABSTRACT

Meat products are the second main food source of salt in the usual diet in the Czech population aged 4–90 years. The pastry is the first one. According to the SZÚ–CZVP survey, conducted on 109 products, the average salt content was more than 2,2 g/100 g. The group of fermented dry salami contained the highest salt amount. Taking into account the consumption data, the salt intake from meat products can cover up to 36% of the daily recommendation. Excess dietary salt intake is one of the major risk factors for many chronic diseases. Moreover, International Agency for Research on Cancer

classifies processed meat (so meat products) as a carcinogen of group 1. Monitoring salt content in meat products, effort to reformulate these products and pressure to reduce of their consumption in population are import part of public health care.

Keywords: meat products, processed meat, salt, dietary exposure

ÚVOD

Obsah sodíku v nezpracovaných potravinách je velmi nízký ve srovnání se zpracovanými potravinami (tedy i masnými výrobky), ze kterých pochází většina konzumovaného sodíku resp. soli (EFSA, 2006). Medián přívodu soli čistě z potravin je dle dat SZÚ v české populaci (4–90 let) odhadován na 3,2–8 g/os/den (SZÚ, 2019) a masné výrobky (MV) jsou druhým nejvýznamnějším zdrojem soli v obvyklé české dietě.

Celkový přívod soli (včetně soli používané při kulinární úpravě a dosolování na talíři) je 2–3x vyšší, než je zdravotně doporučeno. Sůl představuje jeden z významných rizikových faktorů vzniku řady chronických onemocnění – srdce a cév, žaludku, ledvin aj. (EK 2019, EK 2022). Kromě tohoto faktu navíc pravidelná konzumace MV, resp. zpracovaného masa (processed meat), představuje i vyšší riziko rozvoje kolorektálního karcinomu (IARC 2018).

SZÚ–CZVP dlouhodobě vyvíjí aktivity na podporu snižování obsahu soli v dietě. Dílčím projektem byl i monitoring soli ve vybraných MV. Jedním z cílů bylo odhadnout, do jaké míry přispívají vybrané MV svým obsahem soli k naplnění doporučeného denního přívodu soli v jednotlivých populačních skupinách.

MATERIÁL A METODIKA

V sedmi brněnských řetězcích bylo zakoupeno 109 vzorků MV z vepřového a drůbežího masa. Výběr a nákup jednotlivých druhů byl proveden na základě nejvyšší korigované spotřeby dle dat Studie individuální spotřeby potravin (SISP04) a korespondoval s metodikou vzorkování dle Monitoringu dietární expozice (MDE).

Výběr obchodů byl postaven na průzkumu nákupního chování českých spotřebitelů (GfK, 2017).

MV dle klasifikace vyhlášky č. 69/2016 Sb. byly rozděleny na skupinu MV tepelně opracovaných (n=92), MV trvanlivých tepelně opracovaných (n=10) a MV trvanlivých fermentovaných (n=7). První jmenovaná skupina zahrnovala druhy výrobků, jako jsou špekáčky, párky, salám točený, klobásy, šunka vepřová, speciality drůbeží a salám měkký (šunkový). Jako zástupce druhé skupiny MV byla vybraná „vysočina“ a třetí skupiny pak „herkules“.

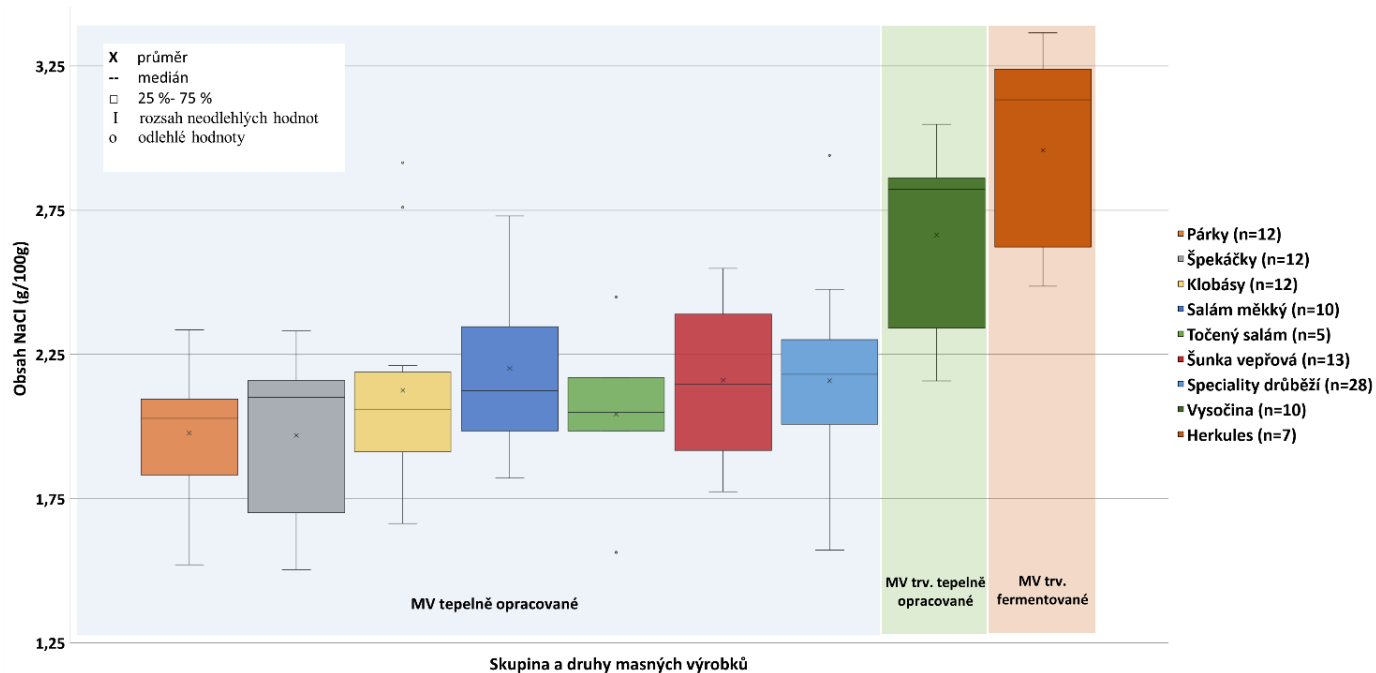
Obsah sodíku byl stanoven metodou ICP-MS a následně přepočten na obsah soli. Údaje o spotřebě MV vycházely ze SISP04 a pro hodnocení plnění doporučení byla využita data Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA, 2019).

VÝSLEDKY A DISKUZE







MV obsahovaly v průměru 2,21 g soli/100 g výrobku. Nejvíce soli obsahovaly MV trvanlivé fermentované s průměrným obsahem soli 2,93 g/100 g, naopak nejnižší průměrné množství soli bylo zjištěno u MV tepelně opracovaných (2,10 g soli/100 g). Variabilitu obsahu soli v jednotlivých skupinách a druzích MV znázorňuje obrázek 1. Nejnižší a nejvyšší množství soli z pohledu jednotlivých MV v rámci jednotlivých komoditních skupin pak lze vidět v infografice na obrázku 2.

Muži mají vyšší spotřebu MV než ženy a děti (SISP04). Průměrná spotřeba do sledování zahrnutých MV se pohybuje od 21 g/osobu/den u dětí ve věku 4–6 let po 82 g/osobu/den u mužů ve věku 18–59 let.

Zohledníme-li k průměrné spotřebě vybraných MV i zjištěné průměrné obsahy soli v MV, lze říci, že dietární expozice soli z uvedených MV se pohybuje od 0,5 g soli/osobu/den ve skupině dětí 4–6 let po 1,8 g soli/osobu/den u mužů v skupinách 15–17 let a 18–59 let. Tato množství představují z denního doporučení dle EFSA 14 až 36 %..



Obrázek 1: Obsah soli v jednotlivých skupinách a druzích MV

VÝROBKY tepelně opracované (n=92)	VÝROBKY trv. tepelně opracované (n=10)	VÝROBKY trv. fermentované (n=7)
<p>párky, špekáčky, klobásy, šunka, salámy měkké, salám točený</p> <p>Ø 2,10 g soli/100 g</p>	<p>vysočina</p> <p>Ø 2,66 g soli/100 g</p>	<p>herkules</p> <p>Ø 2,96 g soli/100 g</p>
<p>Špekáčky extra vázané, na gril značka: Váhala (Váhala a spol. s.r.o.)</p>	<p>Salám vysočina značka: Řezníkův talíř, vyrobeno pro Penny Market (Uzeniny Příbram a.s.)</p>	<p>Herkules krájený značka: Globus (Kmotr-Masna Kroměříž a.s.)</p>
<p><i>masný výrobek s nejnižším obsahem soli</i></p>	<p><i>masný výrobek s nejnižším obsahem soli</i></p>	<p><i>masný výrobek s nejnižším obsahem soli</i></p>
<p>1,50 g/100 g</p> 	<p>2,16 g/100 g</p> 	<p>2,49 g/100 g</p> 
<p>Kuřecí šunka značka: Dulano (The Family Butchers Nortrup GmbH & Co. KG)</p>	<p>Vysočina krájená vyrobeno pro Globus (Uzeniny Příbram a.s.)</p>	<p>Herkules značka: Pikok (Krahulík-MASOZÁVOD Krahulčí, a.s.)</p>
<p><i>masný výrobek s nejvyšším obsahem soli</i></p>	<p><i>masný výrobek s nejvyšším obsahem soli</i></p>	<p><i>masný výrobek s nejvyšším obsahem soli</i></p>
<p>2,94 g/100 g</p> 	<p>3,05 g/100 g</p> 	<p>3,37 g/100 g</p> 

Obrázek 2: MV s nejvyšším a nejnižším obsahem soli v rámci legislativních skupin

Do hodnocení nebyly zahrnuty všechny skupiny a druhy MV, ale pouze ty s nejvyšší korigovanou spotřebou dle SISP04 a MDE. Pro výpočty byla brána v úvahu pouze průměrná data (o spotřebě i o obsahu soli v analyzovaných MV) (RUPRICH et al, 2021).

ZÁVĚR

Použití soli v MV představuje nejen senzorický, ale zejména konzervační prostředek. Některé MV, především tradiční druhy, obsahují vyšší obsah soli. Zohledníme-li spotřebu MV, která je z hlediska zdravotního hodnocení zásadní, může přívod soli z MV průměrně naplnit i 36 a více % z denního doporučení. Toto množství představuje významnou část z celkového přívodu soli v dietě. MV jsou navíc klasifikovány jako pro člověka prokázaný karcinogen (IARC 2018). Odborné instituce proto doporučují snížit až minimalizovat konzumaci MV.

PODĚKOVÁNÍ

Podpořeno MZ ČR – RVO (SZÚ, 75010330).

LITERATURA

EFSA (2006): Scientific Committee on Foods Tolerable upper intake levels for vitamins and minerals. European Food Safety Authority. [online]. [cit. 2021-08-02]. Dostupné z: http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa_rep/blobserver_assets/ndatolerableui1.pdf.

SZÚ (2019): Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí. Subsystem IV. Zdravotní důsledky zátěže lidského organismu cizorodými látkami z potravinových řetězců, dietární expozice. Odborná zpráva za rok 2018. [online]. [cit. 2022-08-02]. Dostupné z: www.szu.cz/uploads/documents/chzp/odborne_zpravy/OZ_18/odborna_dieta_2018.pdf.

EK (2019): Disability-Adjusted Life Years (DALYs) attributed to diet high in sodium/salt map. EU Knowledge for Policy. [online]. [cit. 2022-09-02]. Dostupné z: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/dietary-saltsodium-dalys_en.

EK (2022, pozn. datum citace). Defining dietary salt and sodium – health effects related to salt/sodium intake as described by relevant food – and health-related organisations. Health Promotion and Disease Prevention Knowledge Gateway [online]. [cit. 2022-09-02]. Dostupné z: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/health-promotion-knowledge-gateway/defining-dietary-salt-sodium-table-2_en.

IARC (2018): IARC Monographs – Red meat and processed meat, vol. 114, 2018. [online]. [cit. 2022-09-02]. Dostupné z: <https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2018/06/mono114.pdf>.

Ruprich, J., Dofková, M., Řehůřková, I., Slaměňíková, E., Resová, D. (2006): Individuální spotřeba potravin – národní studie SISP04. CHPR-SZÚ. [online]. [cit. 2022-09-02]. Dostupné z: <http://czvp.szu.cz/spotrebabotravin.htm>.

GfK Czech, s.r.o. (2017): Hypermarkety opět posílily svou pozici na českém trhu s rychloobrátkovým zbožím, tisková zpráva. [online]. [cit. 2022-09-02] Dostupné z: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2405078/cms-pdfs/fileadmin/user_upload/country_one_pager/cz/documents/2017/170315_gfk_tz_s_hopping_monitor_2017-hnm_czfin.pdf.

Vyhláška č. 69/2016 Sb. ze dne 17. února 2016 „o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich“. [online]. [cit. 2022-09-02]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>.

EFSA (2019): Dietary reference values for sodium. EFSA Journal. [online]. [cit. 2022-09-02]. Dostupné z: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2903/j.efsa.2019.5778>.

Ruprich J, Bischofová S, Krbůšková M, Řeháková J, Hornová J, Matulová D, Leciánová D, Řehůrková I. (2021): Sůl v masných výrobcích. Acta Hyg Epidemiol Microbiol. 2021;(1):1-40. [online]. [cit. 2022-09-02]. Dostupné z:
http://www.szu.cz/uploads/documents/knihovna_SVI/pdf/2021/AHEM_1_2021.pdf.

Kontaktní adresa: Mgr. Svatava Bischofová, Ph.D., Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: bischofova@chpr.szu.cz

VYHODNOCENÍ MNOŽSTVÍ A KVALITY TUKU JEHŇAT EVALUATION OF LAMB FAT QUALITY AND QUANTITY

Eliška Dračková¹ – Tomáš Janoš¹ – Radek Filipčík¹

¹Ústav chovu a šlechtění zvířat stav technologie potravin
Agronomická fakulta, MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

Cílem práce bylo zjistit vliv plemenné příslušnosti jehňat na množství a kvalitu tuku v jehněčím mase. Do pokusu bylo vybráno 30 jehňat (12 ks čistokrevných jehňat Suffolk (SF) a 18 ks čistokrevných jehňat Valašská ovce (V). Masné plemeno Suffolk mělo signifikantně ($p < 0,01$) lepší zmasilost JUT a při disekci jatečného těla byl zjištěn vyšší podíl kýty. U plemene kombinovaného typu Valašská ovce byl zjištěn průkazně ($p < 0,05$) vyšší podíl tuku na kýtě. U jehňat SF byl prokázán ($p < 0,01$) nižší podíl MUFA a vyšší podíl PUFA a obsah n-3 MK oproti plemenu V. Z pohledu výživy člověka byl poměr n-6/n-3 velmi příznivý v mase obou sledovaných plemen ovcí.

Klíčová slova: jehněčí maso, intramuskulární tuk, mastné kyseliny

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of breed on the meat quality of lambs (content of fat and content of fatty acids). Totally 30 lambs were included in the experiment (12 purebreed Suffolk (SF) and 18 purebreed Wallachian (W). The Suffolk meat breed had a significantly ($p < 0.01$) better SEUROP conformation score and was found higher proportion of the leg. The combined Wallachian sheep breed was found to have a significantly higher portion of fat in leg ($p < 0.05$). SF lambs showed a significantly ($p < 0.01$) lower proportion of MUFA and a higher proportion of PUFA and portion of n-3 FA compared to breed V. From the point of view of human nutrition, the n-6 / n-3 ratio was very favorable in the meat of both monitored sheep breeds.

Keywords: lamb, intramuscular fat, fatty acids

ÚVOD

Chov ovcí představuje neodmyslitelnou součást českého zemědělství. V dnešní době převažuje produkce těžkých jehňat, tzn., že živá hmotnost při porážce se pohybuje v rozmezí 35–45 kg. Nejpočetnějším plemenem v otcovské pozici je intenzivní masné plemeno Suffolk. Plemeno Valašská ovce je kombinovaným plemenem v mateřské pozici. Jde o plemeno původní, které je zařazeno do světového genofondu ohrožených druhů hospodářských zvířat a tvoří genovou rezervu ovcí v ČR. Jehněčího masa si především ceníme pro jeho vysokou dietetickou hodnotu. Vyznačuje se zejména specifickou vůní a chutí, lehkou stravitelností, vysokým obsahem esenciálních aminokyselin a příznivou skladbou nenasycených mastných kyselin, která omezuje výskyt arteriosklerózy a má pozitivní vliv na metabolismus cholesterolu (Horák et al., 1999). Podle Simopoulos (2008) poměr $n-6/n-3 \leq 2$ snižuje riziko kardiovaskulárních chorob, rakoviny a revmatické artritidy. Nižší hodnota poměru $n-6/n-3$ byla prokázána v mase jehňat z pastvy (Ates et al., 2020; Priolo et al., 2005; Alizadeh et al., 2013). Junkuszew et al. (2020) zjistili příznivější poměr $n-6/n-3$ v mase dospělých ovcí oproti jehněčímu masu.

Kuchťík et al. (2014) zjistili neprůkazný vliv genotypu na obsah intramuskulárního tuku u kříženců s plemenem Suffolk v otcovské pozici. Růstovou schopností, zmasilostí a protučněním vybraných plemen masného typu se zabývali Hošek et al. (2009). Turner et al. (2014) ve své studii zkoumali vliv výživy na kvalitu masa jehňat plemene Suffolk. Ptáček et al. (2018) se zabývali mimo jiné i masnou produkcí původní Valašské ovce.

Cílem práce bylo zhodnotit vliv plemenné příslušnosti na množství a kvalitu tuku u jatečných jehňat.

MATERIÁL A METODIKA

Do pokusu bylo vybráno 30 beránek dvou užitkových typů – masný ($n = 12$) a kombinovaný ($n = 18$). Představitelem masného typu bylo plemeno Suffolk (SF). Do kombinovaného typu bylo zařazeno plemeno Valašská ovce (V), které se vyznačuje

trojstrannou užitkovostí (mléko, maso a vlna). Jehňata byla odchována s matkami na pastvě. Jehňatům byl umožněn příkrm jádrem v dávce 200 g/den. Jehňata byla poražena ve věku 140 ± 8 dnů na komerčních jatkách. Po porážce, před bouráním se měřila výška hřbetního tuku na úrovni posledního hrudního obratle. Následovalo jatečné opracování a po oddělení kýty z jatečného těla se zjišťoval vážením celkový podíl kýty z JUT a podíl tuku na kýtě. Následně byl z kýty odebrán vzorek svaloviny (*Musculus quadriceps femoris*) k určení nutričních parametrů.

V jehněčím mase byl stanoven obsah intramuskulárního tuku podle Soxhleta – ČSN 57 0185, 1963 - rozhodčí metoda) a obsah mastných kyselin (g/100 g) pomocí plynové chromatografie dle metody uvedené v práci Komprda et al. (2012). V rámci hodnocení je uváděn celkový obsah nasycených mastných kyselin (SFA), celkový obsah nenasycených mastných kyselin (UFA), kde byly zahrnuty kyseliny mononenasycené (MUFA) a polynenasycené (PUFA). Dále byly vypočítány souhrnné obsahy a podíly n-3 a n-6 mastných kyselin. Sledované ukazatele byly vyhodnocovány v závislosti na plemenné příslušnosti jehňat.

Statistické vyhodnocení bylo provedeno prostřednictvím programu STATISTICA 12.0. (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA) s využitím jednofaktorové ANOVY.

$$Y_{ij} = \mu + PL_i + e_{ij}$$

kde: Y – výsledná korigovaná hodnota

μ – průměrná hodnota závisle proměnné

PL_i – plemenná příslušnost jehňat (Suffolk, Valašská ovce)

e_{ij} – reziduum.

Statistická průkaznost rozdílů byla stanovena za použití HSD testu.

VÝSLEDKY A DISKUZE

U průměrné porážkové hmotnosti (tab. 1) byla nalezena vysoce signifikantní difference ($p < 0,01$) mezi masným plemenem (SF = 37,47 kg) a plemenem s kombinovanou

užitkovostí ($V = 31,36$ kg). Avšak u hmotnosti JUT byl zjištěn jen průkazný rozdíl ($p < 0,05$) mezi plemeny SF (15,23 kg) a V (12,95 kg). Výška hřbetního tuku se pohybovala v rozmezí od 2,80 mm (V) do 3,44 mm (SF) a byla nalezena vysoce signifikantní difference ($p < 0,01$) mezi masným plemenem (SF) a plemenem s kombinovanou užitkovostí (V). Janoš et al. (2018) uvádějí u beránek plemene SF, kteří vážili 37 kg, výšku hřbetního tuku 4,1 mm.

Tabulka 1: Charakteristika jatečně upraveného těla jehňat

Faktor	Plemenná příslušnost			
	Suffolk		Valaška	
	12		18	
n	LSM	SE	LSM	SE
Porážková hmotnost (kg)	37,47 ^A	4,10	31,3 ^B	4,28
Hmotnost JUT (kg) /*	15,23 ^a	1,78	12,9 ^b	2,48
Hřbetní tuk (mm)	3,44 ^A	0,53	2,80 ^B	0,58
Podíl kýty z JUT (%)	40,15 ^A	4,71	31,0 ^B	1,06
Podíl tuku z kýty (%)	2,24 ^a	0,78	3,79 ^b	2,09
SEUROP Zmasilost (body) /**	3,88 ^A	0,39	2,56 ^B	0,92
SEUROP Protučnění (body) /***	2,83	0,72	3,06	0,87

Statistická významnost mezi hodnocenými plemeny jehňat: A, B = $p < 0,01$; a, b = $p < 0,05$

LMS – Least Squares Means (průměr nejmenších čtverců)

SE – Standard Error (směrodatná střední chyba průměru); n – počet zvířat

*JUT = jatečně upravené tělo, **Zmasilost: S = 6 až P = 1 bodů, ***Protučnění: 1 = 1 až 5 = 5 bodů

U podílu kýty z JUT byl zjištěn vysoce signifikantní rozdíl ($p < 0,01$) mezi plemeny Suffolk (40,15 %) a Valašská ovce (31,07 %), ale jen průkazná difference ($p < 0,05$) u podílu tuku z kýty mezi plemeny (SF $2,24 \pm 0,78$ % a V $3,79 \pm 2,09$ %). Vysoce signifikantní rozdíl ($p < 0,01$) byl zaznamenán u třídy zmasilosti mezi plemeny SF a V. Zmasilost u jehňat masného typu byla klasifikována třídou U (3,88 bodu). Zatímco jatečná těla jehňat kombinovaného typu byla ohodnocena v průměru jen 2,56 bodu, protože přibližně polovina zvířat byla klasifikována třídou O a polovina třídou R. Při hodnocení protučnění nebyl nalezen statisticky významný ($p > 0,05$) rozdíl mezi

skupinami. Obě skupiny jehňat byly klasifikovány za protučnění od 2,83 do 3,06 bodů (třída „3“).

U sledovaných jehňat se pohyboval obsah intramuskulárního tuku (tab. 2) ve velmi úzkém rozmezí od 1,65 % (SF) do 1,75 % (V) a nebyl prokázán signifikantní rozdíl ($p > 0,05$) mezi těmito plemeny. Dračková et al. (2009) zjistili u obsahu IMT ve stehenní svalovině beránků masného a kombinovaného typu průkazný rozdíl na úrovni 95 %.

Tabulka 2: Množství a kvalita intramuskulárního tuku jehňat

Faktor	Plemenná příslušnost			
	Suffolk		Valaška	
	12		18	
n	LSM	SE	LSM	SE
Intramuskulární tuk (%)	1,65	0,41	1,75	0,45
SFA	50,87	1,61	49,36	2,79
MUFA	34,56 ^A	1,75	38,56 ^B	2,90
PUFA	14,57 ^A	1,85	12,17 ^B	1,22
UFA	49,13	1,61	50,73	2,71
Suma n-3	6,85 ^A	0,71	5,53 ^B	0,56
Suma n-6	7,72 ^A	1,16	6,64 ^B	0,88
n-6/n-3	1,12	0,07	1,21	0,16

Statistická významnost mezi hodnocenými plemeny jehňat: A, B = $p < 0,01$

LMS – Least Squares Means (průměr nejmenších čtverců)

SE – Standard Error (směrodatná střední chyba průměru); n – počet zvířat

Také u obou plemen nebyly zjištěny průkazné rozdíly ($p > 0,05$) u obsahu SFA (SF $50,87 \pm 1,61$ % a V $49,36 \pm 2,79$ %) a UFA (SF $49,13 \pm 1,61$ % a V $50,73 \pm 2,71$ %) v jehněčím mase. U obsahu MUFA byly prokázány vysoce signifikantní rozdíly na úrovni 99 % mezi beránky plemene V (38,56 %) a plemene SF (34,56 %). Také byla zjištěna vysoce průkazná difference ($p < 0,01$) u obsahu PUFA mezi jehňaty SF (14,47 %) a V (12,17 %). U beránků masného typu byly prokázány signifikantně ($p < 0,01$) vyšší sumární obsahy n-3 (6,85 %) a n-6 MK (7,72 %) oproti beránkům kombinovaného typu (5,53 % a 6,64 %). Díaz et al. (2017) zjistili u lehkých jehňat

s přidavkem řasy v krmné dávce vyšší obsah n-3 mastných kyselin. U sledovaných plemen byly hodnoty poměru n-6/n-3 ve velmi úzkém rozpětí od 1,12 (SF) do 1,21 (V) a nebyl prokázán signifikantní rozdíl ($p > 0,05$). Gonzales-Barron et al. (2021) prokázali v chovech s extenzivním výkrmen příznivější poměr n-6/n-3 (1,68 %, respektive 1,74 %) než v poloextenzivních (3,99 %).

ZÁVĚR

Intenzivní masné plemeno SF potvrdilo vyšší zmasilost JUT a výrazně větší osvalení kýty. Zajímavým zjištěním byl vyšší podíl oddělitelného hřbetního tuku u SF, to mohlo být způsobeno vyšším energetickým příjmem hodnocených jehňat, případně to může souviset s predispozicemi plemene k ukládání depotního tuku. Výrazně vyšší podíl oddělitelného tuku na kýtě byl stanoven u V, zatímco zastoupení IMT bylo u obou plemen srovnatelné.

V rámci obsahu MK byl prokázán u SF vyšší podíl pro lidský organismus důležitějších PUFA. Také v případě n-3 a n-6 MK byly příznivější obsahy zjištěny v mase beránků SF. U MK je důležitý také vzájemný poměr n-6/n-3, který u obou plemen byl na velmi dobré úrovni.

LITERATURA

Alizadeh, A., Zare Shahneh, A., Reza Yousefi, A., Hadinezhad Omran, M., Campbell, A. W. (2013): Determining the effect of the fat-tail and carcass weight on meat fatty acid composition of Iranian lambs. *Small Ruminant Research*, 115: 34–39.

Ates, S., Keles, G., Demirci, U., Dogan, S., Kirbas, M., Filley, S. J., Parke, N. B. (2020): The effects of feeding system and breed on the performance and meat quality of weaned lambs. *Small Ruminant Research*, 192: 1–10.

ČSN 57 0185 (1963): Zkoušení masa, masných výrobků a masných konzerv, Praha, 1–20.

Díaz, M. T., Pérez, C., Sánchez, C. I., Lauzurica, S., Cañeque, V., González, C., De La Fuente, J. (2017): Feeding microalgae increases omega 3 fatty acids of fat deposits and muscles in light lambs. *Journal of Food Composition and Analysis*, 56: 115–123.

Dračková, E., Šubrt, J., Filipčík, R. (2012): Kvalitativní ukazatele stehenní svaloviny jehňat. In: *Animal breeding 2012*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 172–176.

Gonzales-Barron, U., Popova, T., Bermúdez Piedra, R., Tolsdorf, A., Geß, A., Pires, J., Domínguez, R., Chiesa, F., Brugiapaglia, A., Viola, I., Battaglini, L. M., Baratta, M., Lorenzo, J. M., Cadavez, V. A. P. (2021): Fatty acid composition of lamb meat from Italian and German local breeds. *Small Ruminant Research*, 200: 1–7.

Horák, F. a kolektiv. (1999): Chov ovcí. Praha: Nakladatelství Brázda. ISBN 80-209-0284-8.

Hošek, M., Filipčík, R., Kuchčík, J., Konečná, L. (2009): Růstová schopnost, zmasilost a protučnění jehňat chovaných v nížinných podmínkách. In: *Den masa 2009*. Praha: ČZU v Praze, 58–60.

Janoš, T., Filipčík, R., Hošek, M. (2018): Evaluation of growth intensity in suffolk and charollais sheep. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 66: 61–67.

Junkuszew, A., Nazar, P., Milerski, M., Margetin, M., Brodzki, P., Bazewicz, K. (2020): Chemical composition and fatty acid content in lamb and adult sheep meat. *Archives Animal Breeding*, 63: 261–263.

Komprda, T., Kuchčík, J., Jarošová, A., Dračková, E., Zemánek, L., Filipčík, R. (2012): Meat quality characteristics of lambs of three organically raised breeds. *Meat Science*, 91: 499–505.

Kuchtík, J., Zapletal, D., Dračková, E., Konečná, L., Horák, F. (2014): Vliv genotypu na chemické složení *M. quadriceps femoris* u extenzivně vykrmovaných jehňat. In: *Sborník XL. Konference o jakosti potravin a potravinových surovin – Ingrový dny 2014*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 301-306.

Priolo, A., Bella, M., Lanza, M., Galofaro, V., Biondi, L., Barbagallo, D., Ben Salemb, H., Pennisi, P. (2005): Carcass and meat quality of lambs fed fresh sulla (*Hedysarum coronarium* L.) with or without polyethylene glycol or concentrate. *Small Ruminant Research*, 59: 281–288.

Ptáček, M., Milerski, M., Schmidová, J., Ducháček, J., Tančín, V., Uhrinčat, M., Hakl, J., Stádník, L. (2018): Relationship between body mass index, body energy reserves, milk, and meat production of original Wallachian sheep. *Small Ruminant Research*, 165: 131–133.

Simopoulos, A. P. (2008): The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*, 233: 674–688.

Turner, K. E., Belesky, D. P., Cassida, K. A., Zerby, H. N. (2014): Carcass merit and meat quality in Suffolk lambs, Katahdin lambs, and meat-goat kids finished on a grass–legume pasture with and without supplementation. *Meat Science*, 98: 211–219.

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

SENZORICKÉ HODNOCENÍ SVĚTLÝCH PIV VYROBENÝCH ZE SLADOVÝCH VÝTAŽKŮ

SENSORY EVALUATION OF LIGHT BEERS MADE FROM MALT EXTRACTS

Renáta Dufková¹ – Veronika Kouřilová¹ – Luděk Hřivna¹ – Tomáš Gregor¹

¹Ústav technologie potravin, AF MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

Využití sladových extraktů v pivovarství je rozšířeno již delší dobu, nyní se ovšem výroba pív ze sladových výtažků a mladinových koncentrátů rozšířila. Obliba stoupá hlavně z toho důvodu, že je výroba méně náročná na prostor, ale také finančně méně náročná. Sladové výtažky se dají využít v homebrewingu. Cílem této práce bylo vyrobit světlá piva se stupňovitostí 10° až 12° ze sladových výtažků a ty porovnat s pivem, které bylo vyrobeno klasickou infusní metodou ze sladu. Na výrobu piva byly použity tři druhy sladových výtažků – kanditní, pekařský a sušený extra světlý. Bylo provedeno měření hotových pív na přístroji FermentoFlash, kde byl změřen obsah alkoholu. U všech variant proběhlo senzorické hodnocení. Celkově lze konstatovat, že piva vyrobená ze sladových výtažků jsou svojí kvalitou srovnatelná s těmi, která jsou vyrobená klasickou metodou ze sladu.

Klíčová slova: pivo, sladový výtažek, FermentoFlash, senzorická analýza, analytické měření

ABSTRACT

The use of malt extracts in brewing has been widespread for a long time, but now the production of beers from malt extracts and wort concentrates has expanded. The popularity is increasing mainly because production is less space-intensive but also less costly. Malt extracts can be used in homebrewing but also in smaller breweries. The aim of this work was to produce light beers with a degree of 10° to 12° from malt extracts and to compare them with beers produced by the classical infusion method from

malt. Three types of malt extracts were used for the production of the beer - candied, baker's and dried extra pale. The finished beers were measured on a FermentoFlash instrument, where the alcohol content was measured. Sensory evaluation was carried out for all variants. Overall, it can be concluded that beers made from malt extracts are comparable in quality to those made from malt using the conventional method.

Keywords: beer, malt extract, FermentoFlash, sensory analysis, analytical measurement

ÚVOD

Pivo řadíme mezi nejoblíbenější alkoholické nápoje na celém světě. Nejčastěji se pivo vyrábí ze sladu ječného nebo pšeničného (Hager et al., 2014). Dle vyhlášky č. 248/2016 Sb., se pivem rozumí pěnivý nápoj vyrobený zkvašením mladiny připravené ze sladu, vody, neupraveného chmele, upraveného chmele nebo chmelových výrobků, který vedle kvasným procesem vzniklého etanolu a oxidu uhličitého obsahuje i určité množství neprokvašeného extraktu; slad lze do výše jedné třetiny hmotnosti celkového extraktu původní mladiny nahradit extraktem zejména cukru, obilného škrobu, nesladovaných obilovin nebo rýže (Vyhláška č. 248/2018 Sb.). Výrobu můžeme rozdělit do tří hlavních kroků, a to výroba mladiny, hlavní kvašení mladiny a dokvašování mladého piva a jeho závěrečné úpravy (Kadlec, Melzoch et al., 2012).

Pivo lze také vyrábět ze sladových výtažků. Tato výroba představuje nejjednodušší a nejlevnější výrobu piva. Sladový výtažek se dá charakterizovat jako sladina. Dá se říct, že reprezentuje rozpuštěný materiál, který se vyextrahoval ze sladu v průběhu sladování. V pivovaru dochází k dalšímu zpracování sladiny (ke sladince se přidává chmel a nastává chmelovar). Tento krok ovšem při výrobě sladových výtažků již nenásleduje a sladina je následně zahuštěna na požadovanou sušinu pomocí vakuových odparek. Sladové výtažky jsou vyráběny bez přídavku chemických látek, konzervantů a stabilizátorů (Collins et al., 2003; Kučerová, Havranová, 2012). Cílem je získat výtažek, který obsahuje maltózu a má zachovanou aktivitu sladových enzymů. Výtažky

lze rozdělit na nediatatické (kanditní), diastatické (pekařské) a silně diastatické (textilní). Kanditní a pekařské výtažky se používají v potravinářství a textilní výtažky se používají v průmyslu (Basařová et al., 2015). Sladové výtažky mohou mít medovitou, pastovitou nebo práškovitou konzistenci. Složení tekutých a sušených sladových výtažků bývá většinou velmi podobné. Tekuté výtažky obvykle obsahují 80 % sušiny a jsou cenově levnější než sušené výtažky. Hlavní důvod je v tom, že sušený výtažek prošel cenově velmi náročným procesem sušení. Tekutý výtažek má viskózní charakter a pro další zpracování je nutné ho většinou předem zahřát nebo použít speciální dávkovací zařízení. Sušený výtažek obsahuje až 98 % sušiny, je koncentrovanějším zdrojem jednotlivých složek na 100 g výrobku, má vyšší energetickou hodnotu, je silně hygroskopický (Hansen, Wasdovitch, 2005). Teplota sušení výtažků může také do jisté míry ovlivnit aktivitu přítomných enzymů. Při větším tepelném příkonu se získává o něco tmavší prášek (Cauvain, Young, 2009). Výroba piva ze sladových výtažků je v podstatě stejná jako když se pivo vyrábí ze sladu. Rozdíl je pouze v tom, že proces výroby začíná až chmelovarem. Sladový výtažek se musí rozpustit v požadovaném množství vody a poté mohou nastat další kroky výroby piva.

MATERIÁL A METODIKA

V laboratorních podmínkách byly uvařeny 4 varianty světlého ječného piva vždy ve třech opakováních. První varianta byla uvařena z českého světlého sladu plzeňského typu ze sladovny Bernard. Ostatní varianty byly uvařeny ze sladových výtažků vyrobených ve Sladovně Bruntál. K výrobě piva byla použita pitná voda, sušené kvasnice spodního typu W 95 a dvě odrůdy chmelu (Sládek a Žatecký poloraný červeňák – ŽPČ). V případě použití sušeného výtažku muselo dojít ke snížení množství suroviny o 20 % oproti sladu. V tabulce 1 jsou uvedena množství použitých surovin.

Tabulka 1: Suroviny používané při výrobě pív

Varianta	Voda [l]	Slad / sladový výtažek [g]	Chmel [g]			Kvasinky
			Sládek	ŽPČ	ŽPČ	
1	10	1650	7	12	12	spodní
2	10	1650	7	12	12	spodní
3	10	1650	7	12	12	spodní
4	10	1320	7	12	12	spodní

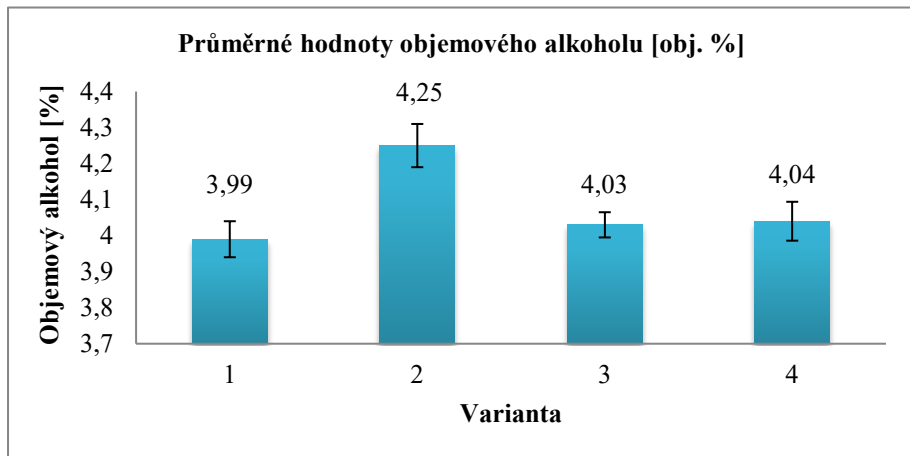
1 – světlý ležák ze sladu; 2 – kanditní sladový výtažek; 3 – pekařský sladový výtažek; 4 – sušený sladový výtažek extra světlý

Výroba piva probíhala na Ústavu technologie potravin (MENDELU). Cílem bylo vyrobit pivo se stupňovitostí 10° až 12° infusním způsobem v množství 10 litrů a následně vyhodnotit jeho parametry kvality. Pivo vyráběné ze sladu muselo projít delším procesem výroby, výroba začínala již šrotováním sladu. Zatímco u ostatních variant se začínalo až procesem chmelení. U hotových výrobků proběhlo analytické měření na přístroji FermentoFlash (Funke Gerber, Německo), kde byl změřen obsah alkoholu. Vzorky pív musely být nejprve upraveny (zbaveny CO₂ a přefiltrovány), poté proběhlo samotné měření. U všech vzorků proběhla senzorická analýza vyrobených pív. Při senzorickém hodnocení byly hodnoceny následující deskriptory – vůně, chuť, plnost, říz, intenzita a charakter hořkosti a celkový subjektivní dojem. Hodnotitelé všech vzorky pív mohli ohodnotit bodovou stupnicí od 1 do 9 bodů.

VÝSLEDKY A DISKUZE

V pivě se vyskytuje mnoho těkavých látek, nejvýznamnější ovšem je etanol. Množství etanolu je závislé na koncentraci původní mladiny a také na stupni prokvašení (Kosař, Procházka et al., 2000). Obrázek 1 znázorňuje průměrné hodnoty obsahu alkoholu jednotlivých pív v objemových procentech. Nejvyšší množství alkoholu bylo stanoveno u varianty 2, kde byly použity kanditní sladové výtažky. Můžeme ale konstatovat, že se obsah alkoholu u všech pív pohyboval v rozmezí od 3,99 do 4,25 obj. %, což koresponduje s Nařízením Rady (ES) č. 510/2006 (2006). To udává obsah

objemového alkoholu u světlých 10–11 % piv v rozpětí od 2,8 do 5 obj. % a u 12 % piv od 3,8 do 6 obj. % alkoholu.



Obrázek 1: Srovnání průměrných hodnot objemového alkoholu [obj. %]

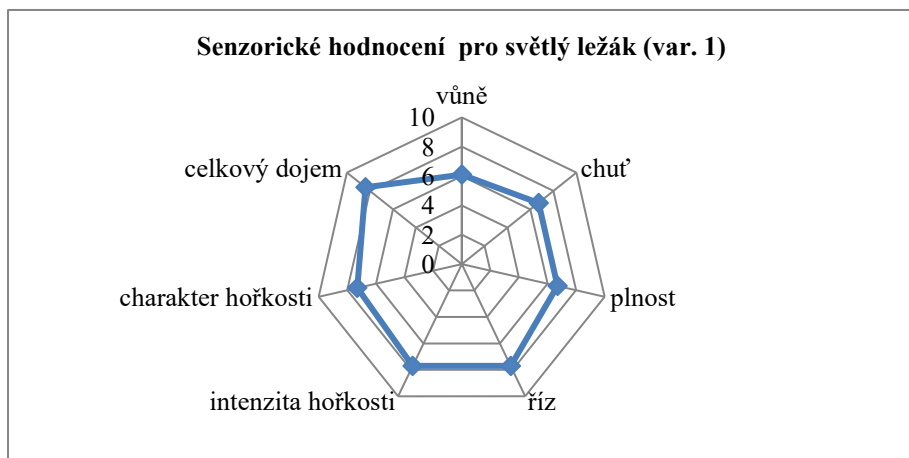
1 – světlý ležák ze sladu; 2 – kanditní sladový výtažek; 3 – pekařský sladový výtažek; 4 – sušený sladový výtažek extra světlý

Výsledná vůně piva českého typu, jak uvádí Kosař, Procházka et al. (2000), by měla být slabé až střední intenzity. Chuť piva by měla být výsledkem jemné rovnováhy mezi chuťově aktivními látkami, které pochází ze surovin během vaření, a mezi těmi, které jsou produktem kvasinek během fermentace. Plnost chuti vytvářejí vysokomolekulární bílkoviny a některé další vysokomolekulární látky, částečně se může podílet i alkohol.

Říz piva je ovlivněn uvolňováním oxidu uhličitého v dutině ústní. Nasycení piva je ovlivněno obsahem koloidů a fosfátů, nasycení může ovlivnit i pH piva (Clark, Hewson et al., 2011, Fix, 1996). Olšovská, Čejka et al. (2017) uvádějí, že český ležák by měl mít střední, až silný říz. Kosař, Procházka et al. (2000) uvádějí, že pivo českého typu by mělo mít střední až silnou intenzitu hořkosti. Hodnocení vlivu charakteru hořkosti piva na celkový dojem vychází zejména z typu piva. Drsná hořkost piva může být vnímána pozitivně u piv, která jsou plná, zatímco u lehkých piv je tomu naopak

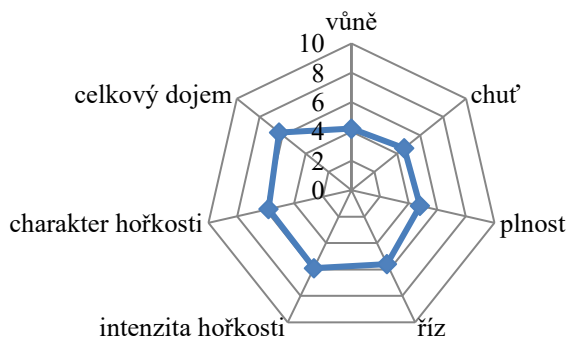
(Olšovská, Čejka et al., 2017). Charakter hořkosti českého piva by měl být drsný až drsně ulpívající (Kosař, Procházka et al., 2000).

Obrázky 2–5 prezentují senzorické hodnocení jednotlivých druhů pív. Z grafů je patrné, že hodnotitelům nejvíce chutnalo pivo vyrobené klasickým způsobem (varianta 1). Toto pivo se vyznačovalo oproti ostatním třem variantám větším řízem a příznivější intenzitou i charakterem hořkosti. Varianta 1 měla nižší intenzitu vůně než varianty 3 a 4, naopak vyšší intenzitu vůně než varianta 2. Z grafického hodnocení je patrné, že nejhůře hodnocené bylo pivo vyrobené z kanditních sladových výtažků, které získalo nejhorší bodové hodnocení u všech deskriptorů. To je patrné i z obrázku 6, který hodnotí celkový dojem získaný při senzorickém hodnocení jednotlivých pív.



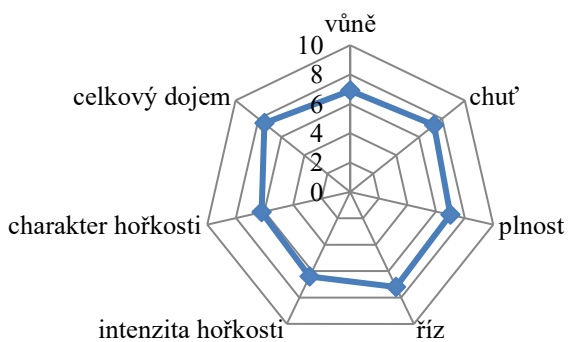
Obrázek 2: Senzorické hodnocení pro světlý ležák (var. 1)

Senzorické hodnocení pro kanditní výtažek (var. 2)



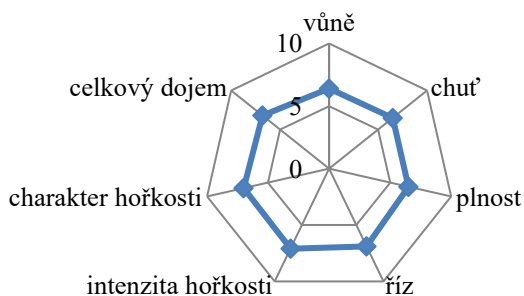
Obrázek 3: Senzorické hodnocení pro kanditní výtažek (var. 2)

Senzorické hodnocení pro pekařský výtažek (var. 3)



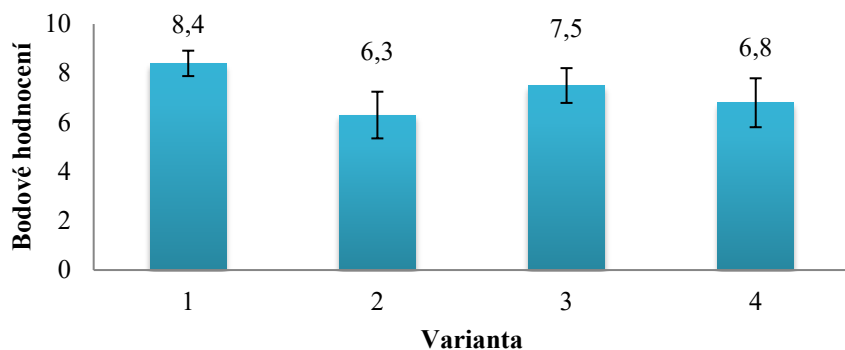
Obrázek 4: Senzorické hodnocení pro pekařský výtažek (var. 3)

Senzorické hodnocení pro sušený extra světlý výtažek (var. 4)



Obrázek 5: Senzorické hodnocení pro sušený extra světlý výtažek (var. 4)

Senzorické hodnocení deskriptoru celkový dojem



Obrázek 6: Senzorické hodnocení deskriptoru celkový dojem

ZÁVĚR

Sladové výtažky tvoří v dnešní době zajímavou alternativu, která se při výrobě piva nabízí. Pivo tímto způsobem lze vyrobit i v domácích podmínkách, kdy je možné výrobní proces výrazným způsobem zkrátit. Využití sladových výtažků je výhodné také v tom, že umožňuje výrobu piva více standardizovat a dosahovat u každé várky stejné kvality. Výroba piva ze sladových výtažků neklade takové nároky na prostor a na odbornost obsluhy. Po senzorické stránce se piva vyrobená ze sladových výtažků dají srovnat s pivy, která byla vyrobena ze sladu.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou TAČR/ TE02000177: Centrum pro inovativní využití a posílení konkurenceschopnosti českých pivovarských surovin a výrobků.

LITERATURA

Basařová, G., et al., (2015): Sladařství - Teorie a praxe výroby sladu. Praha: Havlíček Brain Team. ISBN 978-80-87109-47-2.

Cauvain, S. P., Young, L. S. (2009): More baking problems solved. Philadelphia: Woodhead Publishing. ISBN 978-1-84569-382-4.

Clark, R. A., Hewson, L., Bealin-Kelly, F., Hort, J. (2011): The Interactions of CO₂, Ethanol, Hop Acids and Sweetener on Flavour Perception in a Model Beer. Chemosensory Perception, 4 (1-2): 42–54.

Collins, H. M., Panozzo, J. F., Logue, S. J., Jefferies, S. P., Barr, A. R. (2003): Mapping and Validation of Chromosome Regions Associated With High Malt Extract in Barley (*Hordeum vulgare* L.). Australian Journal of Agricultural Research, 54 (12): 1223–1240.

Fix, J. G. (1996): The role of pH in Brewing. New Brewer, 13: 27.

Hager A-S., Taylor J. P., Waters D. M., Arendt E. K. (2014): Gluten free beer. Trends in Food Science and Technology, 36 (1): 44–54.

Hansen, B., Wasdovitch, B. (2005): Malt ingredients in baked goods. Cereal Foods World, 50 (1): 18–22.

Kadlec, P., Melzoch, K., et al., (2012): Přehled tradičních potravinářských výrob. Ostrava: KEY Publishing s.r.o. ISBN 978-80-7418-145-0.

Kosař, K., Procházka, S., et al., (2000): Technologie výroby sladu a piva. Praha: VÚPS, a.s. ISBN 80-902658-6-3.

Kučerová, J., Havranová, J. (2012): Pekařské užití kanditních sladových výtažků. Pekař cukrář, 4: 52–53.

Nařízení Rady (ES) č. 510/2006 ze dne 20. března 2006 o ochraně zeměpisných označení a označení původu zemědělských produktů a potravin. Úřední Věstník Evropské unie.

Olšovská, J., Čejka, P., Štěrba, K., Slabý, M., Frantík, F. (2017): Senzorická analýza piva. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. ISBN 978-80-86576-74-9.

Vyhláška č. 248/2018 Sb. ze dne 24. října o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí. Sbírka zákonů České republiky. 31. 10. 2018, částka 125.

Kontaktní adresa: Ing. Renáta Dufková, Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: renata.dufkova@mendelu.cz

VÝSKYT *H. PYLORI* V INDIVIDUÁLNÍCH VZORCÍCH KOZÍHO A OVČÍHO MLÉKA Z VYBRANÝCH FAREM V ČESKÉ REPUBLICE

OCCURENCE OF *H. PYLORI* IN INDIVIDUAL GOAT AND SHEEP MILK SAMPLES FROM SELECTED FARMS IN THE CZECH REPUBLIC

Petra Furmančíková¹ – Pavlína Navrátilová¹ – Zora Štáštková¹
Ivana Bednářová¹ – Iva Steinhäuserová¹

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

ABSTRAKT

Helicobacter pylori v současné době infikuje asi polovinu světové populace. Jedná se o patogenní bakterii, která způsobuje řadu onemocnění gastrointestinálního traktu. Způsoby přenosu infekce *H. pylori* nejsou dosud přesně známy. Jako jeden z možných zdrojů se jeví potraviny a pitná/mořská voda. Často zmiňovanou potravinou v souvislosti s možností infekce *H. pylori* je mléko. V této studii bylo analyzováno 164 individuálních vzorků mléka. Konkrétně se jednalo o mléko ovčí ($n = 119$) a kozí ($n = 45$). K detekci *H. pylori* byla použita molekulárně biologická metoda Nested-PCR. Přítomnost *H. pylori* ve vzorcích byla potvrzena detekcí genu *glmM*. Z celkového množství 164 vzorků bylo na přítomnost *H. pylori* pozitivně testováno 44 (26,8 %) mlék. U ovčího mléka byla přítomnost *H. pylori* prokázána u 33 (27,7 %) vzorků. U kozího mléka pak u 11 (24,4 %) vzorků. Vzhledem k zoonotickému potenciálu této infekce je riziko možného přenosu *H. pylori* mlékem pro konzumenty nezanedbatelné.

Klíčová slova: Nested-PCR, patogenní bakterie, nebovinní druhy mlék, bezpečnost potravin

ABSTRACT

Helicobacter pylori currently infects about half of the world's population. It is a pathogenic bacteria that causes a number of diseases of the gastrointestinal tract. The exact methods of *H. pylori* transmission are not yet precisely known. Food

and drinking/seawater appear to be possible sources of infection. Milk is a very frequently mentioned food in connection with the possibility of *H. pylori* infection. In this study, 164 individual samples of sheep (n = 119) and goat (n = 45) milk were analyzed. The molecular biological method Nested-PCR was determined for *H. pylori*. The presence of *H. pylori* in the samples was confirmed by the detection of the *glmM* gene. Out of a total of 164 samples, 44 (26.8%) were tested positive for *H. pylori*. In sheep's milk, the presence of *H. pylori* was detected in 33 (27.7%) samples. In goat's milk, in 11 (24.4%) samples. Due to the zoonotic potential of this infection, the risk of transmission of *H. pylori* through milk is not negligible for consumers.

Keywords: Nested-PCR, foodborne pathogen, non-bovine milk, food safety

ÚVOD

Helicobacter pylori je patogen představující značné riziko ohrožení zdraví člověka. Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC), která je součástí Světové zdravotnické organizace (WHO) zařadila tuto bakterii do skupiny 1. Tato skupina sdružuje látky/činitele, jež mají prokázaný karcinogenní efekt na humánní populaci. V současné době je přibližně 50 % světové populace infikováno *H. pylori* (Huang et al., 2021). V rozvojových zemích se prevalence infekce *H. pylori* odhaduje na 70–90 %, ve vyspělých zemích na méně než 40 % (Ghanbari et al., 2020). Infekce *H. pylori* je považována za vážný zdravotní problém v lidské populaci jak v průmyslově vyspělých, tak i v rozvojových zemích. Důvodem je vysoká prevalence *H. pylori* v lidské populaci, ale především patogenita tohoto mikroorganismu. Infekce *H. pylori* je považována za hlavní příčinu chronické gastritidy, a je dávana do souvislosti s dalšími vážnými onemocněními gastro-intestinálního traktu, jako je duodenální a žaludeční vřed. V řadě případů dochází k rozvoji adenokarcinomu nebo lymfomu žaludku (MALT – Mucosa-Associated Lymphoid Tissue). V České republice byly výsledky týkající se prevalence infekce *H. pylori* publikovány v řadě prací s rozdílnými výsledky (např. u dětí je výskyt 7–42 %, u dospělých 45–83 %). Odhaduje se, že prevalence infekce *H. pylori* v české

populaci je 41,9 % (Švestka, 2011). Navzdory vysokému výskytu infekce v lidské populaci, cesty přenosu *H. pylori* nebyly dosud úplně objasněny. V roce 1997 byla poprvé vyslovena hypotéza, že k infekci člověka může docházet kontaminovanými potravinami nebo vodou (Quaglia et al., 2018). *H. pylori* byl detekován v pitné vodě, mořské vodě, v potravinách živočišného původu, ve vegetabilních potravinách, v ready to eat potravinách a v řadě dalších potravin (Vale et al., 2010). Vzhledem k častému zachytu *H. pylori* ve vzorcích potravin živočišného původu lze tak považovat zvířata za významný rezervoár tohoto patogenu. Tuto hypotézu podpořily nálezy *H. pylori* v žaludeční sliznici telat, prasat, koní a ovcí (Dimola et al., 1999; Dore et al., 2001). Rovněž u pracovníků na jatkách, veterinárních lékařů či řezníků je zaznamenávána vysoká prevalence protilátek proti *H. pylori* (Tabatabaei, 2012).

Mezi původce onemocnění z potravin byl *H. pylori* zařazen na základě svých specifických vlastností (Quaglia et al., 2007). Významná je schopnost *H. pylori* přežívat po delší dobu v prostředí s vysokou vlhkostí a vyšším pH, zvláště pokud jsou tyto potraviny uchovávány v chladu (Gomes et al., 2004). Vehikulem infekce *H. pylori* se může stát potravina kontaminovaná buď primární cestou (rezervoárem je zvíře) nebo sekundární cestou, v důsledku nedodržení hygienických podmínek při zpracovávání potravin (rezervoárem je člověk) (Vale et al., 2010). Potraviny živočišného původu, zejména pak syrové mléko, jsou v současnosti považovány za vysoce pravděpodobný zdroj alimentárních infekcí. Ke kontaminaci mléka dochází obvykle během dojení. *H. pylori* se dostává na povrch mléčné žlázy z různých zdrojů (např. půda, hnůj, podestýlka, voda aj.). K šíření bakterie ze zvířete na zvíře, během dojení, může přispět především nesprávná nebo nedostatečně důkladná hygienická praxe na farmách (Osman et al., 2015). *H. pylori* byl dosud izolován z mléka pocházejícího od různých hospodářských zvířat, např. z kravského, ovčího, koziho, velbloudího nebo buvolího mléka (Zamani et al., 2017).

Při stanovení *H. pylori*, se v porovnání s molekulárně-genetickými metodami, jeví kultivační metody pro izolaci *H. pylori* v mléce málo úspěšné, a to z různých příčin jako jsou nízký počet buněk *H. pylori* ve vzorcích, přítomnost kokoidní, nekultivovatelné formy VNC (viable nonculturable form), a také relativně dlouhá doba skladování před analýzou, jenž může ovlivnit vitalitu buněk přítomných ve vzorcích (Quaglia et al., 2018). Jako vysoce citlivá a vhodná metoda se v současnosti považuje metoda Nested PCR, detekující přítomnost *glmM* genu. Nested-PCR umožňuje detekovat přítomnost 3 KTJ/ml *H. pylori* ve všech typech mléka (Quaglia et al., 2018). Vzhledem k citlivosti metody se tato metoda používá především v případech, kdy je výchozí množství DNA velmi malé. Nested-PCR využívá dva páry primerů (vnější a vnitřní páry primerů) ve dvou krocích, a to z důvodu zvýšení specifity reakce. V prvním kroku dochází k amplifikaci s vnějšími primery. Vzniklý produkt je pak využit v druhém kroku v reakci s vnitřními primery. Kombinací vnějších a vnitřních primerů se zvýší pravděpodobnost amplifikace pouze daného, specifického úseku. Výhodou této metody je schopnost zachytit i kokoidní nekultivovatelnou formu bakterie (Grondělová et al., 2020).

Cílem studie bylo zjistit četnost výskytu bakterie *H. pylori* ve vzorcích nebovinných mlék pomocí metody Nested-PCR.

MATERIÁL A METODIKA

Vyšetřované vzorky mléka

V rámci studie bylo analyzováno 164 individuálních vzorků nebovinných druhů mlék. Vlastní odběry mléka zahrnovaly individuální vzorky koziho ($n = 45$) a ovčího mléka ($n = 119$). Vzorky pocházely z celkem sedmi farem nacházejících se na území Jihomoravského kraje (3 farmy), Zlínského kraje (2), Jihočeského kraje (1) a kraje Vysočina (1). Odběry probíhaly jak na farmách s malým počtem chovaných zvířat a s ručním dojením, tak i na farmách s intenzivním chovem zvířat, kde bylo mléko získáváno strojním dojením. Vzorky byly získány ručním dojením po odstříknutí

prvních 2–3 stříků mléka přímo do sterilních vzorkovnic. Mléka byla přepravována a skladována při teplotě 4–6 °C. Laboratorní vyšetření vzorků proběhlo nejpozději do 24 hodin po odběru.

Nested-PCR

Ze vzorků mléka byla přímo vyextrahována DNA pomocí QIAamp® DNA Blood Mini Kitu (QIAGEN GmbH, Hilden, Germany) dle postupu poskytnutého výrobcem. Přítomnost *H. pylori* ve vzorcích byla potvrzena detekcí genu *glmM* pomocí Nested PCR. Gen *glmM* kóduje fosfoglukosamin mutázu katalyzující vzájemnou přeměnu GlcN-6-fosfátu (GlcN-6-P) a GlcN-1-P izomerů, jenž jsou potřebné pro biosyntézu lipopolysacharidů a peptidoglykanu buněčné stěny. Tento specifický gen je zcela nezbytný pro růst a přežití *H. pylori* a jeho následná detekce pak jednoznačně vyloučí nebo potvrdí přítomnost *H. pylori* ve vzorku mléka. K amplifikaci byly použity oligonukleotidové primery dle publikace Quaglia *et al.* (2009). Vnější oligonukleotidové primery s označením Hp 1 (5' -AAGCTTTTAGGGGTGTTA-GGGGTTT-3') a Hp 2 (5'-AAGCTTACTTTCTAACACTAAACGC-3') byly použity k amplifikaci *glmM* genu *H. pylori* 70 o délce 294 bp. Vnitřní primery s označením Hp 3 (5'-CTTTCTTCTCAAGCGGTTGTC-3') a Hp 4 (5'-CAAGCCATCGCCGG-TTTTAGC-3') byly použity k amplifikaci vnitřní části tohoto genu o délce 252 bp (Generi Biotech s.r.o. Hradec Králové, ČR). Reakční směs byla připravena z PPP Master mixu (Top-Bio s.r.o., Vestec, ČR), PCR H₂O (Top-Bio s.r.o., Vestec, ČR), Hp 1 a Hp 2 (0.5 µM). K 23 µl této směsi byly přidány 2 µl vyextrahované DNA. Nested PCR probíhala pomocí termocycleru za následujících podmínek: 95 °C po dobu 2 minut, následovalo 33 cyklů (94 °C 1 min, 61 °C 2 min, 72 °C 1,5 min.), závěrečná syntéza 72 °C po dobu 5 minut a zchlazení na 6 °C. Po skončení amplifikace byly 2 µl konečného produktu z první reakce přidány do druhé reakční směsi stejného složení jako u první reakce, pouze s rozdílem přidáných primerů (Hp 3 a Hp 4). Podmínky amplifikace druhé reakce byly následující: 95 °C po dobu 2 minut, následovalo 30 cyklů (94 °C 1 min, 62 °C 2 min, 72 °C 1,5 min), závěrečná syntéza 72 °C po dobu 5 minut.

Vzorky byly zchlazeny opět na 6 °C. K detekci PCR produktů byla použita elektroforetická separace v 1,5 % agarózovém gelu s následnou vizualizací pod UV světlem. Elektroforéza probíhala při 120 V, 90 mA, 60 minut. Jako marker byl použit DNA Ladder o velikosti 100–4000bp (Lonza Rockland, Inc., Rockland, USA). Jako pozitivní kontrola byla použita DNA *H. pylori* pocházejícího ze vzorku lidské žaludeční sliznice. Kmen *H. pylori* byl poskytnut Mikrobiologickým oddělením Fakultní nemocnice u sv. Anny, Brno.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Počty odebraných vzorků a výsledky vyšetření uvádí tabulka 1. Z tabulky je patrné, že počty pozitivních vzorků se na jednotlivých farmách liší.

Naše studie je v souladu, s již publikovanými výsledky, jež prokázaly, že *H. pylori* je lidský patogen nacházející se v syrovém mléce hospodářských zvířat. Výsledky studie současně potvrdily hypotézu, že syrové ovčí a kozí mléko může být významným zdrojem infekce *H. pylori*. Například ve studii autorů Dore et al. (1999) zaměřené na detekci *H. pylori* v ovčím mléce, byla potvrzena přítomnost DNA *H. pylori* v 60,3 % individuálních vzorků ovčího mléka. Vlastní výzkum byl iniciován zajímavým zjištěním, a to, že sardinští pastevci ovcí s přímým kontaktem se zvířaty měli vyšší prevalenci infekce *H. pylori*, než jejich rodinní příslušníci. V práci autorů Quaglia et al. (2008) byla v jižní části Itálie detekována přítomnost *H. pylori* v syrovém mléce (ovčí, kozí, kravské) s použitím Nested PCR. Ze 400 vyšetřených vzorků syrového mléka bylo 139 (34,7 %) pozitivních na přítomnost genu *glmM*. Konkrétně ze 160 individuálních vzorků kožího mléka byl *H. pylori* stanoven u 41 vzorků (25,6 %) a ve 130 individuálních vzorcích ovčího mléka byl u *H. pylori* stanoven u 43 (33 %). Z pozitivních vzorků se však nepodařilo izolovat žádné kmeny *H. pylori*, což potvrzuje nevhodnost kultivační metody pro tento typ suroviny, V dalších studiích jako např. Mousavi et al. (2014) je uvedena incidence *H. pylori* u 35 % vzorků ovčího a u 28 % vzorků kožího mléka. Nicméně v práci autorského týmu Rahimi et al. (2012) bylo

stanoveno pouze 12,2 % pozitivních vzorků syrového ovčího mléka, a jen 8,7 % pozitivních záchytů u koziho mléka.

V Íránu byla provedena studie, jež byla rovněž zaměřena na možnosti přenosu infekce *H. pylori* mlékem. Ve studii byly analyzovány vzorky kravského, koziho, ovčího, buvolího a velbloudího mléka. U ovčího mléka bylo zjištěno 13,79 % pozitivních vzorků, u koziho mléka 4,76 % pozitivních vzorků (Talaie et al., 2015). Z výše uvedených publikovaných dat je patrné, že výskyt *H. pylori* v kozím a ovčím mléce je velmi variabilní.

Tabulka 1: Výsledky detekce *Helicobacter pylori* ve vzorcích syrového koziho a ovčího mléka

Farma	Druh mléka	Počet vzorků	Počet pozitivních vzorků (%)
1	Kozí	17	5 (29,4 %)
2	Kozí	15	5 (33,3 %)
3	Ovčí	11	3 (27,3 %)
4	Ovčí	9	8 (88,9 %)
5	Ovčí	44	5 (11,4 %)
6	Kozí	13	1 (7,7 %)
7	Ovčí	55	17 (30,9 %)
Celkem	Kozí	45	11 (24,4 %)
	Ovčí	119	33 (27,7 %)
	Kozí + ovčí	164	44 (26,8 %)

Autoři Talaie et al. (2015) vyslovili hypotézu, že detekce nízkého počtu pozitivních vzorků u koz může být z následujících důvodů: koza disponuje specifickými přirozenými mechanismy, které zvyšují rezistenci vůči *H. pylori*. Dalším důvodem je, že některé mikroorganismy jako *Candidatus H. bovis* mohou kolonizovat sliznici žaludku u koz a zvýšit odolnost koz vůči infekci *H. pylori*. Autoři došli k závěru, že *H. pylori* může být přenášen mlékem hospodářských zvířat, zejména ovcí, krav a buvolů. Koza dle jejich názoru hraje v epidemiologii *H. pylori* minimální roli, ale připouštějí, že je zapotřebí uskutečnit další výzkum na větším počtu zvířat a v jiných zeměpisných

oblastech k potvrzení této hypotézy. Výsledky vyšetření vzorků koziho mléka a četnost pozitivních nálezů v naší prezentované studii nicméně nepodporují uvedenou hypotézu.

ZÁVĚR

Problematika bezpečnosti potravin je již řadu let velkým tématem nejen pro odbornou veřejnost. Vzhledem ke skutečnosti, že byl *H. pylori* zařazen Mezinárodní agenturou pro výzkum rakoviny (IARC) do skupiny 1., která sdružuje látky/činitele karcinogenní pro člověka, je výskyt a detekce této bakterie v potravinách důležitou součástí tématu bezpečnosti potravin. Neboť určení cest nákazy u člověka by mohlo vést k významným, ať už zdravotním nebo technologickým opatřením, které by vedly ke snížení prevalence tohoto patogenu v humánní populaci. Například riziko infekce se zvyšuje konzumací tepelně neošetřeného mléka, případně mléčných výrobků vyrobených z tohoto mléka.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou projektu ITA 2360/FVHE/VETUNI Brno 2021 - Stanovení výskytu *Helicobacter pylori* v nebovinních druzích mlék.

LITERATURA

Dimola, S., Caruso, M. L. (1999): *Helicobacter pylori* in animals affecting the human habitat through the food chain. Anticancer Research 19, 3889–3894.

Dore, M.P., Sepulveda, A. R., El-Zimaty, H., Yomaoka, Y., Osato, M.S., Mototsugu, K., Nieddu, A.M., Realdi, G., Graham, D.Y. (2001): Isolation of *Helicobacter pylori* from milk sheep—implications for transmission to humans. The American Journal of Gastroenterology, 96: 1396–1401.

Ghanbari, F., Vaez, H., Taheri, R. A., Sahebkar, A., Behshod, P., Khademi, F. (2020): *Helicobacter pylori* in water, vegetables and foods of animal origin: A systematic review and meta-analysis on the prevalence, antibiotic resistance and genotype status in Iran. Gene Reports [online]. 21, 1–6. [cit. 2022-02-10]. DOI: doi.org/10.1016/j.genrep.2020.100913

Gomes, B. C., de Martinis, E. C. P. (2004): The significance of *Helicobacter pylori* in water, food and environmental samples. Food Control [online]. 15 (5): 397–403 [cit. 2020-03-06]. DOI: 10.1016/S0956-7135(03)00106-3. ISSN 09567135.

Gřondělová, A., Šťástková, Z., Navrátilová, P., Bednářová, I., Furmančíková, P., Nečasová, D. (2020): Optimalizace metod pro detekci *Helicobacter pylori* a zjištění jeho výskytu v syrovém mléce. In: *Sborník Konference Interní grantové agentury*, Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, s. 68–71.

Huang, H., Peng, F., Li, J., Liu, Z., Xie, M., Xiong, T. (2021): Isolation and characteristics of lactic acid bacteria with antibacterial activity against *Helicobacter pylori*. Food Bioscience [online]. 44, 1–9 [cit. 2022-02-10]. DOI: doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101446.

Mousavi, M, Safarpour Dehkordi, F, Rahimi, E. (2014): Virulence factors and antibiotic resistance of *Helicobacter pylori* isolated from raw milk and unpasteurized dairy products in Iran. J Venomous Anim Toxins including Trop Dis; 20: 1–7.

Osman, E. Y., El-Eragi, A. M. S., Musa, A. M., El-Magboul, S. B., A/Rahman, M. B., Abdo, A. E. (2015): Detection of *Helicobacter pylori glmM* gene in bovine milk using Nested polymerase chain reaction. Veterinary World [online]. 8(7), 913–917 [cit. 2020-04-17]. DOI: 10.14202/vetworld.2015.913-917.

Quaglia, N. C., Dambrosio, A., Normanno, G., Parisi, A., Firinu, A., Lorusso, V., Celano, G. V. (2007): Survival of *Helicobacter pylori* in artificially contaminated ultrahigh temperature and pasteurized milk. Food Microbiology [online]. 24 (3), 296–300 [cit. 2020-03-26]. DOI: 10.1016/j.fm.2006.04.008. ISSN 07400020.

Quaglia, N. C., Dambrosio, A., Normanno, G., Parisi, A., Patrono, R., Ranieri, G., Rella, A., Celano, G. V. (2008): High occurrence of *Helicobacter pylori* in raw goat, sheep and cow milk inferred by *glmM* gene: A risk of food-borne infection? International

Journal of Food Microbiology [online]. 124 (1), 43–47 [cit. 2020-03-26]. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2008.02.011. ISSN 01681605.

Quaglia, N. C., Dambrosio, A. (2018): *Helicobacter pylori*: a foodborne pathogen? World Journal of Gastroenterology [online], 24(31): 3472–3487 [cit. 2020-03-10]. DOI: dx.doi.org/10.3748/wjg.v24.i31.3472.

Rahimi, E, Kheirabadi, E. K. (2012): Detection of *Helicobacter pylori* In bovine, Buffalo, camel, ovine and caprine milk in Iran. Foodborn Pathol Dis; 9: 453–6.

Švestka, T. (2011): Infekce *Helicobacter pylori*. Medicína pro praxi, 8(3): 123–126.

Tabatabaei, M. (2012): Application of molecular and cultural methods for identification of *Helicobacter* spp. in different animal sources. Global Veterinaria [online]. 8 (3): 292–297 [cit. 2020-04-10]. ISSN 1992-6197.

Talaei, R., Souod, N., Momtaz, H., Dabiri, H. (2015): Milk of livestock as a possible transmission route of *Helicobacter pylori* infection. Gastroenterol Hepatol Bed Bench, 8(Suppl.1): S30–S36.

Vale, F. F., Vítor, J. M. B. (2010): Transmission pathway of *Helicobacter pylori*: Does food play a role in rural and urban areas? International Journal of Food Microbiology [online]. 138(1-2), 1–12 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2010.01.016. ISSN 01681605.

Zamani, M., Vahedi, A., Maghdouri, Z., Shokri-Shirvani, J. (2017): Role of food in environmental transmission of *Helicobacter pylori*. Caspian Journal of Internal Medicine [online]. 8(3): 146–152 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.22088/cjim.8.3.146.

Kontaktní adresa: Mgr. Petra Furmančíková, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VETUNI, Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika, e-mail: furmancikovap@vfu.cz

OBSAH A VARIABILITA MASTNÝCH KYSELÍN V SYRE MOZZARELLA S VYUŽITÍM GC-FID ANALÝZY

CONTENT AND VARIABILITY FATTY ACID CONTENT IN MOZZARELLA CHEESES WITH USE OF GC-FID ANALYSIS

Jozef Golian¹ – Silvia Jakabová¹ – Lucia Benešová¹ – Adam Partika¹

**¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská
poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2,
94976 Nitra, Slovenská republika**

ABSTRAKT

Cieľom tejto štúdie bolo charakterizovať zloženie mastných kyselín a porovnať ich obsah v syre Mozzarella, získanom z maloobchodu na slovenskom trhu v lete 2020. Obsah jednotlivých mastných kyselín bol stanovený GC-FID analýzou. Charakterizácia zloženia mastných kyselín ukázala rozdiely medzi vzorkami v prítomnosti ako aj v obsahu jednotlivých mastných kyselín. Príspevok prezentuje aj variabilitu skupín mastných kyselín vo vzorkách syrov. Nasýtené mastné kyseliny sa pohybovali od 5,48 do 15,94 g. 100 g⁻¹ tuku, mononenasýtené mastné kyseliny od 2,07 do 4,31 g. 100 g⁻¹, polynenasýtené mastné kyseliny od 0,21 do 0,61 g. 100g⁻¹, transmastné kyseliny boli v rozmedzí od 0,15 do 0,37 g.100g⁻¹, obsah n-3 mastných kyselín sa pohyboval od 0,04 do 0,15 g.100g⁻¹ a stredný obsah n-6 tuku bolo 0,36 g.100 g⁻¹. Najrozšírenejšími mastnými kyselinami zo skupiny nasýtených mastných kyselín bola kyselina palmitová a potom kyselina myristová. Mononenasýtené mastné kyseliny boli zastúpené najmä kyselinou olejovou a palmitolejovou a polynenasýtené mastné kyseliny mali najpočetnejšie zastúpenie kyseliny linolovej. Údaje boli skúmané a vyhodnotené softvérom XLSTAT.

Kľúčové slová: Mozzarella, obsah a variabilita mastných kyselín, GC-FID analysis

ABSTRACT

The aim of this study was to characterize the fatty acid composition and compare its content in Mozzarella cheese, obtained from the retailers in the Slovak market in summer 2020. Content of individual fatty acids was determined by GC-FID analysis. Characterization of fatty acid composition showed differences between the samples in the presence and content of individual fatty acids. The contribution presents also the variability of fatty acid groups in the cheese samples. Saturated fatty acids ranged from 5,48 to 15,94 g.100g⁻¹ fat, monounsaturated fatty acids ranged from 2,07 to 4,31 g.100g⁻¹, polyunsaturated fatty acids from 0,21 to 0,61 g.100 g⁻¹, trans fatty acids were in the range from 0,15 to 0,37 g.100g⁻¹, the content of n-3 fatty acids ranged from 0,04 to 0,15 g.100g⁻¹ and the mean content of n-6 fatty was 0,36 g.100g⁻¹. The most abundant fatty acids from the group of saturated fatty acids were palmitic acid followed by myristic acid. Monounsaturated fatty acids were mainly represented by oleic acid and palmitoleic acid and polyunsaturated fatty acids had the most abundant presence of linoleic acid. The data was investigated and evaluated by XLSTAT software.

Keywords: Mozzarella, fatty acids content and variability, GC-FID analysis

ÚVOD

Pasta filata syry sú mäkké alebo polotvrde druhy, pri ktorých sa tvaroh zahrieva na ≥ 65 °C v horúcej (70–80 °C) vode a počas výroby sa mechanicky naťahuje. Naťahovanie spôsobuje, že tvaroh sa stáva vláknitým a tvárnym. Väčšina pasta filata syrov pochádza z oblasti Stredozemného mora. Jednoznačne najdôležitejším členom tejto skupiny je Mozzarella, ktorá vznikla v južnom Taliansku a bola vyrobený pôvodne z byvolieho mlieka (Fox et al., 2017; Jana a Mandal, 2011).

Byvolie mlieko je po kravskom mlieku druhým najväčším zdrojom mlieka na svete s ročnou produkciou >120,4 miliárd litrov. Obsahuje vyššie množstvo tukov, bielkovín, laktózy a minerálnych látok, a preto je výživnejšie ako kravské mlieko. Mliečny tuk,

ktorý tvorí hlavnú časť byvolieho mlieka, má takmer dvojnásobný obsah tuku v porovnaní s kravským mliekom ($73,4 \pm 9,9$ oproti $41,3 \pm 3,7$ g.kg⁻¹) (Abesinghe et al., 2020). Avšak Mozzarella sa vyrába aj z kravského mlieka, pričom jej konzistencia je mäkkšia, pružnejšia a obsahuje o niečo vyšší obsah vody, tuku a soli na rozdiel od syra z byvolieho mlieka, čo má súvis s vyšším obsahom bielkovín (Zedan et al., 2014). Samseen et al. (2008) publikovali porovnanie vlastností syrov Mozzarella z byvolieho, kravského mlieka a zo zmesi mlieka oboch druhov dobytky. Zo štúdie vyplynulo, že syr z byvolieho mlieka má vyšší obsah tuku a bielkovín ako ostatné testované vzorky syra. Syr zo zmesi kravského a byvolieho mlieka mal vyššiu rozpustnosť a senzorické skóre, preto je vhodnejší na pizzu ako syr zo samotného byvolieho alebo kravského mlieka.

Tradičný spôsob výroby Mozzarely zabezpečuje osobitné organoleptické vlastnosti tohoto syra: surové plnotučné byvolie mlieko je naočkované prírodnou štartovacou kultúrou, ktorá pozostáva zo sušenej srvátky z predchádzajúcej výroby, čo zvyšuje kyslosť zmesi do 10 ° SH (Soxhlet-Henkel). Mlieko sa potom zahreje na teplotu 36–37 °C a pridá sa dostatočné množstvo syridla, aby sa dosiahla požadovaná zrážanlivosť, tento proces trvá približne 20 minút. Po 40 minútach sa syrenina rozreže na kúsky asi 16 cm veľké a nechá sa nerušene zakrytá srvátkou, kým nie je možné syreninu mechanicky ťažovať. Spravidla k tomu dôjde približne 4 hodiny po pridaní syridla. Počas tejto fázy prírodná mikroflóra, ktorá pochádza zo surového mlieka aj zo srvátkovej kultúry, vykonáva komplexné biochemické činnosti, ktoré boli charakterizované iba čiastočne. Medzi ďalšie činnosti patrí, vývoj kyselín, pretože iba pri nízkom pH sa môže premieňať dostatočné množstvo dikalcium parakazeínu, počas ťažovania a miešania s horúcou vodou (85–90 °C), na monokalcium parakazeín. Potom sa syrenina melie, ťaží sa lisuje. Srvátka, ktorá sa odstráni z nádoby na syr, sa uchováva pri izbovej teplote (18–22 °C), kým sa nepoužije ako štartér na nasledujúci deň. Takýto výrobný postup má najmenej dva dôsledky: variabilitu kvality produktu a riziko prežitia patogénnych mikroorganizmov v hotovom syre. V skutočnosti sa už predtým preukázalo, že mikrobiologická kvalita byvolieho mlieka je extrémne

premenlivá a zvyčajne neuspokojivá. Počas inkubácie štartovacej kultúry sa nepoužíva nijako zvláštny selektívny inkubačný postup. Produkcia kyseliny a antagonistických baktérií mliečneho kvasenia počas zrenia syreniny nezaručujú úplné vymiznutie patogénnych mikroorganizmov. Takisto tepelné ošetrovanie syreniny počas naťahovania nie je nikdy úplne účinné pri ničení patogénov (Arora et al., 2019).

Termofilné a mezofilné baktérie mliečneho kvasenia, ako napríklad *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Lactobacillus helveticus* a *Lactococcus lactis* zohrávajú rozhodujúcu úlohu v technologickej a senzorickej kvalite syra Mozzarella (Silva, 2020).

Na Slovenskom a aj na svetových trhoch môžeme mozzarellu nájsť v rôznych podobách. Základným trhovým delením môže byť obsah vody, takýmto delením ju môžeme zaradiť do dvoch kategórií a to mozzarella s vysokým zostatkovým obsahom vody a na mozzarellu s nízkym obsahom zostatkovej vody inak nazývanú „pizzový syr“. V dnešných časoch sa mnoho ľudí snaží zdravo stravovať, preto sa obchodné reťazce prispôbobi tomuto trendu a začali vyrábať mozzarelu už aj so zníženým obsahom tuku, bez laktózy alebo soli. Pravá mozzarella z byvolieho mlieka sa však vyrába stále tradičným spôsobom v Taliansku za použitia štartovacích kultúr na acidifikáciu mlieka, použitím mikroorganizmov ako *Lactobacillus bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*. Priemyselná výroba mozzarelly sa naopak zameriava na čo nákladne najjednoduchšiu výrobu a stálu konzistenciu výrobku.

V našom príspevku sme sa zamerali na zhodnotenie prítomnosti a variabilitu obsahu masných kyselín vo vzorkách syrov Mozzarella, získaných z obchodnej siete SR.

MATERIÁL A METODIKA

K hodnoteniu obsahu masných kyselín a ich variability boli použité vzorky 8 syrov Mozzarella z obchodnej siete SR. Z nich 2 vzorky pochádzali zo Slovenska, 4 vzorky z Nemecka, 1 vzorka z Talianska a 1 vzorka Česka. Vzorky boli zakúpené v obchodnej

sieti Slovenskej republiky, pričom 7 výrobkov – M1 – M4 a M 6 – M8 boli balené v náleve a vzorka M 5 bola balená v ochrannej atmosfére. Hmotnosť pevného podielu sa pohybovala od 100 do 877 g. Na stanovenie obsahu mastných kyselín bola použitá metóda plynová chromatografia s plameňovým ionizačným detektorom (GC-FID) podľa normy ISO / IEC 17 025 : 2017. Analýza bola vykonaná v akreditovanom laboratóriu. Štatistická analýza bola vykonaná v programe Excel so štatistickým softvérom XLSTAT (vs. 2020.3.1). Chemické parametre boli analyzované pomocou deskriptívnej štatistiky (priemery, štandardné odchýlky, minimálne, maximálne hodnoty) a výsledky boli vizualizované v boxplotoch.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V Mozzarelách bolo analyzovaných 41 mastných kyselín. Výsledný obsah je zhodnotený v tabuľke 1 pre tie mastné kyseliny, ktoré sa vyskytovali v metódou stanoviteľných množstvách.

Obsah jednotlivých mastných kyselín nemusia výrobcovia uvádzať v zložení svojich výrobkov a preto spôsobom získania tejto informácie je chemická analýza vzoriek. Vzorky syrov Mozzarella boli analyzované plynovou chromatografiou s plameňovo ionizačným detektorom (GC-FID). Výsledky sumarizuje Tabuľka 1. Na základe výsledkov možno konštatovať rovnaký trend v zastúpení jednotlivých mastných kyselín vo vzorkách syrov. Jednotlivé vzorky sa s malými odchýlkami zhodujú v obsahu: kyseliny butánovej s priemerným obsahom 3,61 g.100 g⁻¹ tuku, kyseliny kaprónovej s priemerným obsahom 2,26 g.100 g⁻¹ tuku, kyseliny kaprylovej s priemerným obsahom 1,40 g.100 g⁻¹ tuku, kyseliny kaprínovej s priemerným obsahom 3,45 g.100 g⁻¹ tuku, kyseliny laurovej s priemerným obsahom 3,96 g.100 g⁻¹ tuku, kyseliny myristovej s priemerným obsahom 12,13 g.100 g⁻¹ tuku, kyseliny palmitovej s priemerným obsahom 33,33 g.100 g⁻¹ tuku, kyseliny palmitolejovej s priemerným obsahom 2,35 g.100 g⁻¹ tuku, kyseliny heptadekánovej s priemerným obsahom 0,58 g.100 g⁻¹

tuku, kyseliny asklebovej s priemerným obsahom 0,69 g.100 g⁻¹ tuku, kyseliny alfa-linolénovej s priemerným obsahom 0,59 g.100 g⁻¹ tuku.

Tabuľka 1: Obsah jednotlivých mastných kyseliny nad detekčným limitom plynovej chromatografie s plameňovým ionizačným detektorom – GC-FID

Zložka		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
		g.100 g ⁻¹ tuku							
SFA	Kys. butánová	3,53	3,84	3,74	3,69	3,84	3,05	3,57	3,6
	Kys. kaprónová	2,27	2,39	2,35	2,27	2,36	2,01	2,24	2,21
	Kys. kaprylová	1,42	1,47	1,46	1,39	1,44	1,3	1,39	1,35
	Kys. kaprínová	3,5	3,44	3,49	3,31	3,35	3,22	3,3	3,18
	Kys. laurová	4,27	4,01	4,12	3,88	3,89	3,93	3,88	3,72
	Kys. myristová	12,32	12,26	12,62	11,83	12,02	12,33	11,93	11,73
	Kys. palmitová	36,19	33,02	33,07	32,86	32,2	33,57	32,87	32,83
	Kys. stearová	7,15	8,81	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Kys. heptadekánová	0,67	0,53	0,54	0,56	0,52	0,57	0,58	0,66
	Kys. myristolejová	1,72	1,08	1,06	1,09	1,07	1,05	1,08	1,09
MUFA	Kys. pentadekánová	1,72	1,2	1,28	1,28	1,22	1,31	1,28	1,43
	TFA Kys. elaidová	0,72	1,17	1,21	1,12	1,36	1,29	1,08	1,36
	Kys. petroselaidová	0,68	<0,5	9,22	9,06	9,22	9,43	9,14	9,54
	Kys. olejová	17,81	20,41	19,92	20,21	21,19	20,45	20,38	20,23
	Kys. palmitolejová	2,65	2,43	2,32	2,22	2,36	2,3	2,23	2,25
PUFA	Kys. asklepová	0,74	0,62	0,61	0,75	0,66	0,7	0,66	0,78
	Kys. linolová	1,84	1,79	1,58	2,36	1,88	1,99	2,45	2,34
	Kys. alfa-linolénová	0,68	0,66	0,5	0,62	0,52	0,5	0,7	0,56

Významnejší rozdiel sme zistili pri obsahu kyseliny myristolejovej, kde vzorka M1 od Slovenského výrobcu obsahovala 1,72 g.100 g⁻¹ tuku, čo predstavuje o 60,75 % vyšší obsah ako priemer (1,07 g.100 g⁻¹ tuku). Rovnako aj pri obsahu kyseliny pentadekánovej vzorka M1 obsahovala 1,72 g.100 g⁻¹ tuku tejto kyseliny, pričom oproti priemernému obsahu bol uvedený obsah o 33,33 % vyšší. Veľký rozdiel bol zistený aj pri obsahu kyseliny steárovej, vzorka M1 od Slovenského výrobcu obsahovala

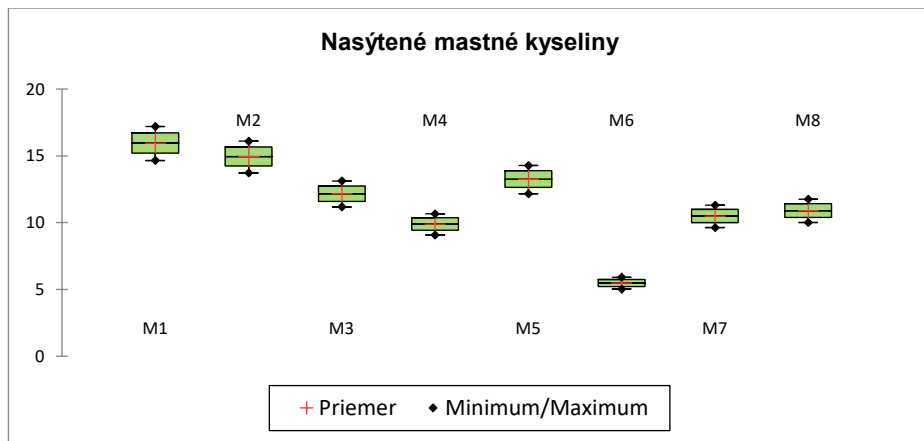
7,15 g.100 g⁻¹ tuku tejto kyseliny a vzorka M2 od výrobcu z Nemecka obsahovala 8,81 g.100 g⁻¹ tuku tejto kyseliny, avšak vzorky M3, M4, M5, M6, M7 a M8 obsahovali zhodne pod 0,5 g.100 g⁻¹ tuku kyseliny steárovej. Podobný prípad sme zistili aj pri obsahu kyseliny petroselaidovej. V tomto prípade vzorky M3, M4, M5, M6, M7 a M8 obsahovali v priemere 9,27 g.100 g⁻¹ tuku, vzorka M1 len 0,67 g.100 g⁻¹ tuku kyseliny petroselaidovej a vzorke M2, ktorá obsahovala pod 0,5 g.100 g⁻¹ tuku kyseliny petraselaidovej. Ďalšie rozdiely v obsahu mastných kyselín sme zistili pri kyseline elaidovej a kyseline olejovej, kde ich opäť vzorka M1 obsahovala menej oproti ostatným vzorkám. V prípade kyseliny elaidovej obsahovala vzorka M1 o 69,4 % menej tejto MK oproti priemernému obsahu vo vzorkách 1,22 g.100 g⁻¹ tuku. Pri kyseline olejovej bola vo vzorke M1 stanovená koncentrácia o 12,7 % nižšia ako priemer v ostatných vzorkách (20,4 g.100 g⁻¹tuku). U kyseliny linolovej bol vo vzorkách M1, M2, M3, M5 a M6 stanovený obsah pod 2 g.100 g⁻¹ tuku a vo vzorkách M4, M7 a M8 nad 2 g.100 g⁻¹ tuku. Rozdiel pri vzorke M3 a M7 dosiahol až 35,5 %.

Mastné kyseliny, ktoré sa vo vzorkách vyskytovali na úrovni pod 0,5 g.100 g⁻¹ tuku boli: kyseliny undekánová, kyselina tridekánová, kyselina pentadecénová, kyselina vakcénová, kyselina linolelaidová, kyselina gama-linolénová, kyselina arachidová, kyselina eikozénová, kyseliny eikozadiénová, kyselina eikozatriénová, kyselina arachidónová, kyselina eikozapentaénová, kyselina, heneikozánová, kyselina behenová, kyselina eruková, kyselina dokozadiénová, kyseliny dokozapentaénová, kyselina dokozahexaénová, kyselina trikozánová, kyselina lignocerová a kyselina nervónová. Tieto mastné kyseliny sa nachádzali pod limitom stanovenia validovanej metódy pre GC-FID.

Grafické znázornenie variability zastúpenia jednotlivých skupín mastných kyselín je znázornené na obrázkoch 1 až 6.

Na obrázku 1 sú znázornené obsahy nasýtených mastných kyselín v mozzarellaách analyzovaných plynovou chromatografiou s plameňovým ionizačným detektorom –

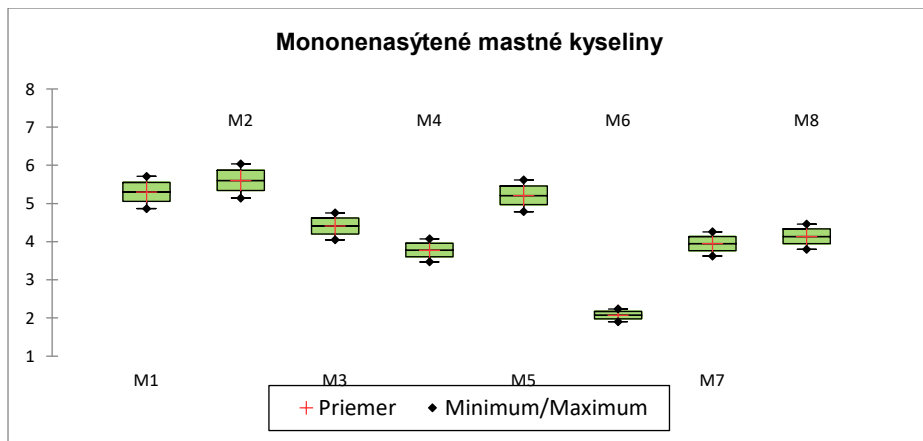
GC-FID. Najnižšie zastúpenie nasýtených mastných kyselín (MK) bolo zistené u vzorky M6 (5,48 g.100 g⁻¹ tuku), naopak najvyšší obsah nasýtených MK mala vzorka M1 (15,94 g.100 g⁻¹ tuku). Hodnoty obsahu nasýtených MK boli v priemere 11,63 g.100 g⁻¹ tuku.



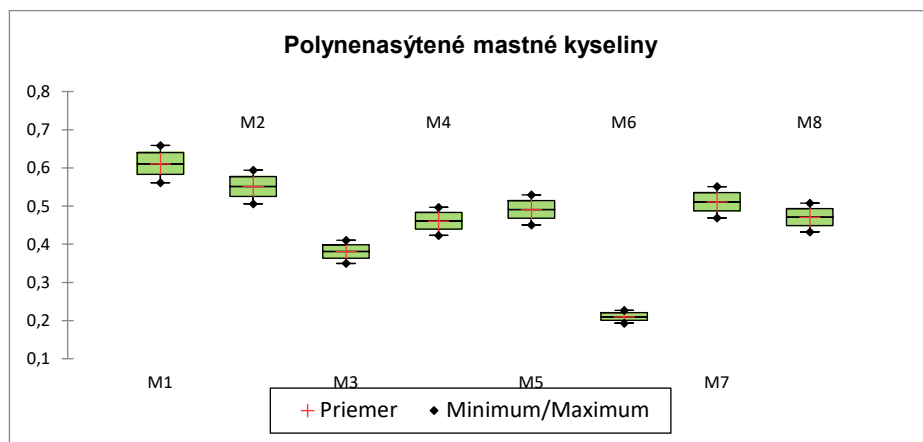
Obrázok 1: Obsah nasýtených mastných kyselín u vzoriek syrov Mozzarella

Na obrázku 2 uvádzame grafické obsah a variabilitu mononenasýtených mastných kyselín v mozzarellách. U vzorky M2 (5,60 g.100 g⁻¹ tuku) sme zistili o niečo vyšší obsah mononenasýtených MK proti vzorkám M1 (5,30 g.100 g⁻¹ tuku) a M5 (5,21 g.100 g⁻¹ tuku). Najnižší obsah mononenasýtených MK sme zistili u vzorky M6 (2,07 g.100 g⁻¹ tuku). Hodnoty obsahu mononenasýtených MK boli v priemere 4,31 g.100 g⁻¹ tuku.

Na obrázku 3 uvádzame obsahy polynenasýtených mastných kyselín v syroch Mozzarella. Najvyšší obsah polynenasýtených MK v syroch bol stanovený u vzorky M1 (0,61 g.100 g⁻¹ tuku). Najnižšiu hodnotu obsahu polynenasýtených MK sme zistili u vzorky M6 (0,21 g.100 g⁻¹ tuku). Hodnoty obsahu polynenasýtených MK boli v priemere 0,46 g.100 g⁻¹ tuku.

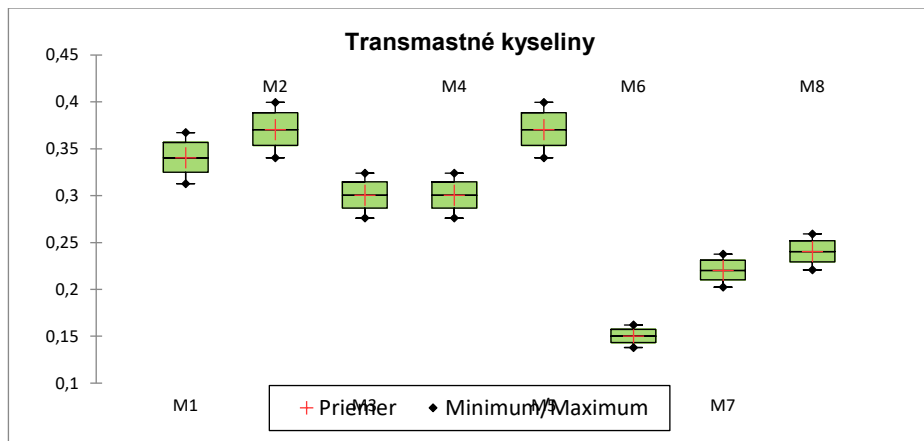


Obrázok 2: Obsah mononenasýtených mastných u vzoriek syrov Mozzarella

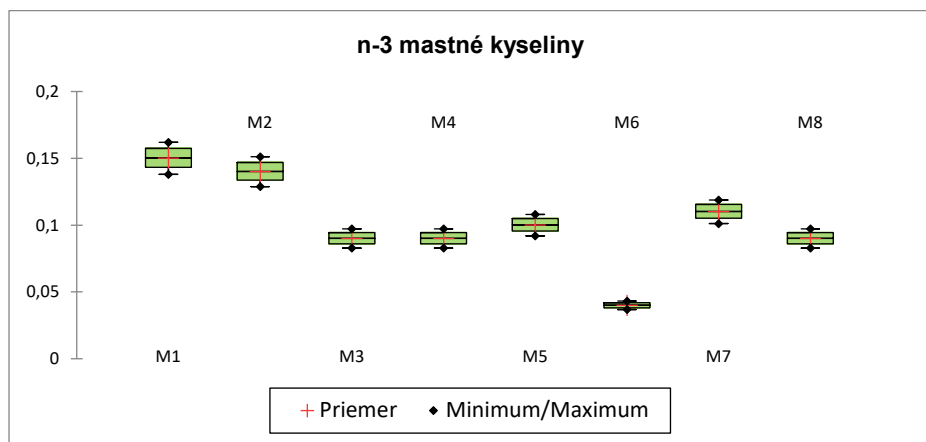


Obrázok 3: Obsah polynenasýtených mastných kyselín u vzoriek syrov Mozzarella

Na obrázku 4 sú vizualizované obsahy transmastných kyselín v Mozzarelle. Najnižší obsah transmastných kyselín sme zistili u vzorky M6 ($0,15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ tuku}$). Najvyšší obsah transmastných kyselín sme zistili vo vzorke M2 ($0,37 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ tuku}$). Priemerný obsah transmastných kyselín bol $0,29 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ tuku}$.

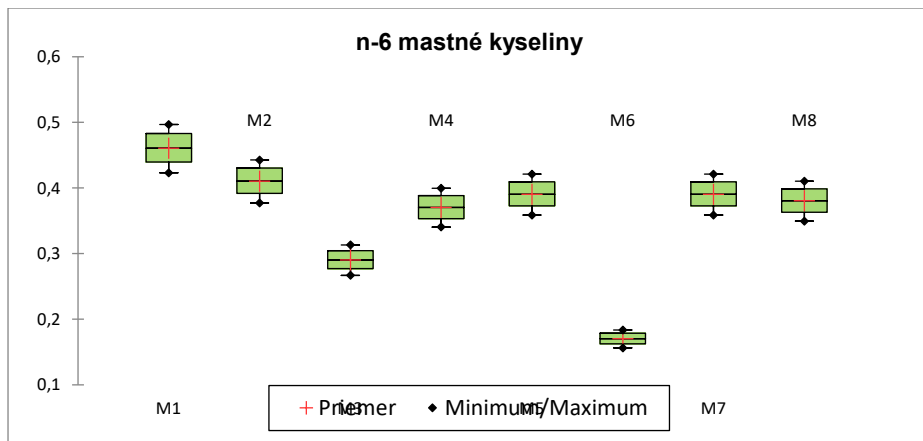


Obrázok 4: Obsah transmastných kyselín u vzoriek syrov Mozzarella



Obrázok 5: Obsah n-3 mastných kyselín u vzoriek syrov Mozzarella

Na obrázku 5 je uvedený obsah n-3 mastných kyselín vo vzorkách Mozzarelly. Najvyššie zastúpenie n-3 MK bolo zistené u vzorky M1 ($0,15 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ tuku). Najnižší obsah n-3 MK sme zistili u vzorky M6 ($0,04 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ tuku). Priemerný obsah n-3 MK bol $0,10 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ tuku.



Obrázok 6: Obsah n-6 mastných kyselín u vzoriek syrov Mozzarella

Na obrázku 6 sú znázornené obsahy n-6 mastných kyselín v syroch. Najnižší obsah n-6 MK sme zistili vo vzorke M6 (0,17 g.100 g⁻¹ tuku). Priemerný obsah n-6 MK bol 0,36 g.100 g⁻¹ tuku.

ZÁVER

Príspevok rozoberá charakteristiku vybraných vzoriek syrov Mozzarella z obchodnej siete SR z hľadiska zloženia mastných kyselín a ich variability. Charakterizácia zloženia mastných kyselín ukázala rozdiely medzi vzorkami v prítomnosti a obsahu jednotlivých mastných kyselín. Obsah a variabilita jednotlivých skupín mastných kyselín bola prezentovaná pre sumu nasýtených mastných kyselín, mononenasýtených mastných kyselín, polynenasýtených mastných kyselín a n-3 a n-6 mastných kyselín vo vzorkách syrov.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-17-0508. Práca bola podporená projektom VEGA 1/0239/21.

LITERATÚRA

Abesinghe, A. M. N. L., Vidanarachchi, J. K., Islam, N., Prakash, S., Silva, K. F. S. T., Bhandari, B., & Karim, M. A. (2020): Effects of ultrasonication on the physicochemical properties of milk fat globules of *Bubalus bubalis* (water buffalo) under processing conditions: A comparison with shear-homogenization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59, 102237.

Arora S. et al. 2019: Production and Processing Methodology of Mozzarella Cheese. *Journal of Dairy Science and Technology*, 8(1), 1–5.

Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. (2017): Principal families of cheese. pp. 27–69. In *Fundamentals of cheese science* Springer, Boston, MA. ISBN 978-1-4899-7681-9

Jana, A. H., Mandal, P. K. (2011): Manufacturing and quality of mozzarella cheese: A review. *International Journal of Dairy Science*, 6(4), 199–226.

Sameen, A., Anjum, F. M., Huma, N., Nawaz, H. (2008): Quality evaluation of Mozzarella cheese from different milk sources. *Pakistan Journal of Nutrition*, 7(6), 753–756.

Silva, L. F., Sunakozawa, T. N., Amaral, D. M. F., Casella, T., Nogueira, M. C. L., Lindner, J. D. D., Bottari, B., Gatti, M. and Penna, A.L.B. (2020): Safety and technological application of autochthonous *Streptococcus thermophilus* cultures in the buffalo Mozzarella cheese. *Food Microbiology*, 87, 103383.

Zedan, I. A., Abou-Shaloue, Z. A. Z. S., Zaky, S. M. (2014): Quality evaluation of Mozzarella cheese from different milk types. *Alexandria Science Exchange Journal*, 35, 162–177.

Kontaktná adresa: prof. Ing. Jozef Golian, Dr. Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská republika, e-mail: jozef.golian@uniag.sk

OBSAH A VARIABILITA TUKU A BIELKOVÍN V SYRE MOZZARELLA

CONTENT AND VARIABILITY OF TOTAL LIPIDS AND PROTEINS IN MOZZARELLA CHEESE

**Jozef Golian¹ – Lucia Benešová¹ – Miroslav Kročko¹ – Adam Partika¹
Silvia Jakabová¹**

**¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská
poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2,
94976 Nitra, Slovenská republika**

ABSTRAKT

Cieľom tejto štúdie bolo charakterizovať vybrané chemické a fyzikálne parametre v syre Mozzarella, získaného z maloobchodných predajní na slovenskom trhu v lete 2020. Charakterizácia chemického zloženia ukázala rozdiely medzi vzorkami v obsahu jednotlivých fyzikálnych a chemických parametrov (tuk, bielkoviny, soľ, sušina, pH). Vzorky sa analyzovali pomocou NIR spektroskopie. Celkový obsah tuku sa pohyboval od 7,81 do 24,57 g.100g⁻¹ vzorka, obsah bielkovín bol v rozmedzí od 16,26 g do 22,47 g.100g⁻¹ vzorka, obsah soli sa pohyboval od 0,24 g na 1,02 g.100g⁻¹ vzorka, obsah sušiny bol medzi 30,88 g a 48,88 g.100g⁻¹ a pH sa pohybovalo od 5,18 do 5,51. Údaje boli vyhodnotené softvérom XLSTAT. Na základe porovnania uvedených parametrov boli medzi vzorkami zistené rozdiely.

Kľúčové slová: Mozzarella, celkové lipidy, bielkoviny, sušina, soľ, pH, variabilita, NIR analýza

ABSTRACT

The aim of this study was to characterize the content of selected chemical and physical parameters in Mozzarella cheese, obtained from the retails in the Slovak market in summer 2020. Characterization of chemical composition showed differences between the samples in the content of individual physical and chemical parameters (total fat, proteins, salt, dry matter, pH). Samples were analysed using NIR spectroscopy. Total fat content ranged from 7,81 to 24,57 g.100g⁻¹ sample, content of proteins was

in the range between 16,26 g and 22,47 g.100g⁻¹ sample, the salt content ranged from 0,24 g to 1,02 g.100g⁻¹ sample, content of dry matter was between 30,88 g and 48,88 g.100g⁻¹ and pH ranged from 5,18 to 5,51. The data was investigated by XLSTAT.

Keywords: Mozzarella, total lipids, proteins, dry matter, salt, pH, variability, NIR analysis

ÚVOD

Mozzarella je nevyzretý syr typu Pasta Filata, ktorého pôvod siaha do regiónu Battipaglia v Taliansku. Tradične sa vyrába z byvolieho mlieka, ktoré mu dáva jedinečné textúrne a senzorické vlastnosti. Dnes sa však už mozzarella vyrába po celom svete, hlavne v Európe a USA (Jana a Mandal, 2011). Novodobá priemyselná výroba sa však už uskutočňuje s kravským mliekom. V posledných rokoch sa celosvetová výroba Mozzarelly neustále zvyšuje, čo je hlavne zapríčinené množstvom spôsobov jeho použitia a jedinečným chuťovým profilom. K tejto chuti Mozzarelly prispievajú hlavne prchavé látky, ktoré vznikajú rozkladom proteínov a lipidov zapríčinené mikroflórou prítomnou v syre.

Syr Mozzarella je veľmi populárny syr, ktorý je vhodný na použitie v rôznych potravinárskych produktoch. Je k dispozícii ako mäkký až pevný syr v závislosti od spôsobu výroby (Arora et al., 2019; Jana a Tagalpallewar, 2017).

Na základe obsahu vody je možné definovať dva rôzne druhy syra mozzarella: mozzarella s nízkym obsahom vody (47–48 %), ktorá sa zvyčajne používa na varenie, a mozzarella s vysokým obsahom vody (60–65 %) sa používa hlavne ako stolový syr (Faccia et al., 2019).

Mozzarella sa tradične vyrába z byvolieho mlieka. Vyrába sa v celom Taliansku, v ďalších Európskych krajinách a USA už z kravského mlieka, je však potrebné zodpovedajúcim spôsobom upraviť postup výroby (Jana a Mandal, 2011).

Fyzikálna a senzorická kvalita syrov mozzarella pripravovaných z kravského a byvolieho mlieka je podobná. Syry z byvolieho mlieka boli v porovnaní so syrom z kravského mlieka spojené s vyšším obsahom tukov, bielkovín a celkového obsahu sušiny (Bhattarai a Acharya, 2013). Použitie byvolieho mlieka viedlo k tomu, že syr mozzarella mal belšiu farbu, pikantnejšiu a aromatickejšiu chuť v porovnaní s tým, ktorý sa pripravoval z kravského mlieka. Niekoľko správ poukazuje na to, že byvolí syr mozzarella má tvrdšie telo a je menej vodnatý, čo má vplyv na zníženú tavitelnosť a lepšie odmasťovanie v porovnaní s náprotivkom z kravského mlieka (Jana a Tagalpallewar, 2017). Mozzarella z kravského mlieka má tendenciu byť mäkkšia, pružnejšia a obsahuje o niečo vyšší obsah vody, tuku a soli na rozdiel od syra z byvolieho mlieka, čo má súvis s vyšším obsahom bielkovín (Zedan et al., 2014).

Syry typu Pasta Filata je skupina syrov pochádzajúcich z oblasti severného Stredomoria (Taliansko, Grécko, Turecko, Balkán), ktoré sa vyznačujú osobitnými fyzikálnymi vlastnosťami, ktoré vyplývajú z ich jedinečnej výrobnnej metódy. Termín filata znamená „natiahnutá syrenina“ a naznačuje povahu postupu používaného pri výrobe syrov ako Mozzarella, Provolone a Kashkaval. Takéto syry sa tradične vyrábajú z kozieho, kravského, byvolieho a ovčieho mlieka. Vyrábajú sa osobitým spôsobom, pričom sa syr pred formovaním podrobí pareniu v horúcej vode alebo zriedenom soľnom roztoku (McMahon a Oberg, 2017).

Jedným z najdôležitejších atribútov pri výrobe kvalitných výrobkov je konzistencia. Odchýlky v zložení mlieka sa môžu vyskytovať z mnohých dôvodov, vrátane plemena kráv z ktorého mlieko pochádza, ako aj sezóny. Táto úprava zloženia mlieka sa vykonáva tak, aby sa dosiahlo požadované zloženie syra. Spravidla sa to dosiahne odstredením surového mlieka na odstredenú mlieko a smotanú. Odstredenú mlieko sa potom skombinuje s plnotučným mliekom alebo smotanou, aby sa získalo požadované množstvo kazeínu a tuku. Ďalším spôsobom, ktorý sa používa pri štandardizácii, je prídanie odtučneného sušeného mlieka do mlieka pred jeho

spracovaním. Štandardizácia mlieka sa používa na to, aby sa zachovala rovnomernosť zloženia medzi výrobnými dávkami syra (Smith et al., 2018).

Parenie syreniny je dôležitým krokom pri výrobe mozzarely. Parenie syreniny ovplyvňuje zloženie syra, čo priamo ovplyvňuje vlastnosti syra riadením mikrobiálnej aktivity, aktivity enzýmov, textúry a dokonca aj vlastností pečenia (Shah et al., 2008).

Bežná metóda parenia syreniny spočíva v použití horúcej vody, ktorá umožňuje syrenine naťahovať sa. Takýto postup však zahŕňa značné straty mliečnej sušiny, ktoré nepriaznivo ovplyvňujú výťažnosť syra. Tento krok tradične zahŕňa miesenie a naťahovanie okyslenej syreniny, čo vedie k zmene štruktúry proteínových vlákien (Hennebery, 2019).

Straty tuku počas kroku naťahovania za mokra môžu ovplyvniť výťažnosť syra, ako aj zloženie výsledného syra. Počas procesu môže dôjsť k strate až 30 % tuku (Francolino et al., 2010).

Pred parením sa typicky meria pH syreniny, ktoré by malo byť medzi 5,2–5,3 pH, aby sa zabezpečil optimálny obsah vápnika spojeného s kazeínom v priebehu procesu parenia (McMahon a Oberg, 2017).

Cieľom tejto štúdie bolo charakterizovať obsah a variabilitu tuku a bielkovín vo vzorkách syrov Mozzarella, získaných z maloobchodu na Slovensku.

MATERIÁL A METODIKA

Analyzovali sme 8 vzoriek syra mozzarella. Vzorky pochádzali z krajín ako Slovenská Republika v počte 2 vzoriek, Česká Republika v zastúpení 1 vzorky, Taliansko taktiež v zastúpení 1 vzorky a Nemecko s najväčším zastúpením a to 4 vzoriek. Mozzarely boli zakúpené v obchodných reťazcoch nachádzajúcich sa na Slovensku.

Analýza obsahu bielkovín a tukov sa vykonala na prístroji MPA od firmy Brucker. Išlo o FT-NIR spektrofotometer, umožňujúci rýchlu, presnú analýzu, prístroj je

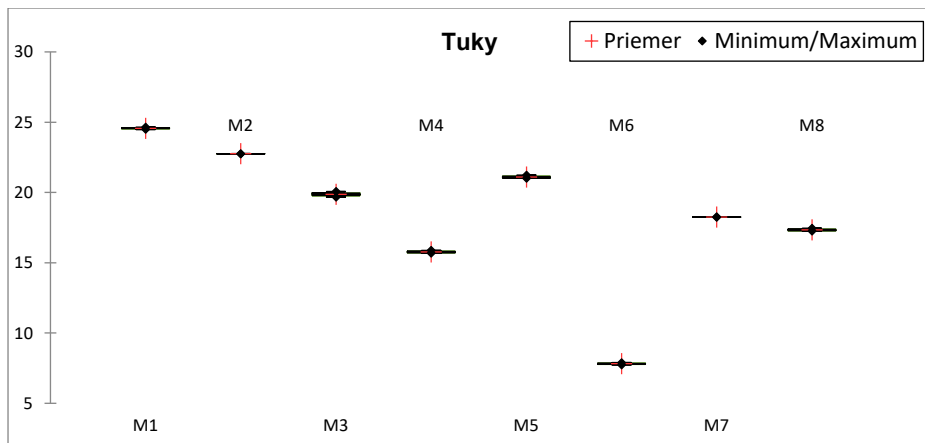
jednoduchý na obsluhu a slúži na nedeštruktívnu analýzu kvapalných, tuhých a polotuhých materiálov, pričom šetrí náklady znížením času analýzy, ktorá nevyžaduje použitie činidla. Vzorky boli zároveň analyzované na obsah tuku po hydrolýze a celkový obsah bielkovín v akreditovanom laboratóriu. Na stanovenie obsahu bielkovín bola použitá Kjeldahlova metóda a na stanovenie tuku po hydrolýze bola použitá extrakcia podľa Soxhleta a gravimetrická analýza. Štatistická analýza bola vykonaná v programe Excel so štatistickým softvérom XLSTAT (vs. 2020.3.1) pre Excel. Chemické parametre boli analyzované pomocou deskriptívnej štatistiky (priemery, štandardné odchýlky, minimálne, maximálne hodnoty) a výsledky boli vizualizované v boxplotoch.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

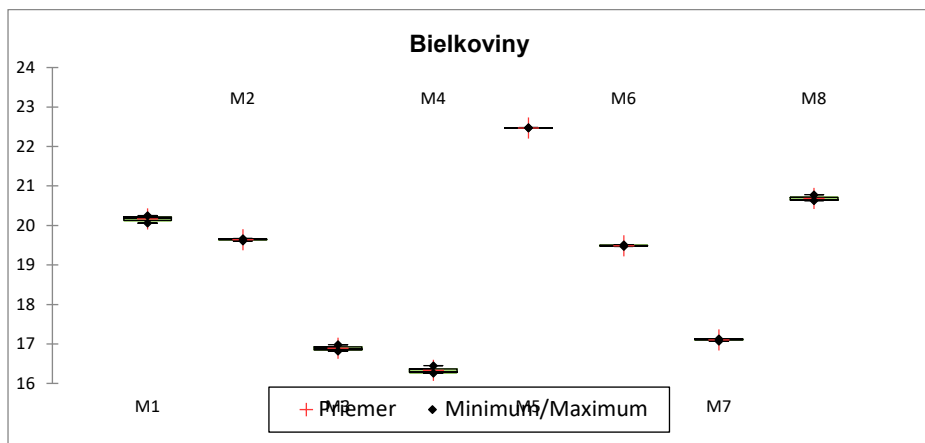
Výsledky stanovenia jednotlivých zložiek sú zosumarizované na obrázkoch 1 až 5.

Na obrázku 1 uvádzame obsahy tuku vo vzorkách syrov Mozzarella analyzovaných pomocou NIR. Najnižší obsah tuku sme zistili u vzorky M6 ($7,81 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Najvyšší obsah tuku sme zistili u vzorky M1 ($24,57 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Priemerný obsahu tuku vo vzorke bol 18,43 %.

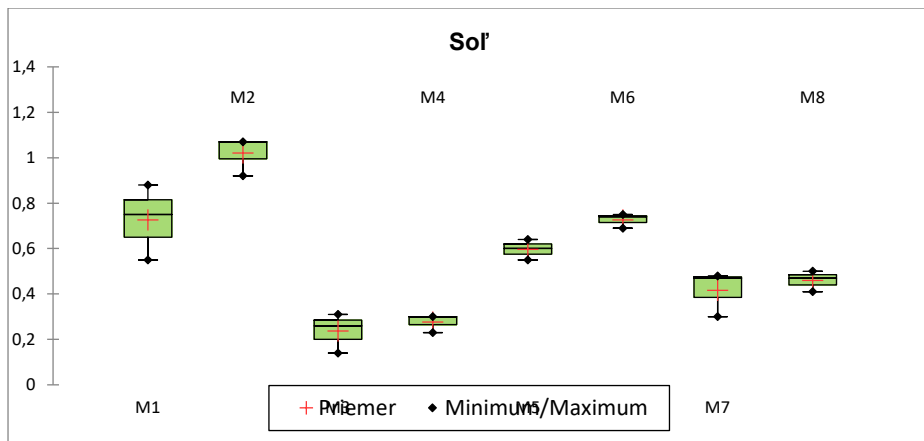
Na obrázku 2 je znázornený obsah bielkovín v syroch Mozzarella analyzovaných pomocou NIR. Najnižší obsah bielkovín sme zistili u vzorky M4 ($16,26 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Najvyšší obsah bielkovín sme zistili u vzorky M5 ($22,47 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). V priemere mali vzorky obsah bielkovín 19,1 %.



Obrázok 1: Variabilita obsahu tuku u vzoriek syrov z NIR analýzy

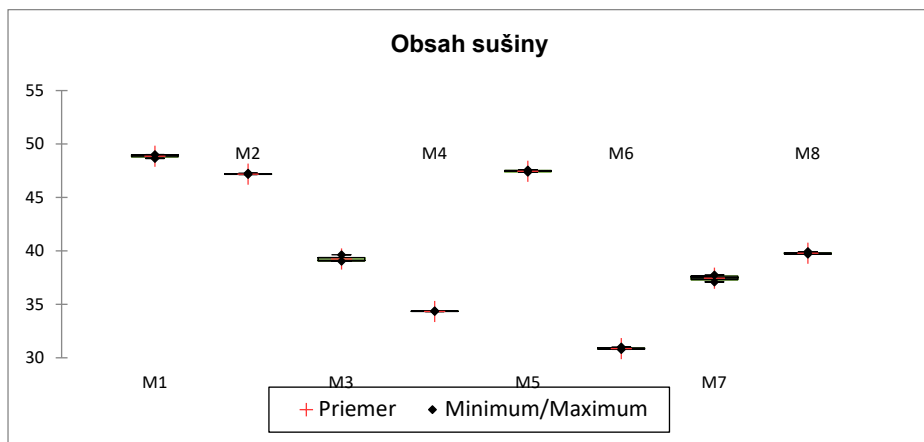


Obrázok 2: Variabilita obsahu bielkovín u vzoriek syrov z NIR analýzy



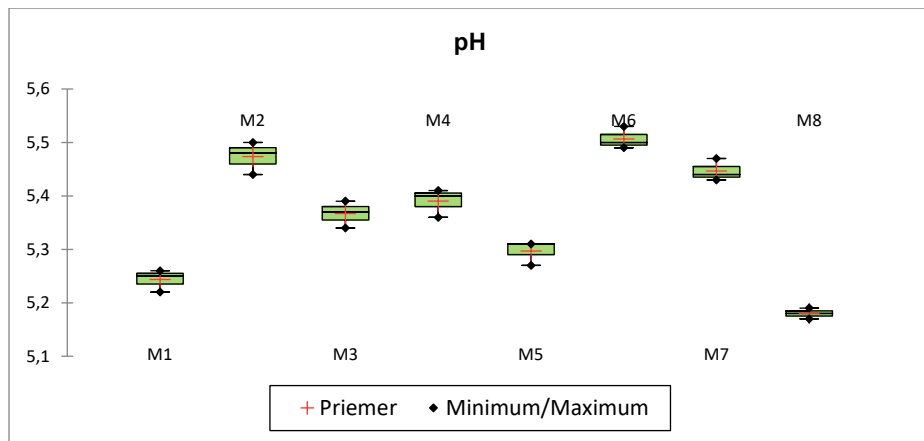
Obrázok 3: Variabilita obsahu soli u vzoriek syrov z NIR analýzy

Na obrázku 3 je vizualizovaná variabilita obsahu soli v Mozzarelle z NIR analýzy. Najnižší obsah soli sme zistili u vzorky M3 ($0,24 \text{ g.100 g}^{-1}$). Najvyšší obsah soli sme zistili u vzorky M2 ($1,02 \text{ g.100 g}^{-1}$). Priemerný obsah predstavoval $0,56 \text{ g.100 g}^{-1}$ vzorky.



Obrázok 4: Variabilita obsahu sušiny u vzoriek syrov z NIR analýzy

Na obrázku 4 je vizualizovaná variabilita obsahu sušiny v syroch z NIR meraní. Najnižší obsah sušiny sme zistili u vzorky M6 (30,88 g.100 g⁻¹). Najvyšší obsah sušiny sme zistili u vzorky M1 (48,88 g.100 g⁻¹). Priemerný podiel sušiny predstavoval 40,66 %.



Obrázok 5: Variabilita hodnôt pH u vzoriek syrov z NIR analýzy

Na obrázku 5 uvádzame rozloženie hodnôt pH v syroch Mozzarella analyzovaných NIR analýzou. Najnižšie pH sme zistili u vzorky M8 (5,18). Najvyššie pH sme zistili u vzorky M6 (5,51). Hodnoty pH vo vzorkách syrov Mozzarella boli v priemere 5,36.

ZÁVER

V príspevku sme hodnotili vybrané chemické parametre a ich variabilitu vo vzorkách syrov Mozzarella, pochádzajúcich z obchodnej siete SR. Metóda NIR sa javila ako vhodná pre rýchle a simultánne stanovenie viacerých chemických parametrov v syroch, konkrétne boli stanovené základné chemické parametre a to tuk, bielkoviny, sušina, soľ a pH.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-17-0508. Práca bola podporená projektom VEGA 1/0239/21 a projektom KEGA 034SPU-4/2021.

LITERATÚRA

Arora S. et al. 2019: Production and Processing Methodology of Mozzarella Cheese. *Journal of Dairy Science and Technology*, 8(1), 1–5.

Faccia, M., Gambacorta, G., Natrella, G., Caponio, F. (2019): Shelf life extension of Italian mozzarella by use of calcium lactate buffered brine. *Food Control*, 100, 287–291.

Francolino, S., Locci, F., Ghiglietti, R., Iezzi, R., Mucchetti, G. (2010): Use of milk protein concentrate to standardize milk composition in Italian citric Mozzarella cheese making. *LWT-Food Science and Technology*, 43(2), 310–314.

Henneberry, S. (2019): Effects of reducing fat and salt on the composition, biochemical, sensory, functional and rheological properties of Mozzarella-style cheese. Dizertačná práca. Limerck: University of Limerick. 133 s.

Jana, A. H., Mandal, P. K. (2011): Manufacturing and quality of mozzarella cheese: A review. *International Journal of Dairy Science*, 6(4), 199–226.

Jana, A. H., Tagalpallewar, G. P. (2017): Functional properties of Mozzarella cheese for its end use application. *Journal of Food Science and Technology*, 54(12), 3766–3778.

McMahon, D. J., Oberg, C. J. (2017): Pasta-filata cheeses. In Cheese: chemistry, physics and microbiology: major cheese groups, ed.4. Academic Press. pp. 1041–1068. ISBN 9780124170124.

Shah, R. D., Jana, A. H., & Solanky, M. J. (2008): Use of plasticizing treatment in producing pasteurized Mozzarella cheese from raw milk. *Journal of Food Science and Technology – Mysore*, 45(3), 275–278.

Smith, J. R., Carr, A. J., Golding, M., Reid, D. (2018): Mozzarella cheese—a review of the structural development during processing. *Food Biophysics*, 13(1), 1–10.

Zedan, I. A., Abou-Shaloue, Z. A. Z. S., Zaky, S. M. (2014): Quality evaluation of Mozzarella cheese from different milk types. *Alexandria Science Exchange Journal*, 35, 162–177.

Kontaktná adresa: prof. Ing. Jozef Golian, Dr. Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, Slovenská Republika, e-mail: jozef.golian@uniag.sk

VHODNOST VYUŽITÍ MIR-FT PŘI STANOVENÍ MASTNÝCH KYSELIN V MLÉCE DOJNIC JAKO PODPŮRNÉHO NÁSTROJE ŘÍZENÍ V MLÉKAŘSTVÍ

THE SUITABILITY FOR THE USE OF MIR-FT IN THE DETERMINATION OF MILK FATTY ACIDS AS A SUPPORTING TOOL IN DAIRY MANAGEMENT

**Karolína Hálová¹ – Oto Hanuš² – Lucie Hasoňová¹ – Hana Nejeschlebová²
Jiří Špička¹ – Eva Samková¹**

**¹Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity 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

Zastoupení mastných kyselin (MK) mléka je určující z hlediska nutričních vlastností i technologické zpracovatelnosti. Infračervená spektroskopie ve střední oblasti *s Fourierovou transformací* (MIR-FT) nabízí rychlejší a levnější stanovování složek mléka než metoda plynové chromatografie (GC). Na druhou stranu metoda GC stanovuje složky mléka s větší přesností. Cílem této práce bylo porovnat výsledky stanovení MK v individuálních vzorcích mléka pomocí metody MIR-FT (rutinní) s výsledky metody GC (referenční). Odběry individuálních vzorků mléka proběhly u dojnic plemene české strakaté ($n = 172$) a holštýnské ($n = 173$). U vzorků mléka bylo stanoveno základní chemické složení a rutinní stanovení MK metodou MIR-FT. Zároveň byly stanoveny MK metodou GC. Bylo zjištěno, že zastoupení MK a jejich skupin pomocí MIR-FT byla mírně nadhodnocená. Projevilo se to nejvíce u skupiny polynenasycených MK (relativní rozdíl +58,0 %) a u kyselin stearové (+30,6 %) a olejové (+32,9 %). I přesto lze rutinní metodu MIR-FT využít s velkou přesností pro stanovení skupin MK, které mají vysoký podíl v mléčném tuku (SFA, MUFA)

Klíčová slova: dojnice, mléko, mastné kyseliny, referenční metoda, rutinní metoda

ABSTRACT

The proportion of milk fatty acids (FAs) is crucial in nutritional and technological properties. A Fourier transform mid-infrared spectroscopy (MIR-FT) offers a faster and cheaper determination of milk components than gas chromatography (GC). On the other hand, the GC method determines FAs with more considerable accuracy. The aim of this work was to compare the results of FAs determination in individual milk samples using the MIR-FT (routine) method with the results of the GC (reference) method. Individual milk samples were taken from dairy cows of the Czech Fleckvieh ($n = 172$) and Holstein ($n = 173$) breeds. The basic chemical composition and routine determination of FAs in the milk samples were determined by the MIR-FT method. At the same time, FAs were determined by the GC method. It was found that the proportion of FAs and their groups through MIR-FT was slightly overestimated. This was most pronounced in the group of polyunsaturated FAs (relative difference + 58.0%), in stearic acid (+ 30.6%), and oleic acid (+ 32.9%). Nevertheless, the routine MIR-FT method can be used with great accuracy to determine FA groups with a high proportion in milk fat (e.g. saturated FAs, monounsaturated FAs).

Keywords: cows, milk, fatty acids, reference method, routine method

ÚVOD

Znalost složení a vlastností mléka je významná z mnoha hledisek, z nichž k nejdůležitějším patří informace o kvalitě a zdravotní nezávadnosti mléka, informace o zdraví dojníc, příp. jejich výživě, a celkově i informace o úrovni daného chovu (de Roos et al., 2007; van der Drift et al., 2012; Arnould et al., 2013; Müller et al., 2019; Bahadi et al., 2021).

S rozvojem infračervené spektroskopie (IR) dochází v kontrole kvality mléka k rozšiřování nabídky dostupných analýz. Využívá se nejčastěji IR ve středové oblasti s technologií optických filtrů (MIR), IR celého spektra ve středové oblasti prostřednictvím Michelsonova interferometru a Fourierových transformací (MIR-FT)

a podobně IR v oblasti blízké infračervenému záření (NIR-FT). Tyto nepřímé (rutinní) metody mají nespornou výhodu v tom, že umožňují rychlejší a levnější analýzu a kromě dlouhodobě využívaného stanovení základních složek mléka (Goulden, 1964; Biggs, 1978) se v posledních letech využívají také při analýze dalších, obvykle minoritních, složek mléka jako jsou volné mastné kyseliny (Bijgaart, 2006), individuální mastné kyseliny (MK) a jejich skupiny (Afseth et al., 2010; Eskildsen et al., 2014), laktoferin (Soyeurt et al., 2012), minerální látky (Visentin et al., 2016) a dále aceton, beta hydroxymáselná kyselina a citronová kyselina coby indikátory metabolického stavu dojnic (Grelet et al., 2016).

Mléčný tuk je jednou ze základních složek a jeho struktura a specifické složení, resp. zastoupení jednotlivých MK, rozhodují o nutričních vlastnostech mléka, jeho možných zdravotních benefitech pro konzumenty, ale také o technologické zpracovatelnosti (Jensen, 2002; Hanuš et al., 2018). I to bylo důvodem, proč se IR začala využívat i při stanovení MK či jejich skupin.

Při praktickém využívání je však významná věrohodnost výsledků dané nepřímé metody. Obecně je pro tuto věrohodnost důležitá úroveň kvality kalibrací na základě výsledků metod přímých (referenčních). Referenční metodou stanovení MK mléčného tuku je plynová chromatografie (GC), která je finančně i časově poměrně náročná (Coppa et al., 2014).

Cílem této práce bylo porovnat výsledky stanovení MK v individuálních vzorcích mléka pomocí MIR-FT podle výsledků GC a posoudit vhodnost využití nepřímé metody v kontrole užitkovosti.

MATERIÁL A METODIKA

Odběry individuálních vzorků mléka byly realizovány v rámci kontroly užitkovosti, a to ve třech chovech plemene české strakaté ($n = 172$) a ve třech chovech plemene holštýnské ($n = 173$). U vzorků mléka nebyly použity chemické konzervační prostředky.

Získané vzorky byly rozděleny na dvě části a ihned transportovány do laboratoře při 5 °C. První část byla použita pro stanovení základního chemického složení mléka (Tabulka 1) a rutinní stanovení mastných kyselin pomocí pravidelně kalibrovaného zařízení CombiFoss FT+ (MilkoScan FT+ 76150, Fossomatic FC 79910), 500 vzorků/hod. (Foss Analytical A/S, Denmark) metodou MIR-FT.

Druhá část byla využita pro stanovení MK metodou GC po předchozí lyofilizaci vzorků, extrakci tuku petroletherem a převedení na metylestery MK (alkalickou katalýzou) dle předepsaných parametrů (Samková et al., 2020). Vzorky před GC analýzou byly konzervovány zmrazením (-18 °C).

V programu Microsoft Excel byly hodnoty o obsazích MK získané rutinní metodou přepočítány na hodnoty odpovídající vyjádření referenční metody, tedy plynové chromatografie (g/100 g všech MK) podle vzorce: $(A_n \times 100)/(B_n \times 0,95)$, kde A_n je hodnota MK vyjádřená v g/100 g mléka, B_n je hodnota obsahu tuku v g/100 g mléka a 0,95 je koeficient přepočtu obsahu tuku na MK. Variační koeficient (v %) byl vypočten dle vzorce: $(\text{směrodatná odchylka}/\text{průměr}) \times 100$.

K analýze získaných dat byl využit program Statistica 12.0 (Statsoft ČR). Pro vyhodnocení obou kvantitativních proměnných (MK stanovené MIR-FT a MK stanovené GC) byl použit 1) Studentův párový *t*-test pro porovnání dvou průměrů a 2) korelační analýza pro zjištění těsnosti vztahu. Statistická významnost byla vyjádřena na obvyklých hladinách významnosti (0,05; 0,01; 0,001).

VÝSLEDKY A DISKUZE

V tabulce 2 jsou uvedeny celkové průměrné hodnoty jednotlivých MK a jejich skupin zjištěné metodou MIR-FT a GC u sledovaného souboru ($n = 345$). Zjištěná zastoupení MK a jejich skupin odpovídají literárním údajům (Soyeurt et al., 2011; Maurice-Van Eijndhoven et al., 2013; Gottardo et al., 2017) za podobných podmínek chovu dojníc. Např. průměrné zastoupení (v případě stanovení pomocí GC) u obsahově nejvyšší

palmitové kyseliny (C16:0) bylo 32,2 %, s rozpětím 24,6–43,2 % a variačním koeficientem 9,6 % a u olejové kyseliny (C18:1n-9) 19,2 %, s rozpětím 12,1–32,8 % a variačním koeficientem 17,0 %. Variabilita v ukazatelích kvality mléka (viz tabulka 1) byla tedy i předpokladem pro zajištění velké variability MK a jejich skupin. Lze říci, že uvedené sady vzorků představovaly vhodný materiál pro validaci MK a jejich skupin pomocí kalibrace MIR-FT.

Tabulka 2: Složení mléka (g/100 g) individuálních vzorků syrového kravského mléka u sledovaných dojníc českého strakatého a holštýnského plemene

Ukazatele	České strakaté (n = 172)			Holštýnské (n = 173)			Celkem (n = 345)		
	\bar{x}	s_x	v %	\bar{x}	s_x	v %	\bar{x}	s_x	v %
Tuk	4,46	0,92	20,5	4,23	0,91	21,6	4,34	0,92	21,2
Bílkoviny	3,52	0,41	11,6	3,36	0,36	10,8	3,44	0,39	11,3
Laktóza	5,04	0,22	4,4	5,05	0,30	5,8	5,04	0,26	5,2
Tukuprostá sušina	9,17	0,43	4,7	9,03	0,51	5,7	9,1	0,48	5,3

v % = variační koeficient.

Výsledky téměř všech MK a jejich skupin jsou v případě stanovení pomocí MIR-FT nadhodnocené, nejvýše pak (vyjádřeno hodnotou relativního rozdílu) u skupiny polynenasycených MK (PUFA) (+58,0 %) a u kyselin stearové (+30,6 %) a olejové (+32,9 %). Vysoký rozdíl v průměrných hodnotách mezi MIR-FT a GC u olejové kyseliny mohl být způsoben tím, že u stanovení pomocí GC jde pouze o olejovou kyselinu, zatímco stanovení MIR-FT zahrnovalo i C18:1 izomery (FOSS, 2011). Olejová kyselina (*cis*-9 izomer C18:1n-9) představuje asi 20 % až 30 % mléčného tuku a je nejhojnějším izomerem (více než 80 %) ze skupiny C18:1. Stanovením metodou GC se získá velmi heterogenní směs izomerů C18:1, ať již *cis* nebo *trans*. Je také známo, že variabilita podílů *trans* izomerů C18:1 je velmi vysoká, pohybuje se od 1,29 do 7,17 % (Precht a Molkentin, 2000) a závisí na výživě, sezóně, plemeni, stadiu laktace aj. faktorech (Jensen et al., 2002).

Hodnoty korelačních koeficientů mezi MIR- FT a GC pro individuální vzorky mléka jsou vysoké a bez výjimky statisticky vysoce významné, a to i u skupiny PUFA, kde byly relativní rozdíly v průměrném zastoupení mezi oběma metodami nejvyšší. Vysoké hodnoty korelačních koeficientů byly nalezeny u nasycených MK (SFA, 0,852), mononenasycených MK (MUFA, 0,7580) a MK s dlouhým uhlíkovým řetězcem (LCFA, 0,8494). Z hlediska využitelnosti výsledků analýz nás rovněž zajímalo, zda těsnosti závislosti jsou totožné u obou v ČR nejrozšířenějších dojených plemen – českého strakatého a holštýnského skotu – tabulka 3.

Porovnání průměrných hodnot MK a jejich skupin stanovených metodou GC u plemen české strakaté a holštýnské prokázalo, že procentuální zastoupení u obou plemen odpovídá údajům známým z dostupné literatury i z našich předchozích výzkumů. Z těch vyplývá, že u českého strakatého skotu je z hlediska nutričního mírně příznivější profil MK v porovnání s mléčným tukem holštýnských dojnic (Samková et al., 2012). Ačkoliv se zdá, že nadhodnocení procentuálního zastoupení MK a jejich skupin stanovených MIR-FT je mírně vyšší u plemene českého strakatého, těsnost závislosti analýzy MIR-FT vs. GC je vyšší. To je patrné zejména u skupin tříděných dle nasycenosti: SFA (0,9052, resp. 0,8122 pro české strakaté, resp. holštýnské), MUFA (0,8268, resp. 0,7124) a PUFA (0,4741, resp. 0,2501).

Pokud jde o zjištěné výsledky, je zajímavé je porovnat s dostupnými literárními zdroji, které povětšinou uvádějí těsnější závislosti (Ferrand-Camels et al., 2014 aj.). Na druhé straně i u těchto prací je patrná tendence nižších korelačních koeficientů pro skupiny PUFA. Wojciechowski a Barbano (2016) uvádějí, že dle metody MIR-FT je stanovení MK podle délky uhlíkového řetězce méně těsné (0,78) než podle nasycenosti MK (0,90), což potvrzují i hodnoty zjištěné v této studii.

Tabulka 2: Základní statistické charakteristiky pro vybrané mastné kyseliny (MK) a jejich skupiny, stanovené plynovou chromatografií (GC) a střední infračervenou spektroskopií (MIR-FT), včetně převodu na identické skupiny GC a výsledků párového t-testu a korelační analýzy u individuálních vzorků mléka (n = 345) dojnic holštýnského a českého strakatého plemene

MK a jejich skupiny ²	MIR-FT (g/100 g všech MK) ¹					GC (g/100 g všech MK)					Testování průměrů			Korelační analýza	
	\bar{x}	min.	max.	s _x	v %	\bar{x}	min.	max.	s _x	v %	rozdíln. abs.	rozdíln. rel.	p (t-test)	r	p
C16:0	36,5	26,3	44,9	3,1	8,5	32,2	24,6	43,2	3,1	9,6	+4,3	+11,8	<0,001	0,6915	<0,001
C18:0	13,4	7,9	19,7	1,8	13,4	9,3	4,5	17,5	1,9	20,6	+4,1	+30,6	<0,001	0,6718	<0,001
C18:1	28,6	1,9	42,3	3,8	13,3	-	-	-	-	-	+9,4	+32,9	<0,001	0,7813	<0,001
C18:1n-9 (<i>cis</i> -9)	-	-	-	-	-	19,2	12,1	32,8	3,3	17,0	-	-	-	-	-
SFA	69,5	56,2	79,8	3,6	5,2	68,1	54,1	77,2	3,8	5,7	+1,4	+2,0	<0,001	0,8592	<0,001
MUFA	32,7	22,8	45,1	3,7	11,2	25,4	17,2	40,3	3,7	14,6	+7,3	+22,3	<0,001	0,7580	<0,001
PUFA	8,1	5,2	12,1	1,2	15,1	3,4	2,1	4,7	0,5	14,4	+4,7	+58,0	<0,001	0,3314	<0,001
SCFA	10,1	5,7	13,5	1,4	14,1	13,2	5,3	19,9	2,1	16,2	-3,1	-30,7	<0,001	0,5645	<0,001
MCFA	43,5	19,0	91,9	7,3	16,7	50,8	36,9	62,1	4,2	8,3	-7,3	-16,8	<0,001	0,2277	<0,001
LCFA	35,7	26,0	55,5	5,1	14,4	36,0	25,1	57,6	5,3	14,6	-0,3	-0,8	<0,001	0,8494	<0,001

r = Pearsonův korelační koeficient; v % = variační koeficient.

¹ MIR-FT = MK a jejich skupiny vypočtené jako MK stanovené pomocí MIR-FT (g/100 g v mléce) \times 100/tuk stanovený pomocí MIR-FT \times 0,95

² SFA = nasycené MK, MUFA = mononenasycené MK, PUFA = polynenasycené MK, SCFA = MK s krátkým řetězcem, MCFA = MK se středně dlouhým řetězcem, LCFA = MK s dlouhým řetězcem.

Tabulka 3: Základní statistické charakteristiky pro vybrané mastné kyseliny (MK) a jejich skupiny, stanovené plynovou chromatografií (GC) a střední infračervenou spektroskopií (MIR-FT), včetně výsledků párového t-testu a korelační analýzy u individuálních vzorků mléka dojnic holštýnského (n = 173) a českého strakatého (n = 172) plemene

Plemeno	MK a jejich skupiny ²	MIR-FT (g/100 g všech MK) ¹			GC (g/100 g všech MK)			Testování průměrů			Korelační analýza	
		\bar{x}	s_x	v %	\bar{x}	s_x	v %	rozdl. abs.	rozdl. rel.	p (t-test)	r	p
České strakaté	C16:0	37,05	2,65	7,2	32,28	3,08	9,5	4,8	12,9	<0,001	0,7149	<0,001
	C18:0	13,35	1,63	12,2	9,24	1,75	18,9	4,1	30,8	<0,001	0,6332	<0,001
	C18:1 ³	28,29	3,73	13,2	18,55	3,08	16,6	9,7	34,4	<0,001	0,8105	<0,001
	SFA	70,05	3,49	5,0	68,92	3,69	5,4	1,1	1,6	<0,001	0,9052	<0,001
	MUFA	32,41	3,61	11,1	24,59	3,52	14,3	7,8	24,1	<0,001	0,8268	<0,001
	PUFA	8,06	1,18	14,7	3,22	0,38	11,8	4,8	60,1	<0,001	0,4741	<0,001
	SCFA	10,11	1,53	15,2	13,60	2,37	17,4	-3,5	-34,4	<0,001	0,6861	<0,001
	MCFA	44,74	7,53	16,8	51,30	3,76	7,3	-6,6	-14,6	<0,001	0,2637	<0,001
	LCFA	35,13	4,74	13,5	35,11	4,91	14,0	0,0	0,1	0,9131	0,8421	<0,001
Holštýnské	C16:0	35,91	3,43	9,6	32,16	3,08	9,6	3,8	10,4	<0,001	0,6983	<0,001
	C18:0	13,45	1,96	14,6	9,39	2,08	22,1	4,1	30,2	<0,001	0,7406	<0,001
	C18:1 ³	28,92	3,84	13,3	19,78	3,32	16,8	9,1	31,6	<0,001	0,7704	<0,001
	SFA	68,97	3,66	5,3	67,21	3,84	5,7	1,8	2,6	<0,001	0,8122	<0,001
	MUFA	32,97	3,70	11,2	26,12	3,74	14,3	6,9	20,8	<0,001	0,7124	<0,001
	PUFA	8,14	1,27	15,6	3,48	0,54	15,4	4,7	57,2	<0,001	0,2501	<0,001
	SCFA	10,09	1,30	12,9	12,81	1,81	14,1	-2,7	-27,0	<0,001	0,4001	<0,001
	MCFA	42,21	6,80	16,1	50,32	4,59	9,1	-8,1	-19,2	<0,001	0,2397	0,002
	LCFA	36,19	5,45	15,1	36,87	5,47	14,8	-0,7	-1,9	0,0039	0,8532	<0,001

r = Pearsonův korelační koeficient; v % = variační koeficient.

¹ FT-MIR = FA a jejich skupiny vypočtené jako FA stanovené pomocí FT-MIR (g/100 g v mléce) \times 100/tuk stanovený pomocí FT-MIR \times 0,95;

² SFA = nasycené MK, MUFA = mononenasycené MK, PUFA = polynenasycené, MK, SCFA = MK s krátkým řetězcem, MCFA = MK se středně dlouhým řetězcem, LCFA = MK s dlouhým řetězcem. ³ GC hodnoty jsou pro kyselinu C18:1n-9 (cis-9).

ZÁVĚR

Závěrem lze říci, že metodu MIR-FT lze s výhodou použít pro rutinní stanovení u individuálních vzorků mléka dojníc českého strakatého a holštýnského skotu, a to především u těch skupin FA a jednotlivých FA, které mají vysoký podíl v mléčném tuku (SFA, UFA, respektive C16:0). Je možné, že tyto údaje by mohly být pro některé chovatele zajímavé a mohly by je využívat k produkci mléka se specifickým složením.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství ČR (NAZV KUS QJ1510336) a Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (GAJU 028/2019/Z).

LITERATURA

Afseth, N.K., Martens, H., Randby, Å., Gidskehaug, L., Narum, B., Jørgensen, K., Lien, S., Kohler, A. (2010): Predicting the fatty acid composition of milk: A comparison of two Fourier transform infrared sampling techniques. *Applied Spectroscopy*, 64, 700–707.

Arnould, V.M.-R., Reding, R., Bormann, J., Gengler, N., Soyeurt, H. (2013): Review: Milk composition as management tool of sustainability. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 17, 613–621.

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.

Biggs, D.A. (1978): Instrumental infrared estimation of fat, protein, and lactose in milk—collaborative study. *Journal – Association of Official Analytical Chemists*, 61, 1015–1034.

- Bijgaart Van Den, H. (2006): New applications of mid-infra-red spectrometry for the analysis of milk and milk products. 2 Free fatty acids. *IDF Bulletin*, 406, 22–28.
- Coppa, M., Revello-Chion, A., Giaccone, D., Ferlay, A., Tabacco, E., Borreani, G. (2014): Comparison of near and medium infrared spectroscopy to predict fatty acid composition on fresh and thawed milk. *Food Chemistry*, 150, 49–57.
- de Roos, A.P.W., van den Bijgaart, H.J.C.M., Horlyk, J., de Jong, G. (2007): Screening for subclinical ketosis in dairy cattle by Fourier transform infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 90, 1761–1766.
- Eskildsen, C.E., Rasmussen, M.A., Engelsen, S.B., Larsen, L.B., Poulsen, N.A., Skov, T. (2014): Quantification of individual fatty acids in bovine milk by infrared spectroscopy and chemometrics: Understanding predictions of highly collinear reference variables. *Journal of Dairy Science*, 97, 7940–7951.
- Ferrand-Calmels M., Palhiere I., Brochard M., Leray O., Astruc J.M., Aurel M.R., Barbey S., Bouvier F., Brunschwig P., Caillatt H., Douguet M., Faucon-Lahalle F., Gele M., Thomas G., Trommenschlager J.M., Larroque H. (2014): Prediction of fatty acid profiles in cow, ewe, and goat milk by mid-infrared spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 97, 17–35.
- FOSS (2011): *Application Note 64: MilkoscanTM FT+ Fatty Acid Prediction Models*; FOSS: Hillerød, Danmark.
- Goulden, J.D.S. (1964): Analysis of milk by infrared absorption. *Journal of Dairy Research*, 31, 273–284.
- Gottardo P., Penasa M., Righi F., Lopez-Villalobos N., Cassandro M., De Marchi M. (2017): Fatty acid composition of milk from Holstein-Friesian, Brown Swiss, Simmental and Alpine Grey cows predicted by mid-infrared spectroscopy. *Italian Journal of Animal Science*, 16, 380–389.

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, b-hydroxybutyrate, and citrate contents in bovine milk through a European dairy network. *Journal of Dairy Science*, 99, 4816–4825.

Hanuš, O., Samková, E., Křížová, L., Hasoňová, L., Kala, R. (2018): Role of fatty acids in milk fat and the influence of selected factors on their variability-A review. *Molecules*, 23, 1636.

Jensen, R.G. (2002): The composition of bovine milk lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science*, 85, 295–350.

Maurice-Van Eijndhoven M.H.T., Soyeurt H., Dehareng F., Calus M.P.L. (2013): Validation of fatty acid predictions in milk using mid-infrared spectrometry across cattle breeds. *Animal*, 7, 348–354.

Müller, U., Kesser, J., Koch, C., Helfrich, H.-P., Rietz, C. (2019): Monitoring predictive and informative indicators of the energy status of dairy cows during early lactation in the context of monthly milk recordings using mid-infrared spectroscopy. *Livestock Science*, 221, 6–14.

Precht, D., Molkentin, J. (2000): Frequency distributions of conjugated linoleic acid and *trans* fatty acids contents in European bovine milk fats. *Milchwissenschaft*, 55 (12): 687–691.

Samková E., Špička J., Pešek M., Pelikánová T., Hanuš O. (2012): Animal factors affecting fatty acid composition of cow milk fat: A review. *South African Journal of Animal Science*, 42, 83–100.

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.

Soyeurt H., Dehareng F., Gengler N., McParland S., Wall E., Berry D.P., Coffey M., Dardenne P. (2011): Mid-infrared prediction of bovine milk fatty acids across multiple breeds, production systems, and countries. *Journal of Dairy Science*, 94, 1657–1667.

Soyeurt, H., Bastin, C., Colinet, F.G., Arnould, V.M.-R., Berry, D.P., Wall, E., Dehareng, F., Nguyen, H.N., Dardenne, P., Scheifers, J., Vandenplas, J., Weigel, K., Coffey, M., Théron, L., Detilleux, J., Reading E., Gengler, N., McParland, S. (2012): Mid-infrared prediction of lactoferrin content in bovine milk: Potential indicator of mastitis. *The Animal International Journal of Animal Bioscience*, 6, 1830–1838.

van der Drift, S.G.A., Jorritsma, R., Schonewille, J.T., Knijn, H.M., Stegeman, J.A. (2012): Routine detection of hyperketonemia in dairy cows using Fourier transform infrared spectroscopy analysis of beta-hydroxybutyrate and acetone in milk in combination with test-day information. *Journal of Dairy Science*, 95, 4886–4898.

Visentin, G., Penasa, M., Gottardo, P., Cassandro, M., de Marchi, M. (2016): Predictive ability of mid-infrared spectroscopy for major mineral composition and coagulation traits of bovine milk by using the uninformative variable selection algorithm. *Journal of Dairy Science*, 99, 8137–8145.

Wojciechowski K.L., Barbano D.M. (2016): Prediction of fatty acid chain length and unsaturation of milk fat by mid-infrared milk analysis. *Journal of Dairy Science*, 99, 8561–8570.

Kontakní adresa: Ing. Karolína Hálová, Katedra potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice, Česká republika, e-mail: halovk03@zf.jcu.cz

**ANALÝZA OBSAHU VYBRANÝCH IZOMÉROV TOKOFEROLU
A KAROTENOIDOV V OLEOZÓMOVEJ FRAKCII
RAKYTNÍKA REŠETLIAKOVÉHO**

**COMPOSITION OF SELECTED TOCOPHEROL AND CAROTENOID
CONTENT IN OLEOSOME FRACTION OF SEA BUCKTHORN**

**Lívia Janotková¹ – Katarína Hollosyová¹ – Lenka Nahliková¹
Marianna Potočnáková¹ – František Kreps¹**

**¹Ústav potravinárstva a výživy,
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU,
Radlinského 9, Bratislava 812 37**

ABSTRAKT

Oleozómy predstavujú mikrónové alebo (sub)-mikronové sférické organely, ktoré možno získať z viacerých rastlinných matric. Jedným z takýchto zdrojov je aj rakytník rešetliakový (RR) (*Hippophae rhamnoides* L.). V tejto práci sme sa zamerali na získanie oleozómovej frakcie zo šľavy RR vybraného kultivaru 'Leikora' prostredníctvom centrifugácie pri 13 °C, 4000 ot./min. počas 15 minút. Vzhľadom k pomerne vysokému zastúpeniu izomérov tokoferolov a β -karoténu v plodoch RR bolo našim cieľom analyzovať obsah týchto látok aj v oleozómoch. Získaný výťažok tejto frakcie bol pomerne nízky ($20,66 \pm 0,18$ %). Metódu extrakcie oleozómov je preto nevyhnutné optimalizovať s cieľom získania vyššieho výťažku. Celkový lipidový podiel v oleozómoch vybraného kultivaru je $55,56 \pm 0,62$ %. Výrazne dominantným tokoferolom je α -tokoferol ($621,90 \pm 9,73$ mg/kg), pričom obsah β -tokoferolu je výrazne nižší ($196,98 \pm 3,69$ mg/kg). Obsah β -karoténu predstavoval hodnotu $66,40 \pm 0,40$ mg/kg. Vybrané izoméry tokoferolov zastúpené v tejto frakcii môžu výrazne prispieť k zlepšeniu oxidačnej stability oleozómov.

Kľúčové slová: rakytník rešetliakový; oleozómy; centrifugácia; tokoferol; beta-karotén

ABSTRACT

Oleosomes are micron or (sub)-micron spherical organelles that can be obtained from various plant materials. One of the source is sea buckthorn (SB) (*Hippophae rhamnoides* L.). In this work, we focused on obtaining the oleosome fraction from the juice of SB of the selected cultivar "Leikora" by centrifugation at 13 °C, 4000 rpm. for 15 minutes. Due to the relatively high proportion of tocopherols and β -carotene isomers in SB fruits, our goal was to analyze the content of these substances in oleosomes. The obtained yield of this fraction was relatively low ($20.66 \pm 0.18 \%$). Hence, it is necessary to optimize the oleosome extraction method in order to obtain a higher yield. The total lipid content in oleosomes of the selected cultivar is $55.56 \pm 0.62\%$. The significantly dominant tocopherol is α -tocopherol (621.90 ± 9.73 mg/kg), while the β -tocopherol content is significantly lower (196.98 ± 3.69 mg/kg). The β -carotene content is 66.40 ± 0.40 mg/kg. Selected isomers represented in this fraction can significantly contribute to improve the oxidation stability of oleosomes.

Keywords: sea buckthorn; centrifugation; oleosome; tocopherol; beta-carotene.

ÚVOD

V priebehu vývoja a dozrievania semien rastliny syntetizujú olejové kvapôčky. Slúžia ako „zásobáreň“ pre ďalšie využitie. Tieto častice (olejové kvapôčky) sú tiež známe ako oleozómy, olejové telieska, adipozómy alebo sferozómy. Predstavujú mikrónový alebo (sub)-mikrónový systém olejových kvapôčok (Huang 2018; Abdullah et al. 2020). Pozostávajú z hydrofóbného triacylglycerolového (TAG) jadra, ktoré je obklopené komplexnou membránou pozostávajúcou z monovrstvy fosfolipidov, proteínov a ďalších sprievodných látok. Zohrávajú úlohu predovšetkým pri syntéze a stabilite. Proteín-fosfolipidová membrána zároveň chráni oleozómy pred extrémnymi podmienkami prostredia spôsobenými chemickým alebo mechanickým namáhaním (Abdullah et al. 2020; Yang et al. 2021).

V poslednom období si oleozómy získali z hľadiska ich aplikácie značné množstvo pozornosti v potravinárskom priemysle. Jedným z dôvodov je ich potenciálne využitie ako transportné systémy biologicky aktívnych látok (BAL) akými sú napr. prchavé arómy, hydrofóbne látky. Ďalej tiež v príprave imitácii mliečnych produktov (napr. jogurt, syr, majonéza), výrobe jedlých funkčných filmov. V neposlednom rade majú potenciál v použití ako prírodné emulgátory za účelom stabilizácie potravinárskych emulzií (Waschatko et al. 2012; Karefyllakis et al. 2019; Nikiforidis 2019; Abdullah et al. 2020). Podľa Nikiforidis a Kiosseoglou (2009), Zaaboul et al. (2018), Abdullah et al. (2020) emulzie na báze oleozómov môžu vykazovať významnú oxidačnú stabilitu v dôsledku prednostnej oxidácie vonkajších proteínov (dioxygenázy, lipoxigenázy) v kombinácii s integrálnymi proteínmi akými sú napr. oleozíny, kaleozíny, steroleozíny) na povrchovej membráne prostredníctvom vychytávania voľných radikálov.

Oleozómy možno získať z mikroorganizmov (napr. baktérie, kvasinky, mikroriasy) cicavcov, ale najmä z rôznych druhov rastlín (Wältermann a Steinbüchel 2005; Barbosa a Siniosoglou 2017; Huang 2018). Mnohé štúdie uvádzajú, že ich možno nájsť v rôznych rastlinných častiach ako sú semená, listy, korene, v bunkových tkanivách semien a orechov a ďalších (Shimada a Hara-Nishimura 2015; Lamberti et al. 2020). K extrakcii oleozómov na potravinárske aplikácie možno použiť rastlinné materiály akými sú napr. mandle, arašidy, tekvicové semená, sojové bôby, ryžové otruby, atď. (Adams et al. 2012; Gallier a Singh 2012; Zaaboul et al. 2018; Al Loman et al. 2018).

Jedným zo zdrojov je tiež rakytník rešetliakový (RR) (*Hippophae rhamnoides* L.). Táto mimoriadne cenná rastlina so žltoranžovými plodmi je obzvlášť rozšírená v Ázii, Európe a Kanade (Teleszko et al. 2015; Zielińska a Nowak 2017; Ciesarová et al. 2020). Plody, listy a kôra RR majú unikátne zloženie BAL. V bobuliach RR sú bohato zastúpené sacharidy, vitamíny rozpustné v tukoch, antioxidanty, esenciálne mastné

kyseliny, aminokyseliny, fytosteroly a tiež flavonoidy. K výnimočnej hodnote tejto rastliny prispievajú lipofilné antioxidanty ako tokoferoly, karotenoidy a hydrofilné antioxidanty akými sú zas flavonoidy, taníny, fenolové kyseliny a kyselina askorbová, ktoré sú zastúpené v eminentne vysokých množstvách. (Beveridge et al. 1999; Suryakumar a Gupta 2011; Ciesarová et al. 2020). Rovnako ako iné olejnaté rastliny (olivky, avokádo, palma, atď.), aj RR môže akumulovať dva oleje, ktoré sa líšia zložením. Jeden z olejov pochádza zo semien a druhý je z dužiny RR. Olej z dužiny je uložený v malých, intracelulárnych vezikulách nahromadených v chromoplastoch. Práve počas dozrievania chromoplasty akumulujú už spomínané oleozómy (Abdullah et al. 2020).

Podľa Dąbrowski et al. (2022) chemické zloženie olejov pochádzajúcich z dužiny RR je veľmi variabilné v závislosti od genotypu, miesta pestovania, techniky extrakcie. Pozoruhodné je tiež, že genotypy pestované na európskom území majú nižší podiel kyseliny palmitolejovej a tokoferolov.

V našom príspevku sme sa zamerali na stanovenie zastúpenia 2 izomérov tokoferolov a β -karoténu v oleozómovej frakcii RR.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

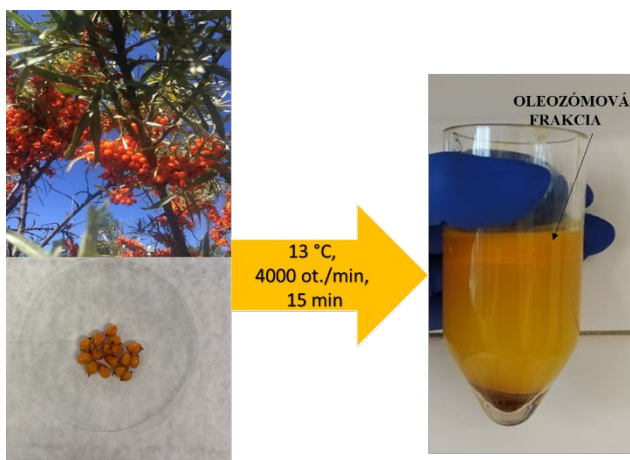
Bobule rakytníka rešetliakového (RR) kultivaru 'Leikora' pochádzali z produkcie PD Tvrdošovce (Slovensko). Po zbere boli v laboratórnych podmienkach plody RR zmrazené a skladované pri teplote $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ až kým neboli podrobené analýze.

Chemikálie a inštrumentácia

Použité chemikálie boli minimálne analytického stupňa čistoty p.a.: chloroform, metanol, bezvodý síran sodný a n-hexán min. 99% čistoty (CentralChem, Slovensko). Štandardy α -tokoferolov $\geq 96\%$ HPLC čistoty a β -tokoferolu $\geq 96\%$ HPLC čistoty (Sigma-Aldrich, Nemecko).

Príprava vzoriek a oleozómov

Z bobúl RR bola pripravená šťava pomocou odšťavovača MES25C0 (Bosch, Nemecko). Takto získaná šťava bola ďalej podrobená príprave oleozómov. Každá vzorka šťavy z RR (45 mL) bola umiestnená do centrifúgy a odvážená. Následne bola uskutočnená separácia oleozómovej frakcie odstredením v centrifúge Hettich (Hettich Lab Technology, Nemecko) za nasledujúcich podmienok: teplota 13 °C, čas 15 minút, relatívna odstredivá sila 4000 ot./min. Po odstredení horná časť predstavovala oleozómovú frakciu (Obr.1), ktorá bola prenesená do inej skúmavky, odvážená a podrobená ďalšej analýze.



Obrázok 1: Frakcia oleozómov rakytníka rešetliakového (*Hippophae rhamnoides* L.)

Extrakcia tuku z oleozómov

Extrakcia tuku z oleozómov bola uskutočnená modifikovanou metódou podľa Folch et al. (1957). Do centrifugačnej skúmavky bolo odobratých 8 g oleozómovej frakcie. Následne bolo potrebné pridať 30 mL zmesi chloroform/metanol (2:1). Vzniknutá zmes bola podrobená homogenizácii v ultrasonikačnom kúpeli. Ďalej bola uskutočnená centrifugácia za nasledujúcich podmienok: 4500 ot./min., 5 min. Potom bol supernatant prenesený do oddeľovacieho lievika. Iónová sila bola upravená pridaním zmesi 0,58%

roztoku chloridu sodného. Takto upravená zmes bola ponechaná po dobu 18 hodín v tme. Po uplynutí tohto času v oddeľovacom lieviku vznikli 2 frakcie. Spodná frakcia, ktorá obsahovala chloroform a tuk bola oddelená a ponechaná na účely ďalšieho spracovania. Vrchná frakcia bola premývaná chloroformom až do odfarbenia a podrobená homogenizácii po dobu 5 minút. Chloroformové frakcie boli následne spojené a premyté pomocou sušidla bezvodého síranu sodného. Organické rozpúšťadlo bolo odparené pri 45 °C na vákuovej rotačnej odparke Hei-VAP Precision G1 P+G HM (Heidolph, Nemecko). Bezprostredne po odparení bola vzorka stripovaná inertným dusíkom.

Chromatografická analýza

Kvantitatívna analýza obsahu α - a β -tokoferolu v oleozómovej frakcii bola uskutočnená kvapalinovým chromatografom HPLC Agilent 1260 Infinity II LC systém s detektorom s nastaviteľnou vlnovou dĺžkou (MWD) (Agilent Technologies, USA). Vzorka bola rozpustená v n-hexáne tak, aby koncentrácia vzorky bola 50 mg/mL. Analýza bola uskutočnená pri jednej vlnovej dĺžke, a to 292 nm (λ_{\max} pre α -tokoferol), pričom boli použité 2 spojené analytické kolóny NucleoSil 100 Si 5 μ m (250 x 4.0 mm) a NucleoDur 100-5 (Macherey-Nagel Ltd., Nemecko), softvér OpenLab (Agilent Technologies, USA). Mobilná fáza pozostávala z n-hexánu a izopropanolu v pomere 98,8:1,2 s prietokom mobilnej fázy 1 mL/min.

Spektrofotometrické stanovenie β -karoténu

Analýza zastúpenia β -karoténu bola uskutočnená metódou podľa BSI BS 684-2.20 (1976) pomocou spektrofotometra Lovibond PFXi 995 (Amsebury, UK).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výtťažok oleozómovej frakcie po uskutočnení centrifugácie je uvedený v Tab. 1. Výtťažok oleozómov z rôznych kultivarov RR sa podľa Dąbrowski et al. (2022) pohyboval v rozsahu 6,64–11,0 %, pričom najvyšší výtťažok bol zaznamenaný v prípade kultivaru 'Botaniczeskaja' 'Ljubitel'skaja'. Podobné hodnoty výtťažku v rozsahu

12–14,5 % získali aj Socaciu et al. (2007). Týmto možno potvrdiť, že metóda centrifugácie za účelom získania oleozómov poskytuje výrazne nízke výtťažky. Metódu je preto potrebné do budúcnosti optimalizovať (čas, relatívna centrifugačná sila, teplota počas centrifugácie).

Súčasťou Tab. 1 je tiež obsah tuku stanovený v oleozómoch. Dąbrowski et al. (2022) uviedli hodnoty obsahu tuku v rozsahu 40–50 %, čo môže byť spôsobené rôznorodosťou použitých kultivarov. Burčová et al. (2016) tiež uvádza, že použitím Folchovej metódy, ktorá bola použitá aj v našom prípade, možno vyextrahovať mnoho viac lipidických látok v porovnaní s ostatnými metódami.

Tabuľka 1: Výťažok oleozómov po centrifugácii a celkový obsah tuku

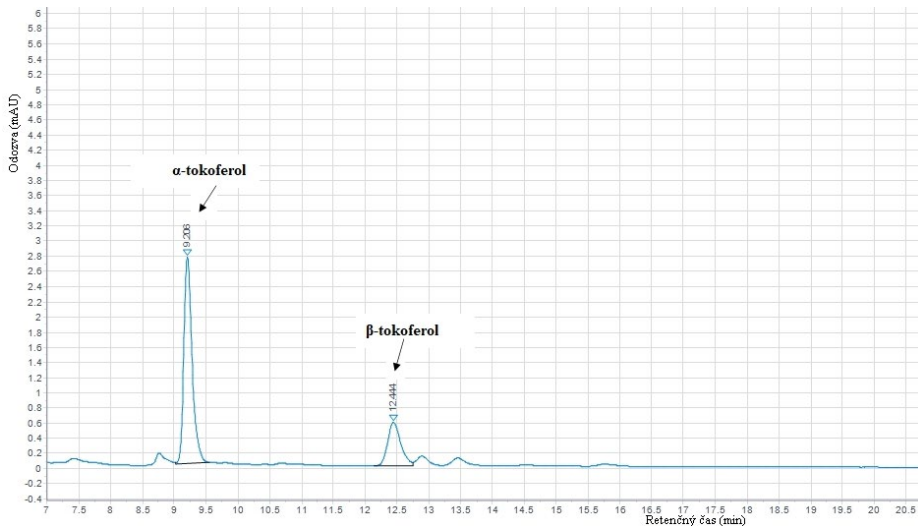
Zaznamenané parametre	Oleozómová frakcia (vrátane chyby merania)	
Výťažok po centrifugácii (%)	20,66	± 0,18
Celkový obsah tuku (%)	55,56	± 0,62

Z tab. 2 a obr. 2 vyplýva, že dominantne je v oleozómovej frakcii zastúpený α -tokoferol, čo potvrdili aj Dąbrowski et al. (2022). Zastúpenie α -tokoferolu v nami použitom kultivare 'Leikora' je blízke kultivaru 'Maryna' a 'Prozracznaja'. Viaceré štúdie potvrdili, že α -tokoferol je hlavný homológ olejov z dužiny RR. Oleje z celých plodov RR obsahujú 62–68 % α -tokoferolu, pričom v olejoch z dužiny RR je hodnota α -tokoferolu v rozsahu 630–1940 mg/kg, čo sa zhoduje s našimi výsledkami (Ciesarová et al., 2020).

Tabuľka 2: Obsah α - a β -tokoferolu v oleozómoch z rakytníka rešetliakového (RR) (*Hippophae rhamnoides* L.)

Izoméry tokoferolov v oleozómovej frakcii	Množstvo (mg/kg) (vrátane chyby merania)	
α -tokoferol	621,90	± 9,73
β -tokoferol	196,98	± 3,69

Bezsemenné časti bobúľ RR predstavujú omnoho lepší zdroj α -tokoferolu ako samotné semená. Podľa Azzi (2019) a Dąbrowski et al. (2022) 10 g oleja z dužiny môže poskytnúť približne 50 % denného odporúčaného príjmu vitamínu E, pričom najviac zastúpený v oleozómoch je práve α -tokoferol, ktorý možno nazvať ako jedinú molekulu vitamínu E, vzhľadom k jeho schopnosti zabraňovať ochoreniu AVED (ataxia s nedostatkom vitamínu E).



Obrázok 2: Chromatografický záznam obsahu α - a β -tokoferolu v oleozómovej frakcii

Spomedzi karotenoidov sme sa v práci zamerali na zastúpenie β -karoténu. Tab. 3 sumarizuje stanovený obsah β -karoténu v oleozómoch RR, pričom naše výsledky sú v korelácii s Dąbrowski et al. (2022). Hodnoty obsahu β -karoténu sú najbližšie hodnotám v prípade kultivaru 'Golden Rain'. Pop et al. (2015) a Tudor et al. (2020) potvrdili, že dominantne zastúpeným karotenoidom v RR je práve β -karotén.

Tabuľka 3: Obsah β -karoténu v oleozómoch z rakytníka rešetliakového (RR) (*Hippophae rhamnoides* L.)

Obsah β -karoténu v oleozómovej frakcii	Množstvo (mg/kg) (vrátane chyby merania)	
β -karotén	66,40	$\pm 0,40$

Podľa Burčová et al. (2016) je obsah v extrakte z dužiny RR 79,9 mg/kg. Dulf (2012) uvádza, že celkový obsah karotenoidov v oleji pochádzajúcom z dužiny RR je v prípade niektorých kultivarov až 3,5 g/kg. Ďalej dodáva, že výrazné rozdiely v zastúpení jednotlivých biologicky aktívnych látok napr. už spomínaných karotenoidov sú dôsledkom použitého kultivaru, času zberu ovocia, klimatických a geografických podmienok.

ZÁVER

Cieľom práce bolo získať zo šťavy RR oleozómovú frakciu a zistiť zastúpenie niektorých významných BAL v kultivare 'Leikora'. Na základe našich výsledkov usudzujeme, že extrakcia oleozómov pomocou centrifugácie poskytuje pomerne nízke výťažky, preto je potrebné túto metódu optimalizovať. Celkový lipidický podiel oleozómov z tohto kultivaru predstavuje **55,56 \pm 0,62 %**. Dominantné zastúpenie v oleozómovej frakcie má α -tokoferol (**621,90 \pm 9,73 mg/kg**). Okrem toho je vo frakcii zastúpený β -karotén (**66,40 \pm 0,40 mg/kg**).

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol vypracovaný s podporou Slovenskej vedeckej grantovej agentúry VEGA pre projekt 1/0012/19.

LITERATÚRA

Abdullah, Weiss, J., Zhang, H. (2020): Recent advances in the composition, extraction and food applications of plant-derived oleosomes. *Trends in Food Science & Technology*, 106: 322–332. ISSN 0924-2244. Dostupné z: doi:10.1016/j.tifs.2020.10.029

Adams, Gary, G., Imran, S., Wang, S., Mohammad, A., Samil Kok, M., Gray, D.A., Channell, G. A., Harding, S. E. (2012): Extraction, isolation and characterisation of oil bodies from pumpkin seeds for therapeutic use. *Food Chemistry*, 134(4): 1919–1925. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2012.03.114

Loman, AL, Abdullah, Callow, N.V. , Mahfuzul, Islam, SM, Ju, L-K. (2018): Single-step enzyme processing of soybeans into intact oil bodies, protein bodies and hydrolyzed carbohydrates. *Process Biochemistry*. 68: 153–164. ISSN 1359-5113.

Azzi, Angelo (2019): Tocopherols, tocotrienols and tocomonoenols: Many similar molecules but only one vitamin E. *Redox Biology*, 26: 101259. ISSN 2213-2317. Dostupné z: doi:10.1016/j.redox.2019.101259

Barbosa, Daniel, A., a Siniossoglou, S. (2017): Function of lipid droplet-organelle interactions in lipid homeostasis. *Membrane Contact Sites*, 1864(9): 1459–1468. ISSN 0167-4889. Dostupné z: doi:10.1016/j.bbamcr.2017.04.001

Beveridge, Tom, Li, TSC, Oomah, B.D. a Smith, A., (1999): Sea buckthorn products: manufacture and composition. *Journal of agricultural and food chemistry*, 47(9): 3480–3488. ISSN 0021-8561.

BSI - BS 684-2.20. Determination of carotene in vegetable oils. 1976. 8 p.

Burčová, Z., Kreps, F., Schmidt, S., Jablonsky, M., Haz, A., Sládková, A., Surina, I. (2016): BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS OF SEA BUCKTHORN (HIPPOPHAE RHAMNOIDES). In 6th International Scientific Conference Renewable Energy Sources.

Ciesarová, Z., Murkovic, M., Cejpek, K., Kreps, F., Tobolková, B., Koplík, R., Belajová, E., Kukurová, K., Daško, Ľ, Panovská, Z. (2020): Why is sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) So exceptional? A review. *Food Research International*, 133: 109170. ISSN 0963-9969.

Dąbrowski, G., Czaplicki, S., Szustak, M., Cichońska, E., Gendaszewska-Darmach, E., Konopka I. (2022): Composition of flesh lipids and oleosome yield optimization of selected sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) cultivars grown in Poland. *Food Chemistry*, 369: 130921. ISSN 0308-8146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2021.130921

Dulf, F.V. (2012): Fatty acids in berry lipids of six sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L., subspecies *carpatica*) cultivars grown in Romania. *Chemistry Central Journal*, 6(1): 1–12. ISSN 1752-153X.

Folch, J., Lees, M., Stanley, G.H.S (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226(1): 497–509. ISSN 0021-9258. Dostupné z: doi:10.1016/S0021-9258(18)64849-5

Gallier, S., Singh H. (2012): Behavior of almond oil bodies during in vitro gastric and intestinal digestion. *Food & Function*, 3(5): 547–555. ISSN 2042-6496. Dostupné z: doi:10.1039/C2FO10259E

Huang, A.H.C. (2018): Plant Lipid Droplets and Their Associated Proteins: Potential for Rapid Advances. *Plant Physiology*, 176(3): 1894–1918. ISSN 0032-0889. Dostupné z: doi:10.1104/pp.17.01677

Karefyllakis, D., Octaviana, H., Van der Goot A.J., Nikiforidis, C.V. (2019): The emulsifying performance of mildly derived mixtures from sunflower seeds. *Food Hydrocolloids*. 88: 75–85. ISSN 0268-005X. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodhyd.2018.09.037

- Lamberti, C., Nebbia, S., Balestrini, R., Marengo, E., Manfredi, M., Pavese, V., Cirrincione, S., Giuffrida, M.G., Cavallarin, L., Acquadro, A., Abbà, S. (2020): Identification of a caleosin associated with hazelnut (*Corylus avellana* L.) oil bodies. *Plant Biology*, 22(3): 404–409. ISSN 1435-8603. Dostupné z: doi:10.1111/plb.13096
- Nikiforidis, C.V. (2019): Structure and functions of oleosomes (oil bodies). *Advances in colloid and interface science*. 274, 102039. ISSN 0001-8686.
- Nikiforidis, C.V., Kiosseoglou V. (2009): Aqueous Extraction of Oil Bodies from Maize Germ (*Zea mays*) and Characterization of the Resulting Natural Oil-in-Water Emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(12): 5591–5596. ISSN 0021-8561. Dostupné z: doi:10.1021/jf900771v
- Pop, E. A., Diaconeasa, Z.M., Fetea, F., Bunea, A., Dulf, F., Pintea, A., Socaciu C. (2015): Carotenoids, tocopherols and antioxidant activity of lipophilic extracts from sea buckthorn berries (*Hippophae rhamnoides*), apricot pulp and apricot kernel (*Prunus armeniaca*). *Bulletin UASVM Food Science and Technology*, 72(2): 169–176.
- Shimada, T. L., Hara-Nishimura, I. (2015): Leaf oil bodies are subcellular factories producing antifungal oxylipins. *Current Opinion in Plant Biology*, 25: 145–150. ISSN 1369-5266. Dostupné z: doi:10.1016/j.pbi.2015.05.019
- Socaciu, C., Mihis, C., Trif, M., Diehl, H.A. (2007): Seabuckthorn fruit oleosomes as natural, micro-encapsulated oilbodies: separation, characterization, stability evaluation. In: *Symposium on Bioencapsulation*. s. 6–8.
- Suryakumar, G., Gupta, A. (2011): Medicinal and therapeutic potential of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.). *Journal of Ethnopharmacology*, 138(2), 268–278. ISSN 0378-8741. Dostupné z: doi:10.1016/j.jep.2011.09.024
- Teleszko, M., Wojdyło, A., Rudzińska, M., Oszmiański, J., Golis, T. (2015): Analysis of lipophilic and hydrophilic bioactive compounds content in sea buckthorn (*Hippophae*

rhamnoides L.) berries. Journal of agricultural and food chemistry, 63(16): 4120–4129. ISSN 0021-8561.

Tudor, C., Bohn, T., Iddir, M., Dulf, F.V., Focșan, M., Rugină D.O., Pintea, A. (2020): Sea buckthorn oil as a valuable source of bioaccessible xanthophylls. Nutrients, 12(1): 76.

Wältermann, M., Steinbüchel, A. (2005): Neutral lipid bodies in prokaryotes: recent insights into structure, formation, and relationship to eukaryotic lipid depots. Journal of bacteriology, 187(11): 3607–3619. ISSN 0021-9193.

Waschatko, G., Schiedt, B., Vilgis, T.A., Junghans, A. (2012): Soybean Oleosomes Behavior at the Air–Water Interface. The Journal of Physical Chemistry B, 116(35): 10832–10841. ISSN 1520-6106. Dostupné z: doi:10.1021/jp211871v

Yang, J., Waardenburg, L.C., Berton-Carabin, C.C., Nikiforidis, C.V., Van Der Linden, E., Sagis, L.M.C. (2021): Air-water interfacial behaviour of whey protein and rapeseed oleosome mixtures. Journal of Colloid and Interface Science, 602, 207–221. ISSN 0021-9797. Dostupné z: doi:10.1016/j.jcis.2021.05.172

Zaaboul, F., Raza, H., Chen, C., Liu, Y. (2018): Characterization of peanut oil bodies integral proteins, lipids, and their associated phytochemicals. Journal of food science, 83(1), 93–100. ISSN 0022-1147.

Zielińska, A., Nowak, I. (2017): Abundance of active ingredients in sea-buckthorn oil. Lipids in Health and Disease, 16(1): 95. ISSN 1476-511X. Dostupné z: doi:10.1186/s12944-017-0469-7

Kontaktná adresa: Ing. Lívia Janotková, Ústav potravinárstva a výživy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika, e-mail: livia.janotkova@stuba.sk

SLEDOVANIE TEXTÚRNYCH A FAREBNÝCH ZMIEN MLIKA A SMOTANY PO ODSTRÁNENÍ CHOLESTEROLU POMOCOU β-CYKLODEXTRÍNU

THE INFLUENCE OF CHOLESTEROL REMOVAL FROM MILK AND CREAM BY β-CYCLODEXTRIN ON TEXTURAL AND COLOUR CHANGES

Lukáš Kolarič¹ – Peter Šimko¹

**¹Ústav potravinárstva a výživy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie,
Slovenská technická univerzita, Radlinského 9, 812 37 Bratislava**

ABSTRAKT

Kardiovaskulárne ochorenia (KVO) sú dlhodobo hlavnou príčinou úmrtnosti vo svete. Jedným z najvýznamnejších rizikových faktorov KVO je dlhodobý vysoký príjem cholesterolu, najmä prostredníctvom potravín živočíšneho pôvodu. Z výsledkov tejto štúdie je zrejmé, že iba 1,5 % a 5 % (w/w) β-cyklohextrínu (β-CD) účinne odstránilo 99,3 a 94,3 % cholesterolu obsiahnutého v mlieku (3,5 % obsah tuku) a smotane (30% obsah tuku). Analýza textúry odhalila, že pridanie β-CD významne neovplyvnilo výsledné hodnoty tuhosti a konzistencie mlieka alebo smotany. Mierne zmeny boli sledované pri indexu belosti finálnych produktov. Index belosti mlieka klesol z 93,27 (kontrolná vzorka) na 88,87 (spracované s 2,5 % β-CD) a pre smotanu z 93,25 (kontrolná vzorka) na 88,12 (spracované s 12 % β-CD). Farebné rozdiely vypočítané ako ΔE však neboli významne vyššie, takže neboli zaznamenané akékoľvek zmeny vo vizuálnom vzhľade spracovaných vzoriek. Táto metóda je preto výborným nástrojom na výrobu nových mliečnych výrobkov so zdravotnými benefitmi.

Kľúčové slová: cholesterol, β-cyklohextrín, mlieko, textúra, farba

ABSTRACT

Cardiovascular diseases (CVD) are the leading cause of mortality in the world for a long time. One of the most important risk factors of CVD is long-term high cholesterol intake, especially via foods of animal origin. From the results of this study, it is obvious

that only 1.5% and 5% (w/w) of β -cyclodextrin (β -CD) effectively removed 99.3 and 94.3% of cholesterol contained in milk (3.5% fat content) and cream (30% fat content), respectively. The texture analysis revealed that the addition of β -CD did not significantly influence the final firmness and consistency values of milk or cream. The slight changes were monitored according to the whiteness index of final products. The whiteness index of milk dropped from 93.27 (control sample) to 88.87 (processed with 2.5% of β -CD) and for cream from 93.25 (control sample) to 88.12 (processed with 12% of β -CD). However, the colour differences calculated as ΔE were not significantly higher, thus it was noticed any changes in the visual appearance of treated samples. This method is, therefore, an excellent tool for the production of new milk products with health benefits.

Keywords: cholesterol, β -cyclodextrin, milk, texture, colour

ÚVOD

Konzumácia mlieka a mliečnych výrobkov zohráva dôležitú úlohu vo výžive ľudí už niekoľko rokov. Z najnovšej správy OECD-FAO Agricultural Outlook je zrejmé, že produkcia a spotreba mlieka bude každým rokom rásť, až o 1,6 % p.a. (na 997 Mt do sledovaného roku 2029), čo je rýchlejšie ako väčšina iných hlavných poľnohospodárskych komodít (OECD/FAO, 2020). Príjem mlieka a mliečnych výrobkov je vo všeobecnosti spájaný s prospešnými účinkami, ako znižovanie rizika určitých ochorení, najmä osteoporózy či cukrovky 2. typu. Na druhej strane, z dôvodu vysokého obsahu nasýtených mastných kyselín a cholesterolu je zvýšená spotreba týchto produktov tiež spájaná s vývinom srdcových ochorení, ako artériosklerózy či infarktu (Pereira, 2014). Cholesterol v surovom mlieku tvorí 0,25–0,40 % z celkových lipidov a je prítomný v membránach tukových guľčiek, tiež v jadre, ako aj v spojení s mliečnymi bielkovinami najmä v odstredenom mlieku (Shingla a Mehta, 2018). Epidemiologické štúdie potvrdili priamy vzťah medzi obsahom cholesterolu v krvi a množstvom cholesterolu prijímaného zo stravy (Chen et al., 2011).

Odporúčaný denný príjem cholesterolu zo stravy je podľa WHO a FAO stanovený na 300 mg pre dospelú populáciu (Albuquerque et al., 2016).

Obsah cholesterolu v krvi môže byť znížený tiež dodržiavaním zdravej výživy napr. stredomorskej stravy, ale z dlhodobého hľadiska môže byť na priemyselnej báze významná výroba nízko-cholesterolových produktov (Kolarič a Šimko, 2022). Štatistická analýza preukázala, že nahradením mlieka a mliečnych výrobkov ich ekvivalentami so zníženým obsahom cholesterolu môže byť celkový denný príjem cholesterolu v slovenskej populácii znížený z 369,8 mg na 296,3 mg (Kukula et al., 2020). Metód pre redukcii obsahu cholesterolu v mlieku je niekoľko, avšak najviac selektívna je metóda naviazania cholesterolu do β -cyklodextrínovej (β -CD) dutiny. Okrem toho, tento postup eliminácie cholesterolu z mlieka alebo smotany je pomerne jednoduchý a nevyžaduje ďalšie nákladné zariadenia. Efektivita redukcie cholesterolu závisí najmä od koncentrácie β -CD, rýchlosti a času miešania a odstredovania či doby odležania (Kolarič a Šimko, 2022).

Výrobky po odstránení cholesterolu pomocou β -CD si tiež zachovávajú svoju nutričnú hodnotu. Rozdiely v obsahu laktózy, krátko-reťazových mastných kyselín, voľných aminokyselín či vo vode rozpustných vitamínov boli po eliminácii cholesterolu zo smotany minimálne (Ha et al., 2010). Chuťové zlúčeniny a zrenie syrov neboli takisto ovplyvnené procesom redukcie obsahu cholesterolu v surovom mlieku (Kwak et al., 2003). Z reologického hľadiska sa pozorovali iba nepatrné zmeny v kvalite nízko-cholesterolového Camembert syra (Kim et al., 2008). Podľa autora Elwahsh (2018) boli tvrdosť, pružnosť a žuvateľnosť nízko-cholesterolového smotanového syra relatívne vyššie v porovnaní s kontrolnou vzorku.

Cieľom tohto príspevku je preto sledovanie zmien v textúrnych a farebných vlastnostiach mlieka a smotany spracovaných s β -CD pre elimináciu obsahu cholesterolu.

MATERIÁL A METODIKA

Vzorky mlieka (3,5 % obsah tuku) a smotany (30 % obsah tuku) boli zakúpené v miestnom obchode. Pre odstraňovanie cholesterolu sa použil β -cyklodextrín z firmy Wacker Chemie AG, Burghausen, Nemecko (≥ 95.0 %, HPLC). Pre stanovenie zvyškového obsahu cholesterolu vo vzorkách sa používal chloroform p.a., n-hexán p.a., etanol p.a., bezvodý síran sodný p.a. a hydroxid draselný p.a. (Centralchem s.r.o., Bratislava, Slovensko). Pre HPLC analýzu bol použitý metanol a acetonitril HPLC triedy (Fisher Chemical, Loughborough, UK).

Cholesterol bol zo vzoriek odstraňovaný metodikou, ktorá je opísaná v predošlej štúdii (Kolarič a Šimko, 2021). Princípom postupu je miešanie vzorky mlieka resp. smotany (50 g) s β -CD v rôznych koncentráciách (0, 1, 1,5, 2, 2,5 a 3 % (w/w) pre mlieko, 3, 5, 8, 10 a 12 % (w/w) pre smotanu). Miešanie prebiehalo na magnetickom miešadle (Arex-6 Connect Pro, Velp Scientifica, Taliansko) pri rôznych rýchlostiach (480–840 rpm), časoch (5–30 min) a teplotách (25, 30 a 40 °C). Nasledovalo odležanie vzoriek po dobu 30 min pre smotanu a 120 min pre mlieko. Potom sa usadený komplex β -CD s cholesterolom nechal odstrediť na odstredivke (Hettich Zentrifugen, Germany), kde sa opäť sledoval vplyv rôznych rýchlostí (800–2500 rpm) a časov (5–30 min).

Stanovenie obsahu cholesterolu sa vykonávalo pomocou HPLC systému (Agilent Technologies 1260 Infinity system, USA) pri nasledovných podmienkach: mobilná fáza sa skladala z acetonitrilu a metanolu v pomere 60:40 (v/v), stacionárnu fázu tvorila nepolárna kolóna (Zorbax Eclipse Plus C₁₈ s rozmermi 2,1 x 50 mm a veľkosťou častíc 5 μ m) a predkolónka (Zorbax SB-C₁₈ s rozmermi 4,6 x 12,5 mm a veľkosťou častíc 5 μ m), objemový prietok mobilnej fázy bol nastavený na 0,5 ml/min, vstrekaný objem vzorky bol 10 μ l a celkový čas analýzy 5 min (elučný čas cholesterolu v 2,2 min). Pred HPLC analýzou sa cholesterol zo vzorky extrahoval do metanolu postupom, ktorý je uvedený v štúdii Kolaríč a Šimko (2021).

Farba spracovaných vzoriek sa sledovala pomocou UV-VIS spektrofotometra (Cary 300, Agilent Technologies, USA). Vyhodnotenie prebiehalo na základe farebných súradníc podľa CIEL*a*b* systému, kde L* vyjadruje svetlosť vzoriek, a* červenosť a b* žltosť. Na základe týchto súradníc sa vypočítal celkový farebný rozdiel podľa rovnice:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Tvrdosť a konzistencia spracovaných vzoriek sa sledovala pomocou texturometra (TA.XT plus Texture Analyzer, Godalming, Surrey, UK). Na meranie daných parametrov sa použil test penetrácie sondy (36 mm okrúhla sonda P/36R) do vzorky, pričom vzorka spracovaného mlieka resp. smotany (25 ml) bola umiestnená v kadičke centrálne pod sondou. Rýchlosť testu bola 1,00 mm/sec pri cieľovej vzdialenosti 10,0 mm.

Štatistické vyhodnotenie výsledkov sa uskutočňovalo pomocou programu Microsoft Excel 365 (version 2012, Microsoft, USA) a štatistická významnosť sa počítala pomocou jednofaktorovej ANOVA analýzy.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky pre sledovanie zmien pevnosti a konzistencie mlieka a smotany po spracovaní s rôznymi koncentraciami β -CD sú uvedené v tabuľke 1. Podmienky odstraňovania cholesterolu boli pre mlieko nasledovné: miešanie pri 840 rpm, 10 min a 25 °C, odležanie 120 min a odstred'ovanie pri 1100 rpm, 20 min. Pri smotane sa použila rýchlosť miešania 480 rpm po dobu 20 min a pri 40 °C, odležanie 30 min a odstred'ovanie pri 2000 rpm, 20 min. Okrem toho sú v tabuľke ukázané aj konečné percentá odstránenia cholesterolu, z ktorých vyplýva, že pri použití už iba 1,5 % β -CD sa podarilo eliminovať 99,4 % cholesterolu. Táto metodika je preto účinná na výrobu takmer úplne bez-cholesterolového mlieka. V prípade smotany sa podarilo odstrániť najviac 94,3 % cholesterolu pri použití 5 % β -CD. Tieto výsledky sú podobné resp.

o niečo vyššie v porovnaní s inými štúdiami, napr. Alonso a kol. (2018) odstránili 97,6 % cholesterolu z mlieka použitím 1 % β -CD, Zunnurain a Baig (2017) pri 1,5 % β -CD odstránili 89,3 % cholesterolu a Elwahsh (2018) uvádza, že pri 10 % β -CD sa podarilo eliminovať 91,1 % cholesterolu zo smotany. Z hľadiska sledovania zmien pevnosti mlieka sa zistilo, že po spracovaní s β -CD sa hodnoty mierne zvýšili, pričom štatistické významné rozdiely pri 1 % hladine významnosti sa pozorovali pri prídavku 2 % β -CD. Pri konzistencii mlieka sa významné rozdiely nepozorovali. Podľa autorov Galante a kol. (2017) spôsobilo odstránenie cholesterolu z mlieka, že výsledný mäkký syr vyrobený zo štandardného mlieka mal vyššiu pevnosť, čo si vysvetľujú slabou tvorbou zrazeniny v dôsledku procesu homogenizácie s β -CD, ktorý spôsobuje väčšiu disperziu tukových guľôčok v tvarohu a zníženie množstva voľného kazeínu dostupného na tvorbu kazeínovej siete. Mierne rozdiely sa pozorovali aj v prípade spracovania smotany, pričom štatisticky významné rozdiely na 1 % hladine významnosti sa pozorovali v pevnosti aj konzistencii pri všetkých prídavkoch β -CD okrem 5% β -CD. O niečo nižšie hodnoty spracovaných vzoriek smotany môžu byť spôsobené aj skutočnosťou, že sa používala vyššia teplota miešania (40 °C), pri ktorej dochádza k topeniu mliečnych lipidov. Vo všeobecnosti ide ale konštatovať, že hodnoty pevnosti aj konzistencie bez-cholesterolového mlieka a smotany neboli veľmi rozdielne od hodnôt pre štandardné vzorky. Významné rozdiely v textúrnych parametroch sa však nepozorovali v prípade rozdielných podmienok miešania či odstredovania (tabuľka 2). Z toho vyplýva, že podmienky spracovania mlieka či smotany s β -CD nemajú vplyv na výsledné hodnoty pevnosti a konzistencie.

Tabuľka 1: Vplyv odstraňovania cholesterolu z mlieka a smotany pomocou rôznych koncentrácií β -CD na hodnoty pevnosti a konzistencie

Mlieko			
Množstvo pridaného β-CD^a [%]	Pevnosť [g]	Konzistencia [g.sec]	Percento odstráneného cholesterolu [%]
0,0	33,73 \pm 0,18	245,10 \pm 1,20	-
1,0	34,17 \pm 0,14	245,82 \pm 1,37	96,4 \pm 0,5
1,5	34,37 \pm 0,09	246,16 \pm 2,04	99,4 \pm 0,5
2,0	34,12 \pm 0,22*	244,63 \pm 1,32	99,3 \pm 0,5
2,5	34,06 \pm 0,27	245,06 \pm 0,88	98,0 \pm 0,4
Smotana			
Množstvo pridaného β-CD^b [%]	Pevnosť [g]	Konzistencia [g.sec]	Percento odstráneného cholesterolu [%]
0,0	33,79 \pm 0,13	243,92 \pm 0,57	-
3,0	33,22 \pm 0,07*	240,82 \pm 0,68*	92,6 \pm 0,3
5,0	33,21 \pm 0,30	239,95 \pm 1,36	94,3 \pm 0,3
8,0	33,24 \pm 0,04*	240,82 \pm 0,68*	86,5 \pm 0,3
10,0	33,00 \pm 0,17*	238,93 \pm 0,90*	85,8 \pm 0,4

Pozn.: β -CD- β -cyklodextrín, výsledky sú uvádzané v tvare priemer \pm smerodajná odchýlka, n = 4, *štatisticky významné rozdiely pre p > 0,01

^a ďalšie podmienky spracovania: miešanie 840 rpm, 10 min, 25 °C, odstred'ovanie 1100 rpm, 20 min

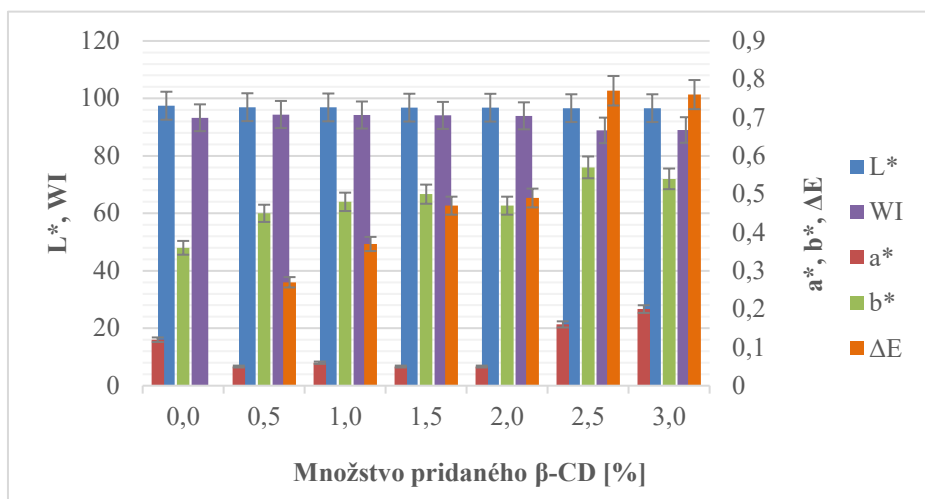
^b ďalšie podmienky spracovania: miešanie 480 rpm, 20 min, 40 °C, odstred'ovanie 2000 rpm, 20 min

Tabuľka 2: Sledovanie vplyvu podmienok spracovania vzoriek mlieka a smotany s β -CD na hodnoty pevnosti a konzistencie

Mlieko			Smotana		
Rýchlosť miešania [rpm]	Pevnosť [g]	Konzistencia [g.sec]	Rýchlosť miešania [rpm]	Pevnosť [g]	Konzistencia [g.sec]
600	34,29 \pm 0,19	245,47 \pm 0,74	360	33,51 \pm 0,38	241,84 \pm 1,33
720	34,01 \pm 0,15	243,84 \pm 0,20	480	33,31 \pm 0,29	240,94 \pm 1,19*
840	34,12 \pm 0,22	244,63 \pm 1,32	600	33,51 \pm 0,37*	242,07 \pm 1,46*
960	34,82 \pm 1,09	248,92 \pm 2,64	720	33,65 \pm 0,40*	242,24 \pm 0,99*
Čas miešania [min]			Čas miešania [min]		
5	33,70 \pm 0,21*	243,30 \pm 0,37	5	33,36 \pm 0,18	240,89 \pm 0,85
10	34,12 \pm 0,22	244,63 \pm 1,32	10	33,76 \pm 0,60	243,02 \pm 3,42
20	33,83 \pm 0,40	243,03 \pm 0,44	20	33,31 \pm 0,29	240,94 \pm 1,19
30	33,75 \pm 0,37	242,60 \pm 1,51	30	34,34 \pm 0,10*	245,66 \pm 0,55*
Teplota miešania [°C]			Teplota miešania [°C]		
25	34,12 \pm 0,22	244,63 \pm 1,32	25	35,10 \pm 0,52*	246,34 \pm 2,25*
40	35,28 \pm 0,48*	248,59 \pm 0,82*	40	33,31 \pm 0,29	240,94 \pm 1,19
50	35,09 \pm 0,58*	249,72 \pm 1,32*	50	33,52 \pm 0,10	242,13 \pm 0,49
Rýchlosť odstredovania [rpm]			Rýchlosť odstredovania [rpm]		
800	34,07 \pm 0,39	244,17 \pm 1,13	1500	34,10 \pm 0,76	241,80 \pm 3,16
1100	34,12 \pm 0,22	244,63 \pm 1,32	1800	34,15 \pm 0,60*	243,79 \pm 2,90
1500	34,11 \pm 0,17	244,61 \pm 1,69	2000	33,31 \pm 0,29	240,94 \pm 1,19
2000	34,66 \pm 0,60	247,03 \pm 1,84	2500	34,17 \pm 0,10*	244,11 \pm 1,06
Čas odstredovania [min]			Čas odstredovania [min]		
5	34,33 \pm 0,08	244,30 \pm 1,46	5	33,19 \pm 0,17	239,37 \pm 0,75
10	34,01 \pm 0,05	244,02 \pm 0,65	10	33,04 \pm 0,10	239,85 \pm 0,58
20	34,12 \pm 0,22	244,63 \pm 1,32	20	33,31 \pm 0,29	240,94 \pm 1,19
30	34,25 \pm 0,26	246,47 \pm 0,57	30	34,72 \pm 0,31*	246,34 \pm 1,36*

Pozn.: β -CD- β -cyklodextrín, výsledky sú uvádzané v tvare priemer \pm smerodajná odchýlka, n = 4, *štatisticky významné rozdiely pre p > 0,01 porovnávané s optimalizovanými podmienkami, pre mlieko miešanie 840 rpm, 10 min, 25 °C, odstredovanie 1100 rpm, 20 min, β -CD 1,5 % a pre smotanu miešanie 480 rpm, 20 min, 40 °C, odstredovanie 2000 rpm, 20 min, β -CD 5 %

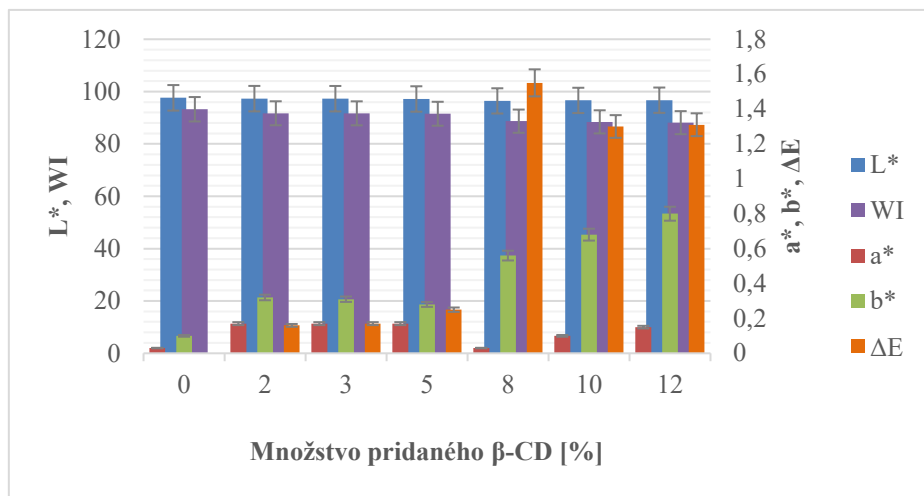
Vplyv koncentrácie β -CD na výslednú farbu bez-cholesterolového mlieka a smotany je vyobrazený na obrázku 1 resp. 2. Farba sa sledovala pre 4 rôzne parametre, L^* ako ukazovateľ svetlosti, a^* pre červenosť, b^* pre žltosť a celkový index belosti (WI). V prípade mlieka sa ukázalo, že hodnota svetlosti klesla iba nepatrne z 97,46 (štandardné mlieka) na 96,61 (3 % β -CD), vyššie štatisticky významné rozdiely pre $p > 0,01$ sa však pozorovali pre hodnoty a^* súradnice, čo mohlo mať aj za následok pokles celkového WI z 93,27 na 89,01 (3 % β -CD). Vo všeobecnosti ale ide konštatovať, že pri prídavku, kde sa pozoruje najvyššia účinnosť odstraňovania cholesterolu (1,5 % β -CD) sa významné rozdiely nepotvrdili.



Obrázok 1: Vplyv spracovania mlieka s rozdielnym množstvom pridaného β -CD na farbu

Dôležitým ukazovateľom je najmä ΔE parameter, kde síce je možné vidieť, že s rastúcou koncentráciou β -CD sa zvyšujú ΔE , avšak iba na 0,76. Podľa Tazrart a kol. (2016) sa vizuálne rozdiely dajú pozorovať až pri hodnotách ΔE viac ako 5, takže s výsledkov tejto práce je evidentné, že odstraňovaním cholesterolu z mlieka pomocou β -CD sa nepozorujú farebné rozdiely. Veľmi podobné výsledky sa získali aj pre smotanu, kde sa tiež pozoroval najmä pokles vo WI (z 93,25 pre štandardnú smotanu

na 88,12 pri 12 % prídavku β -CD). 12 % prídavok β -CD spôsobil aj o niečo vyšší ΔE (1,31), avšak pri 5 % β -CD (kde je najvyššia účinnosť eliminácie cholesterolu) bola hodnota ΔE iba 0,25. Významný vplyv na zmenu farby mlieka nepotvrdili ani Gianni a kol. (2020). Proces odstraňovania cholesterolu zo smotany tiež neovplyvňoval typickú farbu kravského ghee masla (Bhatia a kol., 2019).



Obrázok 2: Vplyv spracovania smotany s rozdielnym množstvom pridaného β -CD na farbu

ZÁVER

Cieľom tohto príspevku bolo sledovanie textúrnych a farebných zmien vplyvom odstraňovania cholesterolu z mlieka a smotany pomocou β -cyklodextrínu. Výsledky práce ukázali, že v prípade pevnosti a konzistencie spracovaného mlieka a smotany sa síce pozorovali isté odchýlky od štandardného mlieka a smotany v závislosti od použitého množstva β -CD, avšak rozdiely boli iba minimálne. Okrem toho, štatisticky významné rozdiely pre $p > 0,01$ sa nepotvrdili pri 1,5 % a 5 % β -CD pre mlieko a smotanu, čo sú koncentrácie, pri ktorých sa pozorujú najvyššie účinnosti eliminácie cholesterolu. Rozdielne podmienky spracovania mlieka a smotany s β -CD už neovplyvňovali výsledné hodnoty pevnosti a konzistencie. Mierne odchýlky

sa pozorovali aj v prípade farebných charakteristík, avšak parametre ΔE dosahovali iba minimálne hodnoty, takže žiadne rozdiely sa nedokážu vizuálne pozorovať. Z výsledkov práce teda vyplynulo, že okrem toho, že β -CD je excelentným sorbentom pre odstraňovanie cholesterolu z mlieka a smotany, tak nedochádza k zmene dôležitých textúrnych a farebných vlastností výsledných produktov.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Operačným programom integrovanej infraštruktúry v rámci projektu: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny Drive4SIFood 313011V336 spolufinancovaným z Európskeho fondu regionálneho rozvoja ako aj Agentúrou na podporu vedy a výskumu v rámci projektu APVV 18-0061. Autori tiež ďakujú STU za finančnú podporu v rámci Grantovej schémy na podporu mladých výskumníkov č. 1802.

LITERATÚRA

Albuquerque, T.G., Oliveira, M.B.P.P., Sanches-Silva, A. Costa, H.S. (2016): Cholesterol determination in foods: Comparison between high performance and ultra-high performance liquid chromatography. *Food Chemistry*, 193: 18–25.

Alonso, L., Fox, P. F., Calvo, M. V., Fontecha, J. (2018): Effect of beta cyclodextrin on the reduction of cholesterol in ewe's milk manchego cheese. *Molecules*, 23:1789.

Bhatia, P., Sharma, V., Arora, S., Rao, P. S. (2019): Effect of cholesterol removal on compositional and the physicochemical characteristics of anhydrous cow milk fat (cow ghee). *International Journal of Food Properties*, 22:1–8.

Elwahsh, N. A. A. (2018): Manufacture of cholesterol-reduced double cream cheese from buffalo's milk. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 9:395–398.

Galante, M., Pavón, Y., Lazzaroni, S., Soazo, M., Costa, S., Boeris, V., Risso, P., Rozycki, S. (2017): Effect of cholesterol-reduced and zinc fortification treatments

on physicochemical, functional, textural, microstructural and sensory properties of soft cheese. *International Journal of Dairy Technology*, 70: 533–541.

Gianni, D. E., Jorcin, S., Lema, P., Olazabal, L., Medrano, A., Lopez-Pedemonte, T. (2020): Effect of ultra-high pressure homogenization combined with β -cyclodextrin in the development of a cholesterol-reduced whole milk. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44:14845.

Ha, H. J., Lee, J. E., Chang, Y. H., Kwak, H.-S. (2010): Entrapment of nutrients during cholesterol removal from cream by crosslinked β -cyclodextrin. *International Journal of Dairy Technology*, 63:119–126.

Chen, Z. Y., Ma, K. Y., Liang, Y., Peng, C., Zuo, Y. (2011): Role and classification of cholesterol-lowering functional foods. *Journal of Functional Foods*, 3: 61–69.

Kim, S.Y., Bae, H.Y., Kim, H.Y., Ahn, J., Kwak, H.S. (2008): Properties of cholesterol-reduced camembert cheese made by crosslinked β -cyclodextrin. *International Journal of Dairy Technology*, 61:364–371.

Kolarič, L., Šimko, P. (2021): The effect of treatment conditions on color characteristics and measure of cholesterol removal from milk by beta-cyclodextrin application. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 15:192–198.

Kolarič, L., Šimko P. (2022): Application of β -cyclodextrin in the production of low-cholesterol milk and dairy products. *Trends in Food Science & Technology*, 119: 13–22.

Kukula, M., Kolarič, L., Šimko, P. (2020): Decrease of cholesterol content in milk by sorption onto β -cyclodextrin crosslinked by tartaric acid, considerations and implications. *Acta Chimica Slovaca*, 13:1–6.

Kwak, H. S., Jung, C. S., Seok, J. S., Ahn, J. (2003): Cholesterol removal and flavor development in cheddar cheese. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16: 409–416.

OECD-FAO (2020): *OECD-FAO Agricultural Outlook 2020-2029*. FAO, Rome/OECD Publishing, Paris. ISBN 978-92-64-58295-8 (pdf).

Pereira, P. C. (2014): Milk nutritional composition and its role in human health. *Nutrition*, 30: 619–627.

Shingla, K. M., Mehta, B. M. (2018): Cholesterol and its oxidation products: Occurrence and analysis in milk and milk products. *International Journal of Health, Animal science and Food safety*, 5: 13–39.

Tazart, K., Lamacchi, C., Zaidi, F., Haros, M: (2016): Nutrient composition and in vitro digestibility of fresh pasta enriched with *Vicia faba*. *Journal of Food Composition and Analysis*, 47:8–15.

Zunnurain, M. N., Baig, H. A. (2017): The effect of beta cyclodextrin on the removal of cholesterol from buffalo milk. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, 60: 87–91

Kontaktná adresa: Ing. Lukáš Kolarič, Ústav potravinárstva a výživy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovensko

MOŽNOSTI ZPOMALENÍ STÁRNUTÍ BĚŽNÉHO PEČIVA POMOCÍ ENZYMATICKÝCH PŘÍPRAVKŮ

THE POSSIBILITY OF SLOWING DOWN THE AGEING OF COMMON PASTRY WITH ENZYMATIC PREPARATIONS

Veronika Kouřilová¹ – Renáta Dufková¹ – Luděk Hřivna¹ – Viera Šottníková¹

¹Ústav technologie potravin

Agronomická fakulta, MENDELU, Zemědělská 1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

Cílem práce bylo zjištění vlivu různých koncentrací tří druhů enzymatických přípravků na kvalitu běžného pečiva - rohlíků. Byly použity enzymatické přípravky Perfekt, Diapol Instant a Perfekt BACK v koncentracích 0,8; 1 a 1,2 % na hmotnost použité mouky. Bylo provedeno měření pevnosti pečiva (TIRAtest ,typ 27025) po výrobě a po 24 hodinách skladování. Přídavek enzymatických přípravků měl příznivý vliv na zpomalení stárnutí pečiva. Jako nejúčinnější byl vyhodnocen Diapol Instant v dávce 1 % na hmotnost mouky.

Klíčová slova: pečivo, enzymatické přípravky, stárnutí pečiva, pevnost

ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the effect of different concentrations of three types of enzyme preparations on the quality of common pastry – rolls. The enzyme preparations used were Perfekt 3, Diapol Instant and Perfekt BACK in concentrations of 0,8, 1 and 1,2% by weight of flour used. The strength of the bread was measured (TIRAtest, type 27025) after production and after 24 hours of storage. The addition of the enzyme preparations had a beneficial effect on retarding the ageing of the bread. Diapol Instant at 1 % by weight of flour was found to be the most effective.

Keywords: pastries, enzymatic preparation, ageing of pastries, strength

ÚVOD

Běžné pečivo se řadí mezi základní potraviny ve výživě člověka. Je nedílnou součástí našeho jídelníčku a tvoří základ výživové pyramidy. Dle Vyhlášky 18/2020 Sb. o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta, se běžným pečivem rozumí tvarovaný pekařský výrobek, vyrobený z pšeničné nebo žitné mouky, přísad a přídatných látek, který obsahuje méně než 8,2 % bezvodého tuku a méně než 5 % cukru, vztaženo na celkovou hmotnost mlýnských obilných výrobků. Mezi základní suroviny pro pekárenskou výrobu se řadí mouka, voda, droždí a sůl. Další suroviny jsou již postradatelné, a to: tuk, cukr, mléčné produkty, enzymy, emulgátory a další zlepšující látky (Avramenko, 2018). V současné technologii se používá celá řada zlepšovacích přísad, jako jsou oxidanty, emulgátory, látky vážící vodu, enzymy, ochucovací a aromatizující látky, barvicí látky. Dané látky bývají kombinovány do cíleně připravených zlepšovacích směsí pro jednotlivé druhy výrobků (Příhoda, 2012).

Pekařské výrobky prošly během posledních let zásadním zlepšením kvality v oblasti chuti, textury a skladovatelnosti. Největším přispěvatelem tohoto zlepšení je používání enzymatických přípravků, které se používají jako přísada do mouky (Oort, Whitehurst, 2010). Enzymové přípravky se staly nedílnou součástí prostředků zlepšujících jakost mlýnských, pekárenských a cukrářských výrobků, těstovin i trvanlivého pečiva (Benešová et al., 1997). Ve většině případů jsou enzymatické přípravky komerční výrobky směsí enzymů (Oort, Whitehurst, 2010). Díky enzymům dochází k optimalizaci fyzikálních vlastností těst s odrazem na jakost finálního pekařského výrobku (objem, tvar, povrch kůrky a barva, textura a pórovitost) (Heldman et al., 2011). V potravinářství se uplatňují především hydrolytické enzymy, zejména z důvodu možnosti zvyšování výťažnosti produktů z různých surovin, zvyšování stability a skladovatelnosti potravin, a nakonec i zlepšení jejich senzorických vlastností (Rychtera, 2013).

Pro pekařské výrobky se často využívají amylázy, oxidázy, hemicelulázy a proteázy. Amylázy se používají k přeměně škrobu na cukr a k produkci dextrinů. Podle jedné z možných teorií vzniká činnost amyláz v upečeném výrobku větší množství dextrinů, které působí proti stárnutí, neboť zabraňují vzájemné interakci lepkových bílkovin a škrobu (Martin et al., 1991). Proces okorávání probíhá zejména díky škrobu, kvůli čemuž se používají právě bakteriální amylázy. Bakteriální amylázy štěpí škrob již v upečených výrobcích, tedy v době, kdy je již pečivo dostupné zákazníkům. Díky nim je střída udržována co nejdéle v optimální konzistenci (Orji et al., 2009). Při předávkování bakteriální amylázy však hrozí riziko, že výrobek objem neudrží (Zanoni et al., 1993). Pro posílení a bělení těsta se používají oxidázy. Hemicelulázy a proteázy jsou enzymy, které mají vliv na pšeničný lepek. Zatímco hemicelulázy zlepšují sílu lepku, proteázy snižují pružnost lepku. Všechny tyto enzymy spolu hrají důležitou úlohu při udržování objemu výrobku, měkkosti střídky, křehkosti a zbarvení kůrky nebo zachování čerstvosti (Oort, Whitehurst, 2010). V případě, že známe požadavky na finální pekařské výrobky, je výběr enzymatických přípravků poměrně jednoduchý.

MATERIÁL A METODIKA

V rámci pokusu bylo testováno uplatnění enzymatických přípravků firmy IREKS ENZYMA s.r.o., a to: 10757 CZ Perfekt BACK, 10300 CZ Perfekt 3 a 10835 CZ Diapol Instant 1 %.

Bylo vyrobeno běžné pečivo – rohlíky s přídavkem různých koncentrací enzymů podle receptur uvedených v tabulce 1. Kontrolní vzorek obsahoval pouze pšeničnou mouku hladkou světlou T530, jedlý olej, pekařské droždí, cukr a vodu. Další vzorky obsahovaly 0,8 %, 1 % a 1,2 % (v přepočtu na hmotnost mouky) vždy jednoho z výše uvedených enzymatických přípravků.

Tabulka. 1: Přehled použitých receptur

Č. vzorku		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Enzym	Název	Kontrola	Perfekt 3	Perfekt 3	Perfekt 3	Diapol Instant	Diapol Instant	Diapol Instant	Perfekt BACK	Perfekt BACK	Perfekt BACK
	[g]	0	9,7	12,1	14,5	9,7	12,1	14,5	9,7	12,1	14,5
Mouka [g]		1210	1210	1210	1210	1210	1210	1210	1210	1210	1210
Sůl [g]		22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Olej [g]		58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Cukr krystal [g]		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Droždí [g]		58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
Voda [g]		656	656	656	656	656	656	656	656	656	656
Celk. hmot. [g]		2016	2025,7	2028,1	2030,5	2025,7	2028,1	2030,5	2025,7	2028,1	2030,5

Výroba proběhla v prostorách pekařského poloprovozu Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně. Těsto pro výrobu rohlíků bylo připraveno přímým vedením na záraz. Vykytnuté těsto bylo na děliče naklonkováno a tvarováno pomocí rohlíkovacího stroje. Po vykynutí proběhlo pečení v zapárené peci (180 °C/12 min).

K měření texturních vlastností (pevnosti) byl použit univerzální přístroj pro měření fyzikálních charakteristik TIRAtest (typ 27025). Využito bylo penetrační zkoušky. Měření proběhlo 4 hodiny po upečení a následně po 24 hodinách od prvního měření. Rohlíky byly do druhého dne uchovány v mikrotenových sáčcích. Naměřené hodnoty byly následně statisticky a graficky zpracovány (STATISTICA12, MS Excel 2016). Z naměřených hodnot bylo možno určit rozdíl v texturních vlastnostech výrobků při uplatnění různých koncentrací enzymů hned po výrobě a následně i posoudit změny po 24 hodinách skladování.

VÝSLEDKY A DISKUZE

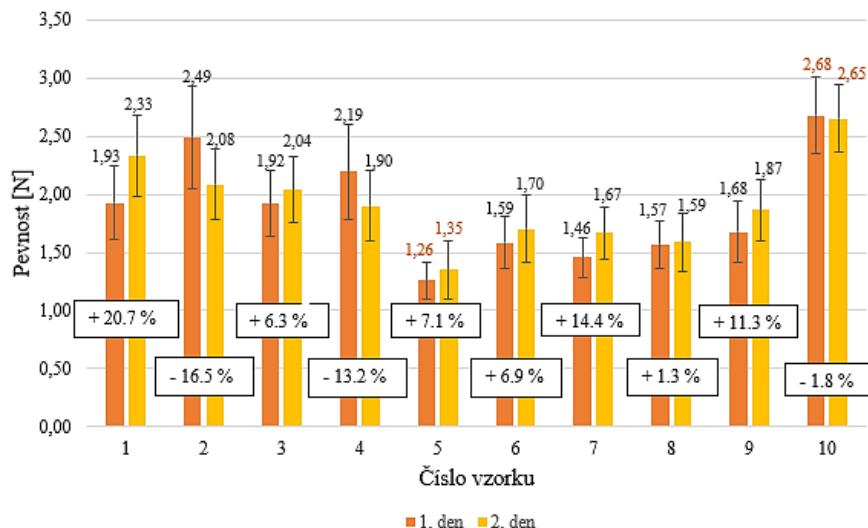
Stárnutí pekárenských výrobků se projevuje snížením jemnosti, vláčnosti a elasticity (pružnosti) střídy a zvýšením tuhosti a drobivosti střídy (Příhoda et al., 2003). Během skladování dochází ke zvýšení pevnosti pečiva. Při skladování pečiva se škrobová síť

(amylopektin), která se nachází v měkkém a čerstvém pečivu postupně přeměňuje na rozsáhlou, částečně krystalickou, stálou síť amylopektinu, přičemž krystaly amylopektinu působí jako spojovací zóny. Tato síť má za následek stárnutí pečiva. Navíc, jak probíhá retrogradace amylopektinu, dochází k přemístění vlhkosti a stále více vody je imobilizováno v krystalech amylopektinu. Krystalicky hydratovaná voda již nemůže plastifikovat různé sítě, což jde ruku v ruce se zvýšenou pevností kůrky pečiva a sníženou odolností střídky díky méně flexibilní síti lepku (Goesaert et al., 2009). Obr. 1 prezentuje, jak se projevila receptura na pevnosti výrobků 4 hodiny po upečení a následně po 24 hodinách. Rozdíl je zachycen i v relativním porovnání mezi 1. a 2. měřením (1. a 2. den).

Při prvním měření, tj. 4 hodiny po upečení, se pevnost rohlíků pohybovala v rozmezí 1,26–2,68 N. Nejmenší odpor vůči penetrační sondě kladly výrobky s přídavkem 0,8 % enzymatického přípravku Diapol Instant (5), naopak největší pevnost byla zaznamenána u receptury poslední (10) s přídavkem nejvyšší dávky enzymatického přípravku Perfekt BACK. Druhý den, po 24 hodinách se texturní vlastnosti vyjádřené jako pevnost pohybovaly v rozmezí 1,35–2,65 N. Nejnížší pevnost byla stanovena opět u receptury 5 a nejvyšší opět u varianty 10. Za pozitivní můžeme považovat to, že u receptur 2, 4 a 10 se v průběhu skladování texturní vlastnosti zlepšily.

K největšímu zhoršení texturních vlastností došlo u kontroly, a to o 20,7 %. Naopak po přídavku 0,8% přípravku Perfekt došlo k poklesu pevnosti o 16,5 %, což přispělo až k mírné gumovité textuře. K nejmenším změnám během skladování došlo u receptury 8 (0,8 % Perfekt BACK), kdy se pevnost zvýšila pouze o 1,3 %. Projevilo se to především v tom, že si výrobek podržel do jisté míry původní křupavost. Pokles pevnosti, zaznamenaný u vzorků 2 (0,8 % Perfekt), 4 (1,2 % Perfekt) a 10 (1,2 % Perfekt BACK) přispěl po skladování k vyšší gumovitosti výrobků.

Porovnání pevností rohlíků 1. a 2. den



Obrázek 1: Grafické znázornění porovnání pevností 1. a 2. den s procentuálním vyjádřením nárůstu/poklesu v pevnosti

1 – kontrola; 2 – 0,8 % Perfekt 3; 3 – 1 % Perfekt 3; 4 – 1,2 % Perfekt 3; 5 – 0,8 % Diapol Instant; 6 – 1 % Diapol Instant; 7 – 1,2 % Diapol Instant; 8 – 0,8 % Perfekt BACK; 9 – 1 % Perfekt BACK; 10 – 1,2 % Perfekt BACK

Vzorky s přidavkem enzymatického přípravku Diapol Instant (5, 6 a 7) se vyznačovaly ze všech použitých enzymatických přípravků nejnížší pevností a byly tedy hodnoceny jako nejměkčí. Pozitivně z tohoto pohledu musíme hodnotit i recepturu 8 a 9.

Při prvním měření textury se statisticky významně oproti kontrole lišily pouze vzorky 5 (0,8 Diapol Instant) a 7 (1,2 % Diapol Instant), které se vyznačovaly vyšší měkkostí a také vzorek 10 (1,2 % Perfekt BACK), který naopak kladl vyšší odpor vůči penetrační sondě. Při druhém měření již bylo průkazných rozdílů více. Vzorky, které můžeme vyhodnotit jako průkazně měkčí oproti kontrole, byly výrobky receptury 5, (0,8 % Diapol Instant), 6 (1 % Diapol Instant), 7 (1,2 % Diapol Instant), 8 (0,8 % Perfekt BACK).

Dobré texturní vlastnosti pečiva a jeho pomalé stárnutí, to je zadání, kterým se zabývá řada výrobců pečiva. Eugenia Steffolani et al. (2012) ve svém výzkumu vytvořili optimální kombinaci enzymů (0,0026 g glukosooxidázy, 0,016 g xylanasy a 0,01 g α -amylázy na 100 g mouky). Tato kombinace měla pozitivní vliv na pevnost pečiva. Pečivo vykazovalo malý nárůst pevnosti během skladování. Ghoshal et al. (2013) ve svém výzkumu použili xylanázu při výrobě pečiva k posouzení jejího vlivu na jakostní vlastnosti chleba při skladování při pokojové teplotě (25 ± 2 °C). Xylanáza měla za následek snížení ztráty vlhkosti z chleba během skladování. Přídavek xylanázy vedl ke zvýšení specifického objemu, prodloužení skladovatelnosti, nižší pevnosti, jasnější barvy pečiva ve srovnání s pečivem bez přídavku enzymu. Význam enzymů pro zlepšení texturních vlastností pečiva je tedy zřejmý. Potvrdily to i naše výsledky.

ZÁVĚR

V dnešní době se pekaři často setkávají s moukami, které se vyznačují značnou variabilitou v kvalitativních parametru. Jedním z problémů může být i nízká enzymatická aktivita. V dobách ruční výroby pečiva nebyl pro pekaře problém vyrobit kvalitní a dobré pečivo i z mouk chudých na enzymy, jelikož tomu podřídili technologický postup. Naopak při moderních technologiích se těsto musí podřídít technologickému postupu, k čemuž slouží právě různé zlepšující přípravky, zejména pak enzymatické preparáty, které jsou v dnešní době pro pekárny nedílnou součástí. Spotřebitelé si cení pečiva, které je chutné, svěží a také měkké, důležitou roli hraje i jejich trvanlivost, kterou vyžadují jak zákazníci, tak i potravinové řetězce. Proto je prioritou neustálý výzkum a vývoj v oblasti zlepšujících přípravků. Testování jejich použití je pak základem pro jejich efektivní využití.

Naše pokusy potvrdily oprávněnost tohoto tvrzení. Většina testovaných enzymatických přípravků příznivě ovlivnila stárnutí pečiva, zpomalovala ho, a to se odrazilo i v jeho lepších texturních vlastnostech.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou Programu rozvoje venkova, operace 16.2.2 Podpora vývoje nových produktů, postupů a technologií při zpracování zemědělských produktů a jejich uvádění na trh. Název: MLÝN HERBER - inovace 2017-2020, Mikronové mletí.

LITERATURA

Avramenko, N. A., Tyler, R. T., Scanlon, M. G., Hucl, P., Nickerson, M. T. (2018): The chemistry of bread making: The role of salt to ensure optimal functionality of its constituents. *Food Reviews International*, 34(3): 204–225.

Benešová, L., et al. (1997): *Potravinářství IV*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. ISBN 80-85120-56-9.

Eugenia Steffolani, M., Ribotta, P. D., Pérez, G. T., León, A. E. (2012): Combinations of glucose oxidase, α -amylase and xylanase affect dough properties and bread quality. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(3): 525–534.

Ghoshal, G., Shivhare, U. S., Banerjee, U. C. (2013): Effect of xylanase on quality attributes of pastries. *Journal of Food Quality*, 36(3): 172–180.

Goesaert, H., Slade, L., Levine, H., Delcour, J. A. (2009): Amylases and bread firming – an integrated view. *Journal of Cereal Science*, 50(3): 345–352.

Heldman, D. R., Wheeler, M. B., Hoover, D. G. (2011): *Encyclopedia of biotechnology in agriculture and food*. Boca Raton: CRC Press. ISBN 978-084-9350-276.

Martin, M. L., Zeleznak, K. J., Hosney, R. C. (1991): A Mechanism of Bread Firming. I. Role of Starch Swelling. *Cereal Chemistry*, 68(5): 498–503.

Oort, M., Whitehurst, R. J. (2010): *Enzymes in Food Technology*. New Delhi: Wiley-Blackwell. ISBN 978-1-4051-8366-6.

Orji, J. CH., Nweke, CH. O., Nwabueze, R. N., Nwanyanwu, CH. E., Alisi, CH. S., Etim-osowo, E. N. (2009): Production and properties of α -amylase from *Citrobacter* species. *Revista Ambiente e Água*, 4(1): 45–57.

Příhoda, J. (2012): Technologie sacharidů: Pekárenská technologie. In Kadlec, P., Melzoch, K., Voldřich, M., et al. *Přehled tradičních potravinářských výrob.* Ostrava: KEY Publishing s.r.o. ISBN 978-80-7418-145-0.

Příhoda, J., Humpolíková, P., Novotná, D. (2003): *Základy pekárenské technologie.* Praha: Pekař a cukrář. ISBN 80-902922-1-6.

Rychtera, M. (2013): Enzymové technologie. In Kadlec, P., Melzoch, K., Voldřich, M., et al. *Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích.* Ostrava: KEY Publishing s.r.o. ISBN 978-80-7418-163-4.

Vyhláška č. 18/2020 Sb. ze dne 20. ledna o požadavcích na mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta. *Sbírka zákonů České republiky*. 27. 1. 2020, částka 8. ISSN 1211-1244.

Zanoni, B., Peri, C., Pierucci, S. (1993): A study of the bread-baking process. I: A phenomeno-logical model. *Journal of Food Engineering*, 19(4): 389–398.

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

**HODNOTENIE KVALITY MÄSA PSTRUHA DÚHOVÉHO
(*ONCORHYNCHUS MYKISS*) V PROCESE JEHO SKLADOVANIA
STANOVENÍM INDEXU QIM**

**QUALITY ASSESSMENT OF THE RAINBOW TROUT MEAT
(*ONCORHYNCHUS MYKISS*) IN THE STORAGE PROCESS BY
DETERMINING THE QIM INDEX**

**Miroslav Kročko¹ – Viera Ducková¹ – Tatiana Vrzalová¹ – Jana Tkáčová¹
Silvia Jakabová¹ – Lucia Benešová¹**

**¹Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská
poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2,
94976 Nitra, Slovenská republika**

ABSTRAKT

Cieľom práce bolo stanoviť kvalitu vzoriek mäsa Pstruha dúhového (*Oncorhynchus mykiss*) skladovaného v chladiarenských podmienkach (na ľade). Stanoviť ich kvalitu a trvanlivosť na základe hodnôt jatočnej výťažnosti, hodnoty QIM a senzorickej kvality po tepelnej úprave. Pri porovnaní jatočnej výťažnosti medzi pohlaviami pstruha dúhového sa zistilo, že samice pred neresením taktiež spĺňajú minimálnu stanovenú jatočnú výťažnosť 78 %. Na základe výsledkov odporúčame dobu skladovania pstruha dúhového uloženého na ľade maximálne 12 dní a u pstruha dúhového lososovitého uloženého na ľade odporúčame maximálnu dobu skladovania 14 dní. Senzorickou analýzou stanovenou po tepelnej úprave rýb sa potvrdili výsledky zistené QIM systémom.

*Kľúčové slová: pstruh dúhový (*Oncorhynchus mykiss*), systém QIM, trvanlivosť*

ABSTRACT

The aim of the work was to determine the quality of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) meat samples stored under refrigerated conditions (on ice). To determine their quality and shelf life based on carcass yield, QIM value and sensory quality after heat treatment. To compare the carcass yield between the sexes of trout rainbow trout, it was

found that the pre-spawning females also met the minimum specified carcass yield of 78%. Based on the results, we recommend a maximum storage period of 12 days for ice-stored rainbow trout and a maximum storage period of 14 days for ice-stored rainbow salmon trout. Sensory analysis determined after heat treatment of the fish confirmed the results detected by the QIM system.

Keywords: rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), QIM system, shelf life

ÚVOD

Stanovenie čerstvosti rýb je možné vykonať pomocou rôznych parametrov, ale najbežnejšie sa ich čerstvosť stanovuje na základe vzhľadu, vône, pigmentácie, tuhosti, zápachu, zafarbenia atď. (Baron et al, 2007). Metódy stanovenia čerstvosti rýb majú svoje obmedzenia. Senzorická kontrola je časovo náročný postup, ktorý vyžaduje zrak, hmat a čuch a vyžaduje špeciálne vyškolený personál, ktorý nemusí byť vždy k dispozícii. Presné laboratórne metódy sú drahé z dôvodu vysokých nákladov na obstaranie a údržbu prístrojov a materiálov. Preto by bola užitočná rýchla, pohodlná a efektívna metóda na hodnotenie oxidačného poškodenia tkanív rýb v rôznych štádiách dodávateľského reťazca. Technika spracovania obrazu (IPS) spojená s analýzou viacrozmerých údajov, sa tak stáva výkonnejším nástrojom na hodnotenie kvality potravinárskych materiálov. Táto kombinovaná metóda sa úspešne implementovala na predikciu pH, farby, straty vody a krehkosti červeného mäsa (Dutta et al., 2016).

Metóda indexu kvality QIM je nástroj používaný na indikáciu čerstvosti najmä chladených rýb prostredníctvom senzorickej analýzy (Huidobro et al., 2000). Pôvodne sa vyvinula pre celé ryby skladované v ľade, ale v súčasnosti sa okrem iných výrobkov používa aj na mrazené ryby a filé. Táto metóda je dostupná pre širokú škálu druhov rýb a kôrovcov, divých aj chovaných (Diler et al., 2018). Každý atribút sa hodnotí bodmi od 0 do 3 a hodnotenie s nízkym skóre označuje najlepšiu kvalitu. Bodové hodnotenie pridelené ku každému kritériu je také, že nemôže dominovať žiadne jediné kritérium a že hodnoty skóre sa dajú ľahko posúdiť. Súčet všetkých atribútov sa nazýva „demerit

points“ alebo QIM indexové body. Analýza QIM vyjadruje lineárny vzťah medzi indexom kvality a časom skladovania, čím umožňuje ľahký výpočet zostávajúcej trvanlivosti rýb (Bernardo et al., 2020). Táto hodnota sa lineárne zvyšuje s dobou skladovania danej ryby.

Cieľom práce bolo stanoviť kvalitu vzoriek mäsa Pstruha dúhového (*Oncorhynchus mykiss*) skladovaného v chladiarenských podmienkach (na ľade). Stanoviť ich kvalitu a trvanlivosť na základe hodnôt jatočnej výťažnosti, hodnoty QIM a senzorickej kvality po tepelnej úprave.

MATERIÁL A METODIKA

Stanovenie jatočnej výťažnosti

Ryby sa po vylovení, omráčení a usmrtení (úder do hlavy tupým predmetom), ponechali v nádobe s perforovaným dnom k zabezpečeniu odstránenia prebytočnej vody. Telá rýb pstruha dúhového (n=20) a pstruha dúhového lososovitého (n=20) pred a po vypitvaní sa zvážili s presnosťou na 0,005 kg. Zo získaných hodnôt hmotností pred a po vypitvaní rýb sa vypočítala jatočná výťažnosť. Jatočná výťažnosť udáva percentuálny podiel jatočne opracovaného tela z nákupnej, resp. živej hmotnosti.

Stanovenie trvanlivosti chladených rýb na základe indexu kvality QIM

Ryby zo slovenského chovu sa po usmrtení a vypitvaní uložili do polystyrénovej nádoby s vložkovým ľadom a skladovali pri teplote 3 ± 1 °C až do stavu hlbokkej autolýzy. Žiabre sa pri pitvaní odstránili, preto sa ako znak čerstvosti nehodnotili.

Vzorky sa po uložení do nádob s ľadom hodnotili v časových intervaloch po 24 hodinách, po 72 hodinách, po 6 dňoch, po 10 dňoch, po 13 dňoch a po 15 dňoch.

Tabuľka 1: Hodnotiace kritériá pre stanovenie indexu kvality QIM

Parameter	Zmeny	Popis	Body
Koža	Jas	Jasná	0
		Vyblednutá	1
		Matná	2
Sliz	Jasnosť	Čistý - jasný	0
		Biely – vysoká viskozita	1
		Sivý/ čierny s nízkou viskozitou	2
Pružnosť	Pohmatom	Ohybná, elastická	0
		Odtlačok < 3 sek.	1
		Odtlačok ≥ 3 sek.	2
Pach celej ryby	Čerstvý/ hnilobný	Čerstvý/ charakteristický	0
		Neutrálly	1
		Zemitý/ kovový/ hnilobný	2
Oči	Jasnosť	Jasný	0
		Miestami nepriehľadné	1
		Matné, nepriehľadné	2
	Tvar	Vypuklé, konvexné	0
		Ploché	1
		Konvexné/ duté/ vpadnuté	2
Pach pobrušnice	Čerstvý/ hnilobný	Charakteristický/pôdny/ovocný/ neutrálly	0
		Mierne kovový/kyslý	1
Plutvy	Postavenie	Pevné lúče	0
		Lokálne zlomené	1
		Zlomené	2
Celkovo			15

Senzorické hodnotenie mäsa pstruha dúhového po tepelnej úprave

Senzorické hodnotenie vzoriek mäsa pstruhov dúhových pochádzajúcich zo Slovenska sa uskutočnilo v rovnakom senzorickom laboratóriu ako QIM analýza. Senzorickej analýzy sa zúčastnilo 5 hodnotiteľov, ktorí posudzovali vzorky po ich tepelnej úprave podľa vopred pripravených deskriptorov. Vôňa vzoriek sa posudzovala pred ako aj po tepelnej úprave. Po tepelnej úprave sa okrem vône uskutočnilo aj hodnotenie chuti, farby a konzistencie. Tepelná úprava vzoriek sa uskutočnila bez prídavku korenín a soli. Hodnotenie prebiehalo pomocou 5 bodovej stupnice, pričom jeden bod znamenal, že sledovaný znak sa hodnotil ako najhorší a päť bodov, že sledovaný znak sa hodnotil ako najlepší. Dosiahnuté body sa spočítali a následne sa stanovila celková senzorická hodnota vzoriek.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

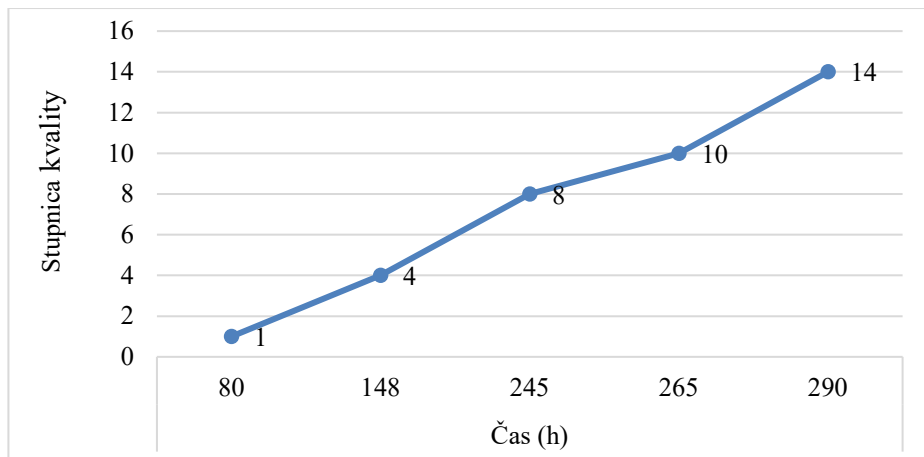
Jatočná výťažnosť sa v praxi využíva pri kúpe a na výlovoch. Pod názvom „pstruh“ možno umiestňovať na trh ryby z druhov pstruh potočný a pstruh dúhový. Na trh možno umiestňovať pstruha dúhového a pstruha potočného s najnižšou hmotnosťou 150 g, najmenšia prípustná výťažnosť pstruha dúhového je 78 % a pstruha potočného 71 % (Zbierka zákonov č. 425/2012).

Priemerná živá hmotnosť vzoriek pstruhov dúhových sa zistila na úrovni $0,742 \pm 0,41$ kg a priemerná hmotnosť jatočne opracovaných tiel pstruha dúhového na úrovni $0,602 \pm 0,37$ kg. Priemerná jatočná výťažnosť sa zistila na úrovni $81,15 \pm 1,05$ %.

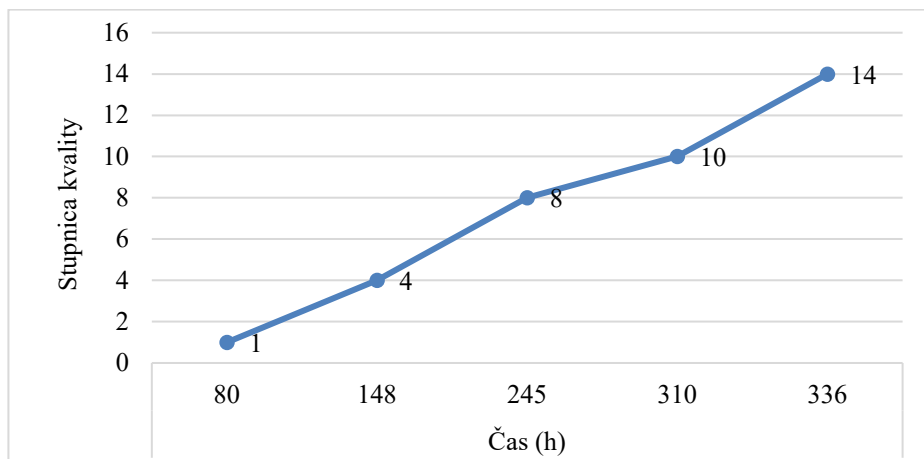
Priemerná živá hmotnosť vzoriek pstruhov dúhových lososovitých sa zistila na úrovni $1,292 \pm 0,65$ kg a hmotnosť jatočne opracovaných tiel $1,085 \pm 0,41$ kg. Priemerná jatočná výťažnosť sa zistila na úrovni $83,98 \pm 0,53$ %.

Na základe zistených výsledkov možno konštatovať, že všetky nami sledované vzorky splnili podmienky vyhlášky ako aj samice pred neresením, ktorým sa po pitvaní vybrali ikry.

Vo vzorkách pstruhov dúhových sa začala zmena čerstvosti po 78 hodinách, kde sa už vyskytli prvé náznaky skladovania. Najvyššiu hodnotu 14 bodov a teda aj maximálnu dobu trvanlivosti dosiahli na 14. deň skladovania na ľade vzorky pstruhov dúhových lososovitých. U vzoriek pstruhov dúhových sa zistila nižšia doba trvanlivosti a to 12 dní (po 284 hodinách skladovania na ľade sa zmenili parametre na hodnotu 14). Rozdiel v dobe trvanlivosti zistený u jednotlivých druhov pstruha dúhového je pravdepodobne zapríčinený krmivom. Pstruhom dúhovým lososovitým sa pridávalo krmivo s obsahom karotenoidu „astaxantínu“, ktorého antioxidačné účinky sú všeobecne známe (Belviranli a Okudan, 2015).



Obrázok 1: Výsledok QIM u pstruha dúhového



Obrázok 2: Výsledok QIM u pstruha dúhového lososovitého

Podobná doba trvanlivosti pstruha dúhového sa zaznamenala aj v iných štúdiách. V súlade s našimi výsledkami aj Özoğul et al. (2013) zistili podobnú dobu trvanlivosti pstruha dúhového, konkrétne 14 dní. Chytiri et al. (2004) vyhodnotili skladovanie u pstruha dúhového celého na 15–16 dní a u filiet pstruha dúhového na 10–12 dní. Kolakowska et al. (2006) hodnotili pstruhy dúhové pitvané a nepitvané.

Skladovateľnosť u pitvaných stanovili na 14 dní a u nevypitvaných na 11 dní. Wunnenberg a Oehlenschläger (2008) uvádzajú, že trvanlivosť pstruha dúhového, ktorý sa skladuje na ľade v jesenných mesiacoch je 14 dní a v zimných, jarných a letných mesiacoch 16 dní. Ninan et al. (2011) uvádzajú trvanlivosť celého pstruha dúhového s ohľadom na jeho senzorické vlastnosti 12–14 dní.

Nižšiu dobu trvanlivosti v porovnaní s našimi výsledkami uvádzajú Razaee et al. (2006), ktorí zistili, že trvanlivosť pstruha dúhového z voľnej prírody skladovaného na ľade je 9–11 dní.

Podľa Diler a Genc (2018) je na základe QIM doba trvanlivosti pstruha dúhového nevypitvaného 12 dní a pitvaného 14 dní. Taktiež uvádza, že v porovnaní s morskými rybami je trvanlivosť pstruha dúhového skladovaného na ľade dlhšia.

Vzorky mäsa pstruha dúhového podrobené senzorickej analýze získali celkovo 18 bodov z 25 bodov. Príčinou zníženia počtu bodov bola najmä vôňa mäsa pred a po tepelnej úprave. O 2 body sa celkové skóre znížilo za farbu a konzistenciu. Senzorickou analýzou po tepelnej úprave sa u vzoriek pstruha dúhového lososovitého stanovilo celkové skóre 23 bodov. V tomto prípade sa celkové skóre znížilo len za vôňu pred tepelnou úpravou.

ZÁVER

Sledované ukazovatele jatočných výťažností vzoriek pstruhov dúhových vyhovovali podmienkam vyhlášky MParV SR (č. 425 2012) o produktoch rybolovu a výrobkoch z nich bez ohľadu na ich druh. Pri porovnaní jatočnej výťažnosti medzi pohlaviami pstruha dúhového sa zistilo, že samice pred neresením taktiež spĺňajú minimálnu stanovenú jatočnú výťažnosť 78 %. Na základe výsledkov odporúčame dobu skladovania pstruha dúhového uloženého na ľade maximálne 12 dní a u pstruha dúhového lososovitého uloženého na ľade až 14 dní. Senzorickou analýzou stanovenou po tepelnej úprave rýb sa potvrdila doba trvanlivosti stanovená QIM systémom.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená projektom KEGA 034SPU-4/2021 a projektom VEGA 1/0239/21.

LITERATÚRA

Baron, C. P., Kjaersgaard, I. V. H., Jessen, F., Jacobsen, C. (2007): Protein and lipid oxidation during frozen storage of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 8118–8125.

Belviranlı M, Okudan N. (2015): Well-Known Antioxidants and Newcomers in Sport Nutrition: Coenzyme Q10, Quercetin, Resveratrol, Pterostilbene, Pycnogenol and Astaxanthin. CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton. 299 s. ISBN 9780429189586

Bernardo, Y.A.A., Rosario, D.K.A., Delgado, I.F. et al. (2020): Fish quality index method: principles, weaknesses, validation, and alternatives – a review, 19 (5), 2657–2676.

Diler, A., Genc I.Y. (2018): A practical quality index method (QIM) 313ivočišný for aquacultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). International Journal Of Food Properties, 21(1), 858–867.

Dutta, K. M., Issac, A., Minhas N., Sarkar, B. (2016): Image processing based method to assess fish quality and freshness. Journal Food Engineering, 177, 50–58.

Huidobro, A., Pastor, A., Tejada, M. (2000): Quality index method 313ivočišný for raw gilthead seabream (*Sparus aurata*), Food Science, 65 (7), 1202–1205.

Chytiri, S., Paleolos, E., Savvaids, I., Kontominas, M. G. (2004): Relation of Biogenic Amines with Microbial and Sensory Changes of Whole and Filleted Freshwater Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Stored on Ice. Journal of Food Protection, 67(5), 960–965

Kolakowska, A.; Zienkowicz, L.; Domiszewski, Z.; Bienkiewicz, G.; (2006): Lipid Changes and Sensory Quality of Whole and Guttred Rainbow Trout during Storage in Ice. *Acta Ichthyologica Et Piscatoria*, 36(1), 39–47.

Ninan, G., Lalitha, K. V., Zynudheen, A. A., Joseph, J. (2011): Effect of Chilling on Microbiological, Biochemical and Sensory Attributes of Whole Aquacultured Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss* Walbaum, 1792). *Journal of Aquatic Research Development*, S5:001.

Özogul, F., Yavuzer, E., Özogul, Y., Kuley, E. (2013): Comparative Quality Loss in Wild and Cultured Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) during Chilling Storage. *Journal of Food Science and Technology Research*, 19(3), 445–454.

Rezaei, M., Montazeri, N., Langrudi, H. E., et al. (2006): The Biogenic Amines and Bacterial Changes of Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus Mykiss*) Stored in Ice. *Food Chemistry*, 103, 150–154.

Vyhľadiska Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky č.425/2012 Z.z. o produktoch rybolovu a výrobkoch z nich.

Wunnenberg, J., Oehlenschlager, A. (2008): Investigations on shelf life of ice-stored aquacultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to annual seasonal factors by application of the Quality Index Method (QIM) for gutted whole fish and sensory assessment for cooked fillets, *Archiv Für Lebensmittelhygiene* 59(6), 221–226

Kontaktná adresa: doc. Ing. Miroslav Kročko, PhD. Katedra technológie a kvality Živočišných 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

**VPLYV TEPLoty A ČASU PRI PRÍPRAVE SOUS-VIDE
HYDINOVÉHO MÄSA NA MIKROBIOLOGICKÜ KVALITU
A ORGANOLEPTICKÉ VLASTNOSTI**

**THE EFFECT OF TEMPERATURE AND TIME ON MICROBIOLOGICAL
QUALITY AND ORGANOLEPTIC PROPERTIES
IN SOUS-VIDE POULTRY MEAT**

**Patrícia Martišová¹ – Lucia Galovičová² – Petra Borotová^{1,3} – Simona Kunová⁴
Miroslava Kačániová^{2,5} – Marek Šnirc⁴ – Martin Mellen⁶ – Jana Štefániková¹**

**¹AgroBioTech Research Centre, SUA in Nitra,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia**

**²Institute of Horticulture, FHLE, SUA in Nitra,
Tulipánová 7, 949 76 Nitra, Slovakia**

**³Institute of Applied Biology, FBFS, SUA in Nitra,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia**

**⁴Institute of Food Sciences, FBFS, SUA in Nitra,
Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia**

**⁵Department of Bioenergetics, Food Analysis and Microbiology, Institute
of Food Technology and Nutrition, University of Rzeszow, Cwiklinskij 1,
35-601 Rzeszow, Poland**

⁶Slovenské mäso s.r.o., Semerovo 1, Semerovo 941 32, Slovakia

ABSTRACT

Nowadays consumer interest in high quality food is growing. Improving the food quality is also possible with various culinary processes. Such preparation is also sous-vide, i.e. cooking under controlled conditions. In addition to maintaining a large amount of health-promoting substances, it is also possible to extend the shelf life of the products. In our study, 12 different chicken breast meat samples were prepared by sous-vide using different temperatures (50, 55, 60, and 65 °C) and time (1–6 h) combinations. There were no microorganisms detected in sous-vide samples, so the meat was safe for consumption. Sensory assessors evaluated 7 parameters

(colour, odour, softness, juiciness, chewiness, overall taste, and overall acceptability) for each sample. The only difference ($p < 0.001$) was detected in odour where sample prepared at 60 °C/4 h had significantly stronger odour than sample cooked at 50 °C/5 h. In the future, the meat with the best evaluated cooking conditions will be used for preparation of flavoured sous-vide meat.

Keywords: chicken breast meat, MALDI-TOF MS, sensory analysis, vacuum cooking

INTRODUCTION

Sous-vide (SV) is a modern way of preparing a wide range of foods, which consists of cooking under constant control of temperature and time in a vacuum. SV, i.e., cooking at lower temperatures, is considered healthier so it is preferred worldwide not only in the food industries but also in gastronomy. Sous-vide has a positive effect on the quality, texture (García-Linares et al., 2004), colour, flavour, nutritional composition (e.g., higher content of fats, proteins, and water-soluble vitamins) (Cui et al., 2021), content of polyphenols and antioxidant activity (Alcúson, Remón and Salvador, 2017) etc. compared to commonly used preparation methods. Another advantage is the ability to prepare different foods in separate bags at the same time with the packaging protecting the food from cross-contamination (Sun et al., 2019; Ding, 2020). In SV, heat is transferred to the food through a water bath, with the vacuum pack acting as a barrier to oxygen, reducing the likelihood of oxidation during storage (Ding, 2020). Oxidation causes, among other things, colour changes. Specifically in meat the denaturation of myoglobin occurs due to simultaneous heating, which leads to a loss of red colour (Naveena et al., 2016). However, in SV, the colour of the products is significantly better and remains preserved (Cui et al., 2021). From the consumer's point of view, on the contrary, the pinkish to reddish colour of SV meat is perceived negatively and is associated mainly with insufficient heat treatment (Smith and Northcutt, 2004). SV foods have a better microbiological quality compared to commonly used methods, depending on the microbiological quality in the fresh state

(Głuchowski, Czarniecka-Skubina and Buła, 2020). Food pathogens stop growing and die at temperatures 50–70 °C, with SV cooking usually starting at 55 °C (Dominguez-Hernandez, Salaseviciene and Ertbjerg, 2018; Cui et al., 2021; Hasani, Kenesei and Dalmadi, 2021). The production of safe SV foodstuffs can be ensured by maintaining a sufficient cooking time depending on the temperature used (Cui et al., 2021). Cooking in plastic bags prevents the loss of volatile aromatic compounds and water from the meat, which has the effect of improving the organoleptic properties (Roascio-Albistur and Gámbaro, 2018). In the traditional cooking of poultry meat, there is a weight loss of 15–20 % (especially moisture in food). In comparison with the SV method, water losses are only 5–8 % (Ding, 2020). Thanks to the controlled conditions and extended shelf life, SV is also used in the reduction of produced kitchen waste, whether in households or in the gastro-industry, and thus contributes to sustainability (Beretta and Hellweg, 2019). The aim of our study was to determine the representation of individual groups of microorganisms in the fresh chicken breast meat and in the sous-vide meat and identification of individual microorganisms using mass spectrometry. We also studied the organoleptic properties of fresh and sous-vide chicken breast meat using sensory analysis.

MATERIAL AND METHODS

Sous-vide cooking

The poultry meat used in our study came from a certified and regularly inspected farm without the presence of microorganisms causing foodborne diseases. Skinless and boneless chicken breasts were imported from the farm on the day of slaughter and were stored at 4–6 °C until the next day. Samples for SV cooking were cut into 100 g pieces (sensory evaluation) and 5 g pieces (microbiological evaluation). A Maxxo VMProfi vacuum packaging machine with a compressor capacity of 20 L/min, a suction capacity of 900 mbar and vacuum bags designed for the given type of vacuum packaging machine were used. Evaluated chicken breasts were prepared by sous-vide

using different temperatures (50, 55, 60, and 65 °C) and time (1, 2, 3, 4, 5, and 6 hours). Subsequently, they were shock-cooled in ice bath (1 °C) and stored in the refrigerator until the next day (Kim et al., 2015). A total of 12 different sample combinations were prepared by the SV method (Table 1). Some combinations of temperatures and times were based on available literature, which were supplemented by other variations.

Table 1: Combinations of different temperatures and time used in the preparation of sous-vide chicken meat

Sample no.	Temperature (°C)	Time (h)	Literature
1	50	4	-
2	50	5	-
3	50	6	-
4	55	3	-
5	55	4	Karpińska-Tymoszczyk et al., 2020
6	55	5	Karpińska-Tymoszczyk et al., 2020
7	60	2	Park et al., 2020; Haghighi et al., 2021
8	60	3	Park et al., 2020
9	60	4	-
10	65	1	Ding, 2020
11	65	2	-
12	65	3	-

Evaluation of microbiological quality

Microbiological quality was evaluated for fresh and SV chicken breasts (according to Table 1). Analyses for determination of the total viable counts (TVC) and Enterobacteriaceae family of gram-negative bacteria were performed according to Kačániová et al. (2015) with modifications. In brief 5 g of chicken breast was homogenized with 45 mL of 0.1% peptone water for 30 min in a Stomacher. Plate Count Agar (PCA, Oxoid, UK) was used for measuring the TVC after incubation at 30 °C for 48 h. Enterobacteriaceae family grew on the violet red bile glucose agar (VRBG, Oxoid, UK) at 37 °C for 24 h. Furthermore, the analyses for identification of the bacteria were conducted according to Kačániová et al. (2021) using MALDI-

TOF MS spectrometer with Flex Control software (Bruker Daltonics, Bremen, Germany) with modifications as follows. Into each spot on MALDI target plate (Bruker Daltonics) was dropped 1 μ L of supernatant followed by addition of 1 μ L of matrix solution (α -Cyano-4-hydroxycinnamic acid).

Evaluation of organoleptic properties

The sensory evaluation was performed by 12 assessors (7 women) with age range 25–46 years, who had previous experiences with the evaluation of meat products. Samples were cut to a size of approximately 1×1×1 cm and marked with a 3-digit code. All the sensory assessors received 3 cubes from each sample. Between the evaluations of the samples, each assessor used a taste neutralizer, specifically still water and unsalted crackers. Sensory attributes were selected according to Park et al. (2020) with modification (colour, odour, softness, juiciness, chewiness, overall taste, and overall acceptability). Samples were evaluated on a 1 to 15 points unstructured scale converted to numerical values. Samples were evaluated in randomized order in disposable food-safe plastic cups.

Statistical analysis

For the statistical evaluation of sensory analysis results were used MS Excel and XLSTAT 2014 package program (Addinsoft, 2014). Data normality was tested by the Shapiro-Wilk test. Statistical differences were evaluated at a significance level $p < 0.05$ and $p < 0.001$ using the Kruskal-Wallis test.

RESULTS AND DISCUSSION

Microbiological quality

Results of the microbiological quality evaluation are shown in Table 2. The TVC in fresh chicken breasts were 2.39 log CFU/g which is 1.6 times lower than results obtained by Głuchowski, Czarniecka-Skubina and Buła (2020). Our results of TVC were also lower than the results presented by Haghighi et al. (2021) who reported 2.8 log CFU/g. There were no TVC detected in the SV meat. We confirmed that

all the combinations of time and temperature were enough for ensuring the meat pasteurization.

Table 2: Microbiological quality of chicken breast meat

	Fresh chicken breast meat (log CFU/g)	SV chicken breast meat samples
TVC	2.39	ND
Enterobacteriaceae family	ND	ND
<i>Acinetobacter bohemicus</i>	✓	ND
<i>Brochothrix thermosphacta</i>	✓	ND
<i>E. coli</i>	✓	ND
<i>Kurthia zopfii</i>	✓	ND
<i>Pseudomonas fragi</i>	✓	ND

Note: TVC – total viable counts; ✓ – microorganism was detected by MALDI-TOF MS; ND – not detected.

The colonies isolated from the fresh meat were identified (MALDI-TOF MS Biotyper) as *Pseudomonas fragi*, *Escherichia coli*, *Brochothrix thermosphacta*, *Acinetobacter bohemicus*, and *Kurthia zopfii*. Authors Kunová et al. (2021) evaluated microbiological quality of rainbow trout meat. They identified *P. fragi*, *B. thermosphacta*, *E. coli*, *Acinetobacter* spp. (*A. johnsonii*, *A. harbinensis*) using MALDI-TOF Biotyper. According to Głuchowski, Czarniecka-Skubina and Buła (2020), SV meat has better microbiological quality compared with fresh meat.

Sensory analysis

Organoleptic properties were evaluated in 12 different sous-vide chicken breast meat samples. Results of the sensory evaluation are presented in Table 3. The colour of the SV chicken breast was evaluated on the scale from red to pale brown (1-red, 15-pale brown). There were not detected any significant differences ($p >0.05$) in the colour between the evaluated samples. The other attributes were evaluated on the scale from minimum to maximum and there were no significant differences between samples except in the odour between the samples prepared at 50 °C/5 h

and 60 °C/4 h ($p < 0.001$). SV meat is characteristic with very low odour because the odour substances are created at temperatures higher than 70 °C (Calkins and Hodgen, 2007). On the contrary, the authors Karpińska-Tymoszczyk et al. (2020) found significant difference in odour ($p < 0.05$) between SV meat samples cooked at 55 °C/5 h and 61 °C/1.5 h. It can be also seen in our study where samples with higher temperatures used (60 and 65 °C) were scored higher in odour than samples prepared at lower temperatures (50 and 55 °C).

In softness, the highest score (9.13) was received by sample cooked at 65 °C/1 h. In addition, in our study sample cooked at 60°C for 2 h was evaluated as the juiciest (9.00) and sample cooked at 60 °C for 3 h has the best overall taste and overall acceptability (10.69 and 10.04, respectively). As the most chewable was evaluated the sample cooked at 55 °C/5 h (10.00). No statistical differences were detected ($p > 0.05$) between tested samples. Authors Park et al. (2020) compared SV meat prepared at 60 °C and 70 °C. They found no significant differences ($p > 0.05$) in softness and chewiness between the samples prepared at 60 °C, and the best score had the samples prepared at 60 °C/1 h. On the contrary, the samples prepared at 70 °C were significant ($p < 0.05$). The SV meat prepared at 60 °C for 2 h and 3 h had no significant differences in juiciness and overall acceptability as well as in our study. Authors Karpińska-Tymoszczyk et al. (2020) used the temperature parameters 55 °C, 58 °C, and 61 °C for different SV cooking time. The juiciest were samples prepared at 55 °C/4–5 h with no statistical differences between them. On the contrary, the sample cooked at 61 °C/2.5 h had a negative significant difference in juiciness (the lowest score). The best overall taste (9.63 and 9.75) had the samples prepared at 55 °C in contrast to our results, but with no statistical differences as well as in our study. They also observed no significant difference ($p > 0.05$) in attribute overall acceptance between samples.

Table 3: Effect of various temperature and time of cooking on organoleptic properties in SV chicken breast meat

Temperature (°C)	50			55			60			65		
Time (h)	4	5	6	3	4	5	2	3	4	1	2	3
Colour	9.63 ^a	8.96 ^a	10.49 ^a	10.33 ^a	12.21 ^a	10.38 ^a	11.11 ^a	11.58 ^a	11.19 ^a	10.96 ^a	10.64 ^a	11.83 ^a
Odour	7.19 ^a	6.53 ^{ab}	8.57 ^a	8.19 ^a	9.84 ^a	8.73 ^a	9.74 ^a	10.13 ^a	11.77 ^{ac}	9.73 ^a	9.48 ^a	10.33 ^a
Softness	8.22 ^a	8.03 ^a	7.49 ^a	8.56 ^a	7.43 ^a	8.08 ^a	8.84 ^a	7.42 ^a	6.38 ^a	9.13 ^a	7.39 ^a	6.81 ^a
Juiciness	7.55 ^a	6.09 ^a	7.74 ^a	7.40 ^a	7.73 ^a	6.37 ^a	9.00 ^a	8.83 ^a	6.95 ^a	5.97 ^a	6.43 ^a	7.16 ^a
Chewiness	9.18 ^a	7.79 ^a	8.44 ^a	9.04 ^a	7.63 ^a	10.00 ^a	8.85 ^a	6.29 ^a	7.27 ^a	8.92 ^a	7.73 ^a	7.56 ^a
Overall taste	7.36 ^a	7.62 ^a	8.71 ^a	6.77 ^a	8.48 ^a	7.91 ^a	8.33 ^a	10.69 ^a	8.89 ^a	8.31 ^a	8.91 ^a	9.59 ^a
Overall acceptability	9.21 ^a	7.23 ^a	8.08 ^a	7.97 ^a	9.10 ^a	7.34 ^a	8.43 ^a	10.04 ^a	8.85 ^a	8.43 ^a	8.40 ^a	8.40 ^a

Note: Values represent means of 12 assessors.

Different letters in superscript in the same row represent significant difference ($p < 0.001$).

Generally, we can say that the samples prepared at 55 and 60 °C received better scores than the samples cooked at lower or higher temperatures (50 °C and 65 °C) but without significant differences. In comparison with traditionally cooked meat, SV meat is according to authors Przybylski et al. (2021) juicier, softer and has better overall quality.

CONCLUSIONS

In our study, we evaluated the microbiological quality and organoleptic properties of sous-vide chicken breast meat samples. The fresh breast meat had TVC 2.39 log CFU/g and it contained following bacteria *A. bohemicus*, *B. thermosphacta*, *K. zopfii*, *P. fragi*, and *E. coli*. All 12 different (combinations of 50, 55, 60, and 65 °C with 1–6 h) SV samples showed satisfactory microbiological quality. Sensory analysis revealed that SV samples were not significantly different in parameters colour, softness, juiciness, chewiness, overall taste, and overall acceptability. However, the difference was detected ($p < 0.001$) in odour between samples cooked at 50 °C/5 h and 60 °C/4 h. Our results showed that the selected cooking conditions are suitable for the preparation of microbiologically safe meat and there were no statistically significant differences in the evaluated organoleptic parameters except odour. For this reason, we will choose the conditions for SV meat according to the results obtained by sensory panel for the research of extending the shelf life by using the natural additives.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was funded by the Grant Agency of The Slovak University of Agriculture in Nitra grant number GASPU-18-2021 “Modern procedures and technologies increasing the quality of a selected sous-vide food model“. Research was also supported 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 and the Operational Program Research and Innovation: “Support of research activities in the ABT RC”, 313011T465, cofinanced by the European Regional Development Fund.

REFERENCES

- Addinsoft. (2014): XLSTAT. *Analyse de Données et Statistique Avec MS Excel*. Addinsoft: New York, NY, USA.
- Alcusón, G., Remón, S., Salvador, M. L. (2017): Quality related aspects of sous-vide processing of borage (*Borago officinalis* L.) stems. *LWT Food Science and Technology*, vol. 85, pp. 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.07.012>
- Beretta, C., Hellweg, S. (2019): Potential environmental benefits from food waste prevention in the food service sector. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 147, pp. 169–178. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.023>
- Calkins, C. R., Hodgen, J. M. (2007): A fresh look at meat flavor. *Meat Science*, vol. 77, no. 1, pp. 63–80. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.04.016>
- Cui, Z. K., Yan, H., Manoli, T., Mo, H. Z., Bi, J. C., Zhang, H. (2021): Advantages and challenges of sous-vide cooking. *Food Science and Technology Research*, vol. 27, no. 1, pp. 25–34. <https://doi.org/10.3136/fstr.27.25>
- Ding, H. (2020): Sous Vide Cooked Technology and food safety control of chicken. *2020 International Conference on Energy, Environment and Bioengineering (ICEEB 2020)*, 4 p. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018504022>
- Dominguez-Hernandez, E., Salaseviciene, A., Ertbjerg, P. (2018): Low-temperature long-time cooking of meat: Eating quality and underlying mechanisms. *Meat Science*, vol. 143, pp. 104–113. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.04.032>
- García-Linares, M. C., Gonzalez-Fandos, E., García-Fernández, M. C., García-Arias, M. T. (2004): Microbiological and nutritional quality of sous vide or traditionally processed fish: influence of fat content. *Journal of Food Quality*, vol. 27, no. 5, pp. 371–387. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2004.00676.x>

Gluchowski, A., Czarniecka-Skubina, E., Buła, M. (2020): The Use of the Sous-Vide Method in the Preparation of Poultry at Home and in Catering-Protection of Nutrition Value Whether High Energy Consumption. *Sustainability*, vol. 12, no. 18, 14 p. <https://doi.org/10.3390/su12187606>

Haghighi, H., Belmonte, A. M., Masino, F., Minelli, G., Lo Fiego, D. P., Pulvirenti, A. (2021): Effect of Time and Temperature on Physicochemical and Microbiological Properties of Sous Vide Chicken Breast Fillets. *Applied Sciences*, vol. 11, no. 7, 13 p. <https://doi.org/10.3390/app11073189>

Hasani, E., Kenesei, G., Dalmadi, I. (2021): Comparison of the single-step and double-step sous-vide treatment effect on the quality attributes of chicken breast. A novel approach to sous-vide. *Progress in Agricultural Engineering Sciences*, vol. 17, pp. 61–68. <https://doi.org/10.1556/446.2021.30008>

Kačániová, M., Kunová, S., Haščík, P., Pietrzyk, K., Kluz, M., Terentjeva, M., Savistkaya, T., Grinshpan, D. (2021): The antimicrobial effect of thyme and rosemary essential oils against *Listeria monocytogenes* in sous vide turkey meat during storage. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, vol. 15, pp. 575–584. <https://doi.org/10.5219/1655>

Kačániová, M., Petrová, J., Mellen, M., Čuboň, J., Haščík, P., Hleba, L., Terentjeva, M., Kunová, S., Blaškovičová, H. (2015): Impact of anise (*Pimpinella anisum*) and mint (*Mentha piperita*) essential oils to microbial activity in chicken meat. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 4, pp. 28-31. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2015.4.special1.28–31>

Karpińska-Tymoszczyk, M., Draszanowska, A., Danowska-Oziewicz, M., Kurp, L. (2020): The effect of low-temperature thermal processing on the quality of chicken breast fillets. *Food Science and Technology International*, vol. 26, no. 7, 11 p. <https://doi.org/10.1177/1082013220912592>

- Kim, J. H., Hong, G. E., Lim, K. W., Park, W., Lee, C. H. (2015): Influence of Citric Acid on the Pink Color and Characteristics of Sous Vide Processed Chicken Breasts During Chill Storage. *Food Science of Animal Resources*, vol. 35, no. 5, pp. 585–596. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2015.35.5.585>
- Kunová, S., Sendra, E., Haščík, P., Vukovic, N. L., Vukic, M., Kačániová, M. (2021): Influence of Essential Oils on the Microbiological Quality of Fish Meat during Storage. *Animals*, vol. 11, no. 11, 16 p. <https://doi.org/10.3390/ani11113145>
- Naveena, B. M., Khansole, P. S., Kumar, M. S., Krishnaiah, N., Kulkarni, V. V., Deepak, S. J. (2016): Effect of sous vide processing on physicochemical, ultrastructural, microbial and sensory changes in vacuum packaged chicken sausages. *Food Science and Technology International*, vol. 23, no. 1, pp. 75–85. <https://doi.org/10.1177/1082013216658580>
- Park, C. H., Lee, B., Oh, E., Kim, Y. S., Choi, Y. M. (2020): Combined effects of sous-vide cooking conditions on meat and sensory quality characteristics of chicken breast meat. *Poultry Science*, vol. 99, no. 6, pp. 3286–3291. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.03.004>
- Przybylski, W., Jaworska, D., Kajak-Siemaszko, K., Sałek, P., Pakuła, K. (2021): Effect of Heat Treatment by the Sous-Vide Method on the Quality of Poultry Meat. *Foods*, vol. 10, no. 7, 14 p. <https://doi.org/10.3390/foods10071610>
- Roascio-Albistur, A., Gámbaro, A. (2018): Consumer perception of a non-traditional market on *sous vide* dishes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 11, pp. 20–24. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2017.10.002>
- Smith, D. P., Northcutt, J. K. (2004): Induced Red Discoloration of Broiler Breast Meat: i. Effect of Blood, Bone Marrow and Marination. *International Journal of Poultry Science*, vol. 3, no. 4, pp. 248–252. <https://doi.org/10.3923/ijps.2004.248.252>

Sun, S., Rasmussen, F. D., Cavender, G. A., Sullivan, G. A. (2019): Texture, color and sensory evaluation of sous-vide cooked beef steaks processed using high pressure processing as method of microbial control. *LWT*, vol. 103, pp. 169–177. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.12.072>

Contact address: Ing. Patrícia Martišová, PhD., AgroBioTech Research Centre, Slovak University of Agriculture in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, e-mail: patricia.martisova@uniag.sk

POVRCHOVÁ AKTIVITA EXTRAKTŮ Z GINKO BILOBA A ROSTLINNÉ BIOMASY BOHATÉ NA TENZIDY

SURFACE ACTIVITY OF EXTRACTS FROM GINKO BILOBA AND PLANT BIOMASS RICH OF SURFACTANTS

Lenka Nahliková¹ – Stanislav Sekretár¹ – Marianna Potočnáková¹
Lívia Janotková¹ – František Kreps¹

¹Ústav potravinárstva a výživy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

ABSTRAKT

Práca skúma povrchovú aktivitu netoxických, ekologických a obnoviteľných zdrojov saponínov rastlinného pôvodu oproti syntetickým tensidom. Skúmané boli extrakty z *Ginkgo biloba* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Panax ginseng*, a β -escín, pričom stanovené hodnoty povrchového napätia rastlinného materiálu boli porovnané s hodnotami nameranými pre aniónový tensid LSS (Laurylsíran sodný) a neiónový tensid Tween 85 (Polyoxyetylén-sorbitan-trioleát), ktoré sú štandardmi syntetických tensidov. Minimálne povrchové napätie namerané pre tieto tensidy pri 20 °C bolo pre LSS $38,3 \pm 1,26$ mN/m a pre Tween 85 $39,7 \pm 0,06$ mN/m. Rastlinný materiál bol extrahovaný v 99% metanole počas 2 hodín. Na základe našich meraní možno konštatovať, že najlepšie výsledky dosahuje extrakt z *Ginkgo biloba* L., ktorého vodný roztok znížil povrchové napätie vody z 72,8 mN/m na $37,7 \pm 0,57$ mN/m pri 20 °C, teda tento prírodný extrakt doposiaľ málo preskúmaný ako rastlinný zdroj saponínov, dosahoval nižšie hodnoty ako samotné syntetické tensidy.

Kľúčové slová: saponíny, povrchovo aktívne látky, kritická micelárna koncentrácia, rastlinná biomasa

ABSTRACT

The work investigates the surface activity of non-toxic, ecological, and renewable sources of plant origin saponins compared to synthetic surfactants. Extracts from *Ginkgo biloba* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Panax ginseng*, and β -escin were

explored, and the determined surface tension values of the plant material were compared with those measured for the anionic surfactant LSS (sodium lauryl sulfate) and the nonionic surfactant Tween 85 (polyoxyethylene sorbitan trioleate), which are standards for synthetic surfactants. The minimum surface tension measured for these surfactants at 20 °C was $38.3 \pm 1,26$ mN/m for LSS and $39.7 \pm 0,06$ mN/m for Tween 85. The plant material was extracted in 99% methanol for 2 hours. Based on our measurements, it can be stated that the best results are obtained from the extract of *Ginkgo biloba L.*, whose aqueous solution has reduced the surface tension of water from 72.8 mN/m to $37.7 \pm 0,57$ mN/m at 20 °C, so this natural extract has so far little examined as a plant source of saponins, reached lower values than the synthetic surfactants alone.

Keywords: saponins, surfactants, critical micelle concentration, plant biomass

ÚVOD

Molekuly tenzidov majú amfifilnú štruktúru, čo znamená, že obsahujú ako hydrofilnú tak aj hydrofóbnu časť. Hydrofilná časť sa skladá z atómov s veľkou elektronegativitou (napr. atómy N, O, P, S) a najčastejšie býva tvorená polárnymi skupinami ako sú -COOH, -CONH-, -SO₃H, -SO₂NH-. Hydrofóbna časť molekuly je tvorená uhlíkovým zvyškom s reťazcom buď lineárnym, alebo rozvetveným (alkány, alkény). Ďalej táto časť môže byť tvorená aj aromatickou štruktúrou, akú majú napríklad benzén, fenol a naftalén, alebo ešte častejšie, alkylovanou aromatickou zlúčeninou akou je alkylbenzén, alkylfenol alebo alkylnaftalén. Amfipatická štruktúra tenzidu je teda tvorená skupinami s veľkou afinitou k rozpúšťadlu, čo býva najčastejšie voda, ale takisto aj skupinami, ktoré rozpúšťadlo odpudzujú (Blažej, 1977; Bareš, 1982).

Názov „saponín“ je odvodený z latinského slova sapo, čo znamená „mydlo“, pretože saponíny tvoria peny pri pretrepaní s vodou. Schopnosť tvoriť peny je spojená

s amfífilnou štruktúrou saponínov, ktoré pozostávajú z lipofilných sapogenínov nazývaných aglykón a hydrofilných bočných reťazcov sacharidov (Betti a kol., 2016).

Saponíny sú povrchovo aktívne látky, ktoré sú široko distribuované v prírode, vyskytujúce sa predovšetkým v rastlinnej ríši. Rastliny, ktoré produkujú saponíny, vo všeobecnosti akumulujú tieto metabolity ako súčasť svojho rastu, ktorý môže byť ovplyvnený niekoľkými environmentálnymi faktormi, ako sú dostupnosť živín a vody, svetelné žiarenie, alebo kombináciou týchto faktorov. Distribúcia a množstvo saponínov sa pripisujú rôznym potrebám ako napr. ochrana rastliny proti bylinožravcom a škodcom (Augustin a kol., 2011; Cheok a kol., 2014).

Na základe chemických vlastností a schopností akými disponujú penotvorné látky, saponíny alebo rastliny, ktoré saponíny obsahujú, sú používané tieto látky v priemysle ako prísady do potravín a kozmetiky. Saponíny majú rozmanité biologické a farmaceutické vlastnosti. Konkrétne antimikrobiálne, antifungálne, antivírusové, hemolytické, moluskocídne, protizápalové, cytotoxické, protinádorové, hypocholesterolemické, vykašliavacie a imuno-adjuvantné účinky (Betti a kol., 2016).

Povrchovo aktívne látky sa v potravinárskom priemysle používajú už mnoho storočí (Xu a kol., 1998). Mnohé potraviny predstavujú koloidné systémy, obsahujúce častice a kvapky rôzneho druhu. Existujú tri hlavné typy emulzie, ktoré sú dôležité v potravinách. V emulziách typu olej vo vode (o/v) sú kvapky oleja suspendované vo vodnej spojitej fáze. Ide o najuniverzálnejšie typy emulzií, ktoré existujú v mnohých formách (majonézy, smotanový likér, smotanové krémy, šľahačkové polevy, zmrzlinové zmesi) a ich vlastnosti sú kontrolované tak použitými povrchovo aktívnymi látkami, ako aj zložkami prítomnými vo vodnej fáze. Ďalším typom je emulzia voda v oleji (v/o), pre ktorú sú typické maslo, margaríny a nátierky na báze tuku všeobecne. Stabilita týchto emulzií závisí viac od vlastností tuku alebo oleja a tiež povrchovo aktívnej látky použitej vo vodnej fáze. Tretím typom emulzie je voda v oleji vo vode (w/o/w) (Tadros a kol., 1995; Benichou a kol., 2004; Morais a kol., 2008), čo je

v skutočnosti emulzia o/v, ktorej kvapôčky samotné obsahujú kvapôčky vody (tj. emulzia v/o) (Kralova a Sjöblom, 2009).

Priaznivé fyzikálno-chemické a biologické vlastnosti saponínov sa úspešne využívajú pri mnohých komerčných aplikáciách v potravinách. Ako prírodné neiónové povrchovo aktívne látky nachádzajú saponíny široké uplatnenie v potravinách ako emulgátory (Oleszek, M. a Oleszek, W., 2020).

MATERIÁL A METODIKA

Na experiment boli použité chemikálie β -escín (*Calendula a.s.*, Nová Lubovňa, Slovenská republika), deionizovaná voda (pripravená reverznou osmózou), dietyléter (Centralchem, Bratislava, Slovenská republika), Laurylsíran sodný (LSS) (Lachema N.P., Brno, Česká republika), Tween 85 (Sigma-Aldrich, Nemecko) a prírodné materiály *Ginkgo biloba L.* (*Calendula a.s.*, Nová Lubovňa, Slovenská republika), *Sapindus mukorossi* (Bio Santos, Mnichov, Nemecko), *Saponaria officinalis L.*, koreň (F-Dental Hodonín, Česká republika), *Aesculus hippocastanum L.*, extrakt z plodov (*Calendula a.s.* Nová Lubovňa, Slovenská republika), *Panax ginseng*, extrakt z koreňa (*Calendula a.s.* Nová Lubovňa, Slovenská republika).

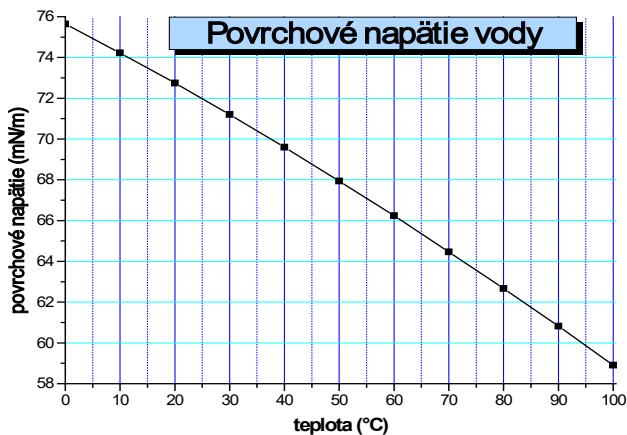
Príprava rastlinných extraktov

Na prípravu extraktov sa použilo 10 g rastlinnej vzorky, ktorá sa macerovala počas 2 hodín v 300 ml metanolu pri laboratórnej teplote (22 °C). Následne sa vzorka prefiltrovala a nechala sa odpariť do sucha na rotačnej vákuovej odparke, pri teplote vodného kúpeľa 40 °C. Odparok sa zvážil a vypočítal sa výťažok extrakcie.

Stanovenie povrchového napätia

Povrchové napätie bolo merané pomocou krúžkovej metódy podľa L. Du Noüyho (1919). Pri tomto stanovení sa meria sila potrebná na odtrhnutie platino-irídiového krúžku od povrchu skúmaného tenzidu (Du Noüy, 1919).

Stanovenie sa vykonalo pri laboratórnej teplote na tenziometri KRÜSS K6, GmbH (Hamburg, Nemecko). Pri našom experimente sa musel zohľadniť korekčný faktor povrchového napätia vody, keďže táto fyzikálna veličina je závislá od teploty. Korekčný faktor je definovaný ako pomer hodnoty pre povrchové napätie vody odčítanej z grafu (obr. 1) a hodnoty nameranej na tenziometri pri danej teplote.



Obrázok 1: Závislosť povrchového napätia vody od teploty.

Stanovenie mernej vodivosti

Merná elektrická vodivosť, tiež aj konduktivita je fyzikálna veličina, ktorá opisuje schopnosť látky viesť elektrický prúd. Látky, ktoré sú dobrými vodičmi, dosahujú vysokú hodnotu konduktivity, zatiaľ čo málo vodivé látky majú nízku hodnotu konduktivity (Maceška, 2009).

Merná vodivosť vodných roztokov extraktov a syntetických tenzidov bola meraná digitálnym konduktometrom (TDS, Taliansko).

Stanovenie kritickej micelárnej koncentrácie

Kritická micelárna koncentrácia sa stanovila ako priesečník dotyčníc k ramenám krivky závislosti povrchového napätia PAL vo vode od koncentrácie (Blažej, 1977).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výtťažky extrakcie

Výtťažnosť extrakcie sa zistila po odparení rozpúšťadla z metanolových extraktov. Vlastné extrakty sa pripravovali z Mydlice lekárskej (*Saponaria officinalis* L.), Indického mydlového orecha (*Sapindus mukorossi*) a Ginka dvojlaločného (*Ginkgo biloba* L.). Z daných prírodných extraktov, ktoré sme sami získali v laboratóriu, mal najvyššiu výtťažnosť Indický mydlový orech a najnižšiu Ginko dvojlaločné. Získané údaje o výtťažnosti jednotlivých extraktov sú uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1: Výtťažnosť extrakcie z použitého prírodného materiálu.

Prírodný materiál	Návažok (g)	Hmotnosť extraktu (g)	Výtťažok (%)
<i>Ginkgo biloba</i> L.	10,01	1,85	18
<i>Saponaria officinalis</i> L.	10,01	3,49	35
<i>Sapindus mukorossi</i>	10,00	6,71	67

Stanovenie minimálneho povrchového napätia

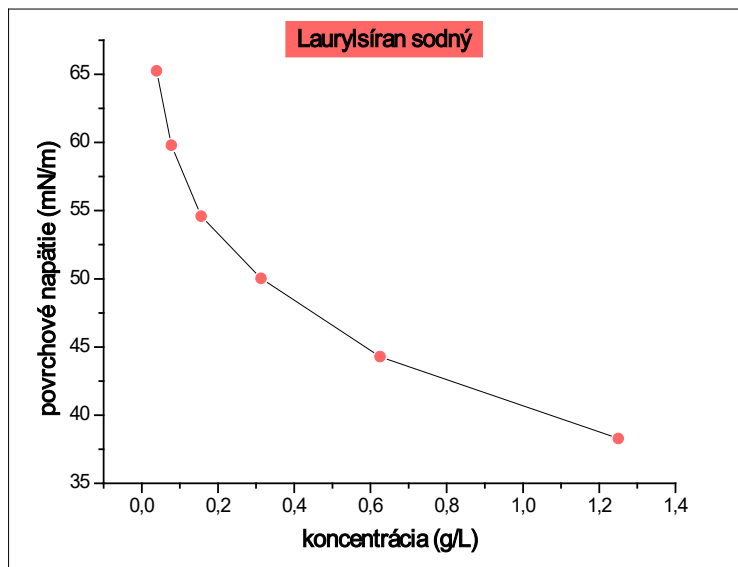
V tabuľke 2 sú uvedené hodnoty minimálneho povrchového napätia pre syntetické tenzidy a prírodné rastlinné extrakty. Hodnota minimálneho povrchového napätia pre LSS prislúcha koncentrácií 1,25 g/L a pre Tween 85 je prislúchajúcou koncentráciou 0,25 g/L. Minimálne povrchové napätie všetkých extraktov bolo namerané pri jednotnej koncentrácií 4 g/L.

Na obr. 2 a 3 je znázornená koncentračná závislosť povrchového napätia pre syntetické tenzidy laurylsíran sodný (LSS) a Tween 85 pri teplote 20 °C. LSS sa radí medzi aniónické a Tween 85 medzi neiónické tenzidy.

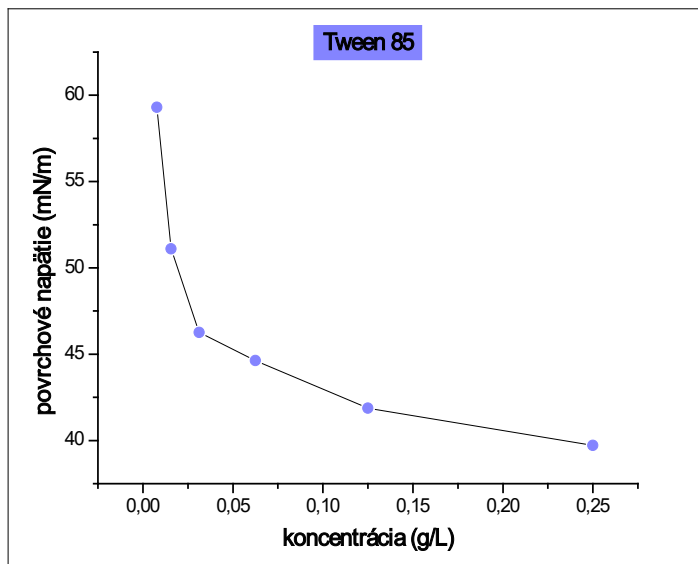
Na obrázkoch 4–9 sú znázornené koncentračné závislosti povrchového napätia vodných roztokov rastlinných extraktov pri 20 °C.

Tabuľka 2: Hodnoty minimálneho povrchového napätia extraktov a tenzidov pri 20 °C.

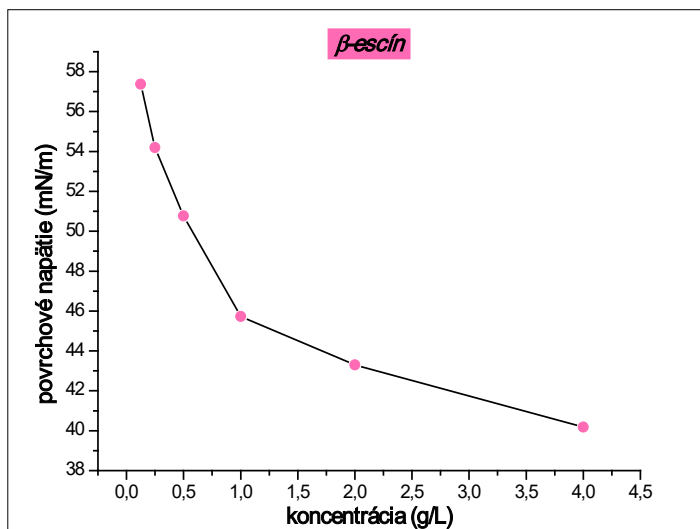
Vzorka	Minimálne povrchové napätie (mN/m)
Larylsíran sodný	38,3 ± 1,26
Tween 85	39,7 ± 0,06
β -escín	40,2 ± 1,97
<i>Ginkgo biloba</i> L.	37,7 ± 0,57
<i>Sapindus mukorossi</i>	44,7 ± 0,17
<i>Saponaria officinalis</i> L.	45,5 ± 0,52
<i>Aesculus hippocastanum</i> L.	37,8 ± 1,19
<i>Panax ginseng</i>	41,1 ± 0,62



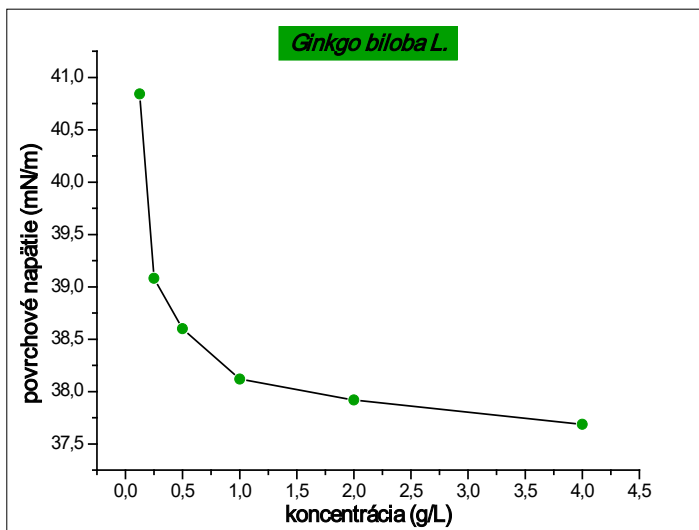
Obrázok 2: Závislosť povrchového napätia LSS od koncentrácie.



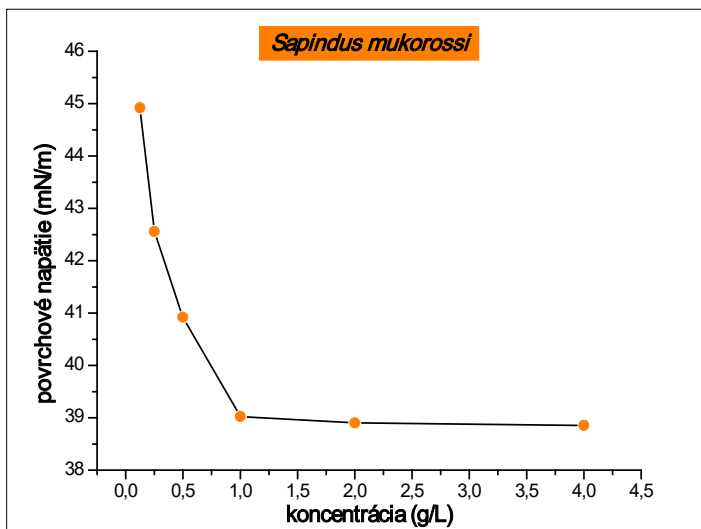
Obrázok 3: Závislosť povrchového napätia Tween 85 od koncentrácie.



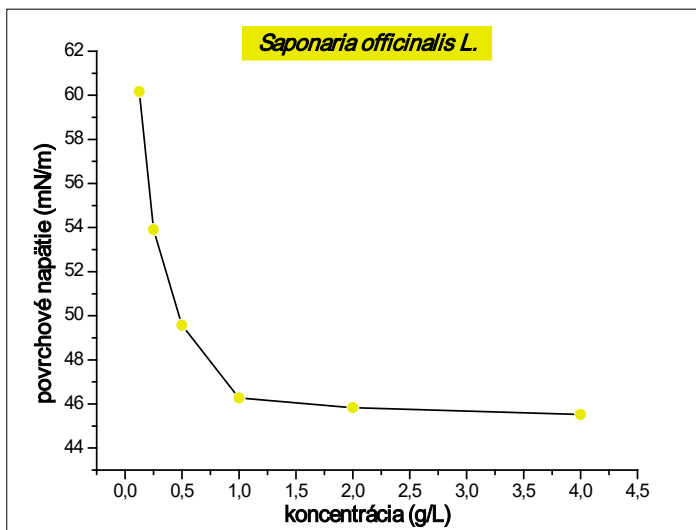
Obrázok 4: Závislosť povrchového napätia prírodných extraktov (*β-escín*) od koncentrácie



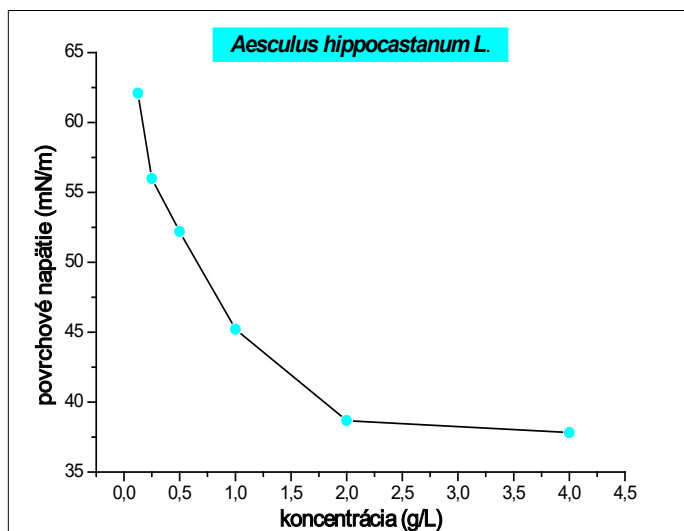
Obrázok 5: Závislosť povrchového napätia prírodných extraktov (*Ginkgo biloba L.*) od koncentrácie



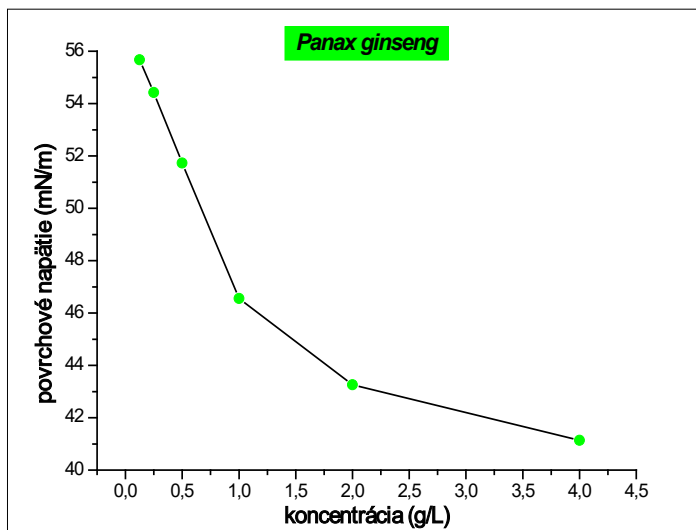
Obrázok 6: Závislosť povrchového napätia prírodných extraktov (*Sapindus mukorossi*) od koncentrácie



Obrázok 7: Závislosť povrchového napätia prírodných extraktov (*Saponaria officinalis L.*) od koncentrácie



Obrázok 8: Závislosť povrchového napätia prírodných extraktov (*Aesculus hippocastanum L.*) od koncentrácie



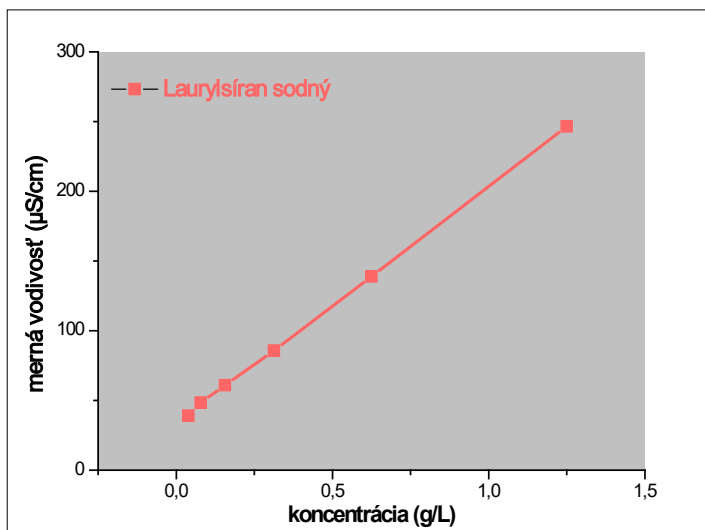
Obrázok 9: Závislosť povrchového napätia prírodných extraktov (*Panax ginseng*) od koncentrácie

Na základe získaných údajov môžeme konštatovať, že so zvyšujúcou sa koncentráciou tenzidu resp. extraktu vo vodnom roztoku sa znižuje hodnota povrchového napätia. Za dobré detergenty (prípadne aj tenzidy) sa považujú tie, ktoré sú schopné znížiť povrchové napätie vody zo 72 mN/m na hodnoty 32–37 mN/m (Mainkar a Jolly, 2000).

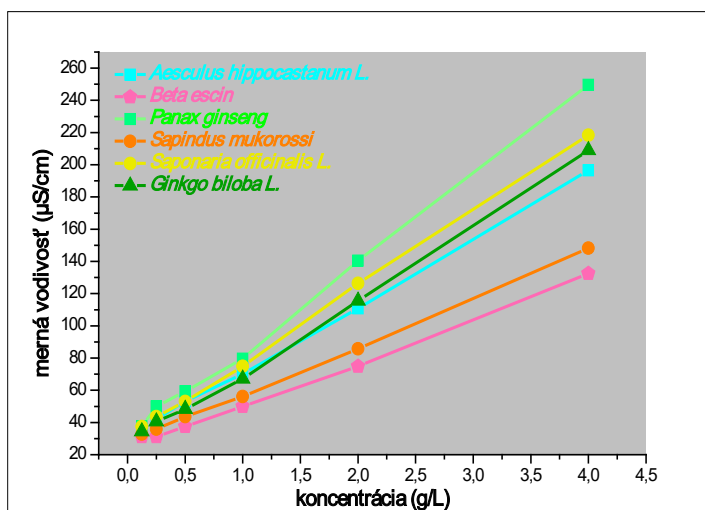
Zo skúmaných povrchovoaktívnych látok (syntetické tenzidy, prírodné extrakty) mali najlepšie hodnoty minimálneho povrchového napätia Ginko dvojlaločné 37,7 mN/m pri koncentrácii 4 g/L a Pagaštan konský – 37,8 mN/m pri koncentrácii 4 g/L. Najvyššiu hodnotu a to 45,5 mN/m pri rovnakej koncentrácii mal extrakt z Mydlíce lekárskej.

Stanovenie mernej vodivosti

Merná vodivosť aniónového syntetického tenzidu LSS bola meraná pre koncentračné rozpätie 0,039 – 1,25 g/L (obr. 10). Na obrázku 11 sú zobrazené grafické závislosti mernej vodivosti jednotlivých prírodných extraktov od koncentrácie ich vodných roztokov.



Obrázok 10: Koncentračná závislosť mernej vodivosti LSS.



Obrázok 11: Koncentračná závislosť mernej vodivosti extraktov z rastlinných materiálov.

Z grafických zobrazení a hodnôt v tab. 3 je zrejmé, že so vzrastajúcou koncentráciou tenzidu alebo prírodných extraktov v roztoku, dochádza k nárastu mernej vodivosti. Merná vodivosť vody upravenej reverznou osmózou bola 32,8 $\mu\text{S/cm}$. Pre LSS bola hodnota mernej vodivosti pri najnižšej meranej koncentrácii (0,039 g/L) 39 $\mu\text{S/cm}$, pri najvyššej koncentrácii (1, 25 g/L) bola merná vodivosť 246,5 $\mu\text{S/cm}$. Príslušné hodnoty extraktov sú nižšie.

Tabuľka 3: Hodnoty mernej vodivosti extraktov pri najnižšej a najvyššej meranej koncentrácii.

Extrakt	Merná vodivosť ($\mu\text{S/cm}$) pri koncentrácii 0,125 g/L	Merná vodivosť ($\mu\text{S/cm}$) Pri koncentrácii 4 g/L
<i>β-escín</i>	31,2	132,6
<i>Ginkgo biloba L.</i>	34,3	209,0
<i>Sapindus mukorossi</i>	32,8	148,2
<i>Saponaria officinalis L.</i>	37,44	218,4
<i>Aesculus hippocastanum L.</i>	35,88	196,56
<i>Panax ginseng</i>	37,44	249,6

Stanovenie kritickej micelárnej koncentrácie

Tvorba micelárnych agregátov s dlhou životnosťou v roztokoch povrchovo aktívnych látok spôsobuje zmeny v mnohých ich vlastnostiach, ako je merná vodivosť, povrchové napätie a osmotický tlak. Koncentrácia voľných, nepriradených molekúl povrchovo aktívnych látok v roztoku má podstatný význam v teoretickom opise a fyzikálnom porozumení micelizácie. Všeobecným predpokladom je, že koncentrácia voľných povrchovo aktívnych látok je konštantná nad micelárnym prechodom, pri ktorom sa začnú tvoriť agregáty v roztoku. Táto koncentrácia prechodu je známa ako kritická micelárna koncentrácia KMK (Santos & Panagiotopoulos, 2016).

Hodnota KMK závisí od povahy povrchovo aktívnych látok, aditív, rozpúšťadiel i teploty. Amfifilná povaha povrchovo aktívnych látok v kombinácii s ich schopnosťou sa samovoľne hromadiť, viedla k ich použitiu pri aplikácii liečiv, detergentí a emulgácií tukov (Mazumder a kol., 2018).

KMK je dôležitým parametrom v mnohých priemyselných aplikáciách, pretože je to prostriedok, ktorým sa dá ľahko charakterizovať koloid a správanie povrchovo aktívnych látok na medzifázovom rozhraní (Le a kol., 2019). V tab. 4 sú namerané hodnoty KMK našich vzoriek.

Tabuľka 4: Hodnoty KMK syntetických tenzidov a prírodných extraktov.

Syntetický tenzid	KMK (g/l)
Laurylsíran sodný	0,280
Tween 85	0,027
Extrakt	KMK (g/l)
<i>β-escín</i>	0,595
<i>Ginkgo biloba L.</i>	0,309
<i>Sapindus mukorossi</i>	0,419
<i>Saponaria officinalis L.</i>	0,417
<i>Aesculus hippocastanum L.</i>	0,599
<i>Panax ginseng</i>	1,239

Čím menšia je hodnota KMK, tým daná látka vykazuje lepšiu povrchovú aktivitu. Najnižšia hodnota KMK bola zaznamenaná pre Tween 85, najvyššiu hodnotu KMK mal extrakt zo Všehoja ázijského. Vo všeobecnosti platí, že neiónické tenzidy sa vyznačujú nižšou KMK ako iónické. Pre Tween 85 určili Wan a Lee (1974) hodnotu KMK 0,023 g/L. Podľa Balakrishnana a kol. (2006) je hodnota pre Indický mydlový orech 0,450 g/L a Stoyanov a kol. (2014) tvrdia, že KMK pre Pagaštan konský (escín) je 0,08 g/L.

ZÁVER

Cieľom tejto práce bol prieskum povrchovo aktívnych vlastností extraktov z vybraných rastlinných materiálov ako možnej náhrady syntetických tenzidov v potravinárskom, či kozmetickom priemysle a detergenčných prípravkoch netoxickými, biologicky ľahšie odbúrateľnými alternatívami. Na základe nameraných hodnôt najmä pre minimálne povrchové napätie, môžeme konštatovať, že najlepšie povrchovo aktívne

vlastnosti boli preukázané v extrakte *Ginkgo biloba* L. keďže dokázal znížiť povrchové napätie vody z 72,8 mN/m na $37,7 \pm 0,57$ mN/m pri 20°C.

POĎAKOVANIE

Príspevok bol spracovaný s podporou Operačného programu integrovanej infraštruktúry v rámci projektu: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny Drive4SIFood 313011V336 spolufinancovaným z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

Augustin, Jörg M., Vera Kuzina, Sven B. Andersen, a Søren Bak. (2011): “Molecular activities, biosynthesis and evolution of triterpenoid saponins”. *Phytochemistry* 72, č. 6: 435–57. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2011.01.015>.

Bareš, Milan; Zajíc, Jiří. (1982): “Chemie a technologie tensidu a detergentu:... pro posl. fak. potravinářské a biochemické technologie” (n.d.).

Blažej, A., et al. (1977): *Tenzidy*. Bratislava: Alfa, 1977, 481 s. ISBN 63-173-77.

Benichou, A., A. Aserin, a N. Garti. (2004): “Double emulsions stabilized with hybrids of natural polymers for entrapment and slow release of active matters”. *Emulsions, From Fundamentals to Practical Applications* 108–109: 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2003.10.013>.

Betti, A. H., Fleck, J.D., Verza, S.G. (2016): Saponins: Occurance in nature and biological activities. In: *Saponins: Types, Sources and Research*. Editor: Candice Greene. Nova Science Publisher, Inc., 2016. p. 2-5, ISBN: 978-1-53610-289-5.

Cheok, Choon Yoong, Hanaa Abdel Karim Salman, a Rabiha Sulaiman. (2014): “Extraction and quantification of saponins: A review”. *Food Research International* 59: 16–40. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.01.057>.

Kralova, Iva, a Johan Sjöblom. (2009): “Surfactants Used in Food Industry: A Review”. *Journal of Dispersion Science and Technology* 30, č. 9: 1363–83. <https://doi.org/10.1080/01932690902735561>.

Le, Thu Thi Yen, Siam Hussain, a Shi-Yow Lin. (2019): “A study on the determination of the critical micelle concentration of surfactant solutions using contact angle data”. *Journal of Molecular Liquids* 294 : 111582. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111582>.

Maceška, R. (2009): Měření vodivosti kapalin. Vysoké učení technické v Brně, Brno, 2009.

Mainkar, AR, a CI Jolly. (2000): “Evaluation of Commercial Herbal Shampoos”. *Int J Cosmet Sci* 22, č. 5: 385–91. <https://doi.org/10.1046/j.1467-2494.2000.00047.x>.

Mazumder, A., Biswas, A., Sau, T. K., Porwal, P., Syed, A., a Bhimalapuram, P. (2018): “Determination of Critical Micelle Concentration of Surfactant Using RF Sensing”. V 2018 IEEE SENSORS, 1–3, 2018. <https://doi.org/10.1109/ICSENS.2018.8589673>.

Morais, Jacqueline M., Orlando D. H. Santos, Júnia R. L. Nunes, Cinthia F. Zanatta, a Pedro A. Rocha-Filho. (2008): “W/O/W Multiple Emulsions Obtained by One-Step Emulsification Method and Evaluation of the Involved Variables”. *Journal of Dispersion Science and Technology* 29, č. 1: 63–69. <https://doi.org/10.1080/01932690701688391>.

Noüy, P L du. (1919): “A NEW APPARATUS FOR MEASURING SURFACE TENSION”. *The Journal of General Physiology* 1, č. 5: 521–24. <https://doi.org/10.1085/jgp.1.5.521>.

Oleszek, Marta, a Wiesław Oleszek. (2020): “Saponins in Food”. V *Handbook of Dietary Phytochemicals*, zostavil Jianbo Xiao, Satyajit D. Sarker, a Yoshinori Asakawa, 1–40. Singapore: Springer Singapore, 2020. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1745-3_34-1.

Santos, Andrew P., a Athanassios Z. Panagiotopoulos. (2016): "Determination of the critical micelle concentration in simulations of surfactant systems". The Journal of Chemical Physics 144, č. 4: 044709. <https://doi.org/10.1063/1.4940687>.

Tadros, T.F., Dederen, C., and Talman, M.C. (1995): Cosmet. Toiletries, 112: 75–86.

Xu, Wen, Alex Nikolov, Darsh T. Wasan, Alex Gonsalves, a Rajendra P. Borwankar. (1998): "Fat Particle Structure and Stability of Food Emulsions". Journal of Food Science 63, č. 2: 183–88. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15705.x>.

Kontaktná adresa: Ing. Lenka Nahliková, Ústav potravinárstva a výživy, Oddelenie potravinárskej technológie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, e-mail: lenka.nahlikova@stuba.sk

MIKROBIOLOGICKÁ KVALITA MLÉKA Z PRODEJNÍCH AUTOMATŮ V BRNĚ V LETECH 2017–2021

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF VENDING MACHINES MILK IN BRNO IN THE YEARS 2017–2021

Lenka Necidová¹ – Lucie Krásenská¹ – Danka Haruštiaková² – Šárka Bursová¹

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

²RECETOX, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Brno

ABSTRAKT

Studie byla zaměřena na sledování mikrobiologické kvality syrového kravského mléka z pěti prodejních automatů v Brně v letech 2017–2021. U vzorků mléka byl plotnovou metodou stanovován celkový počet mikroorganismů (CPM) a výsledky byly porovnány s požadavky platné legislativy. Studií bylo zjištěno, že se CPM pohyboval v rozmezí 2,70 do 9,30 log KTJ/ml, legislativou stanovený limit (nařízení (ES) č. 853/2004) byl překročen u 47,6 % vzorků. Syrové kravské mléko umožňuje vhodné podmínky pro růst a množení mikroorganismů včetně patogenních, je tedy nezbytné uchovávat syrové mléko při chladničkových teplotách a před vlastní konzumací jej tepelně ošetřit.

Klíčová slova: bezpečnost potravin, syrové kravské mléko, prodejní automaty

ABSTRACT

This study is focused on monitoring microbiological quality of raw cow's milk within five vending machines in Brno in the years 2017–2021. The aerobic plate count of microorganisms in milk samples was determined using a plate method and the total plate counts were compared with the valid legislation. Studies have found out that the counts of aerobic plate count varried from log 2.70 to 9.30 log CFU/ml, the limit set by legislation (Regulation (EC) No. 853/2004) was exceeded in 47.6% of samples.

Raw cow's milk provides suitable conditions for growth and reproduction of pathogenic microorganisms. Milk has to be stored at refrigerator's temperature and has to be heat treated before the consumption.

Keywords: food safety, total plate count, raw cow's milk

ÚVOD

Syrové mléko je vhodným prostředím pro pomnožování bakterií včetně původců vyvolávajících alimentární onemocnění jako např. kampylobakteriózu, listeriózu, salmonelózu, yersiniózu či alimentární intoxikace. Prodejní automaty umožňují dodávat čerstvé syrové mléko z farem přímo konečnému spotřebiteli. Provoz automatů na mléko je řízen přísnými hygienickými pravidly, se souhlasem příslušné krajské veterinární správy (KVS) (Zákon č. 166/1999 Sb.). V souladu s požadavky legislativy je tedy nezbytné syrové mléko v případě prodeje prostřednictvím prodejního automatu před použitím tepelně opracovat nebo pasterovat (Vyhláška č. 289/2007 Sb.).

Studie se zaměřila na sledování mikrobiologické kvality kravského mléka formou stanovování celkového počtu mikroorganismů a probíhala od srpna 2017 do září 2021. Během tohoto období byly odebírány vzorky z prodejních automatů v Brně, do nichž bylo syrové kravské mléko dodáváno ze dvou farem (B a V). Z vybraných automatů byly odebírány vždy 2 vzorky měsíčně. Stanovené celkové počty mikroorganismů (CPM) pro jednotlivé vzorky z automatů byly porovnány s legislativní hodnotou (300 000 KTJ/ml, tj. log 5,48 KTJ/ml) uvedenou v nařízení Komise (ES) č. 1662/2006, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 – Příloha II, Oddíl IX, Kapitole II (Požadavky týkající se mléčných výrobků a výrobků z mleziva; Kritéria pro syrové kravské mléko).

Cílem studie bylo formou stanovení CPM vyhodnotit mikrobiologickou kvalitu syrového kravského mléka z mléčných automatů v Brně v průběhu čtyř let a hodnoty stanovené u jednotlivých vzorků porovnat s limity požadovanými platnou legislativou.

MATERIÁL A METODY

Stanovení celkového počtu mikroorganismů

CPM byl stanovován plotnovou metodou s využitím agaru s glukózou, tryptonem a kvasničním extraktem (ČSN EN ISO 4833-1).

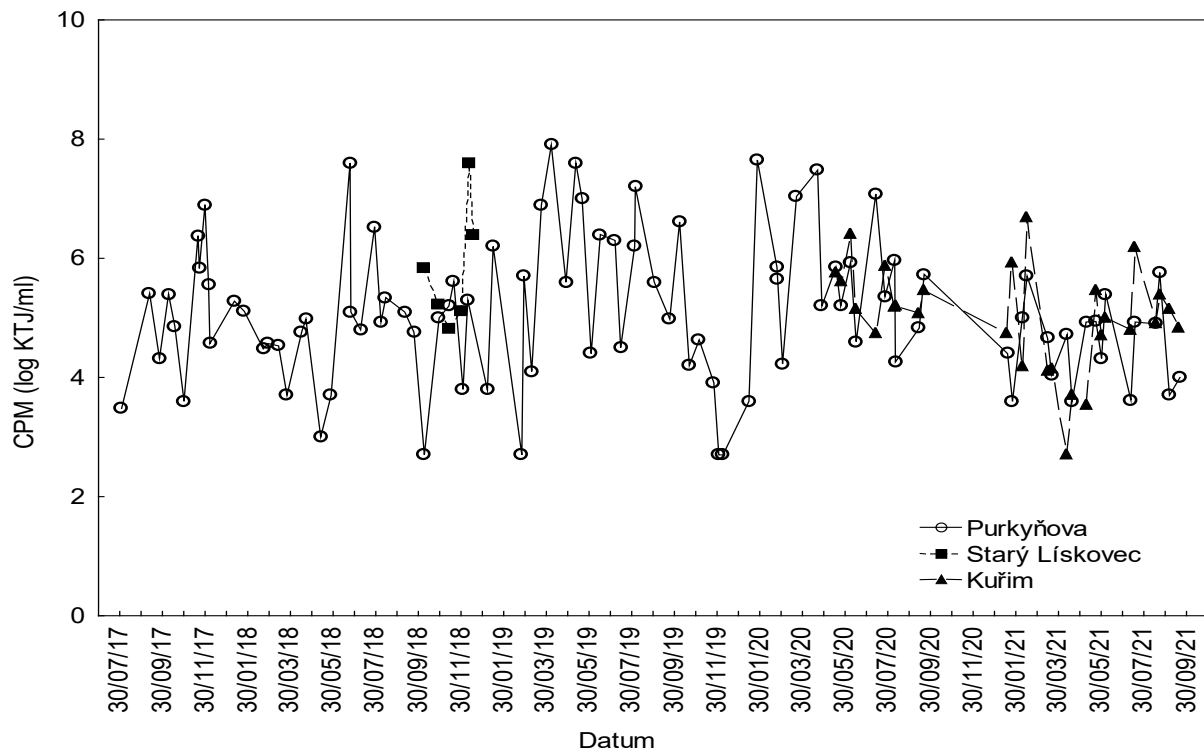
Statistické vyhodnocení

Počty mikroorganismů byly logaritmovány pomocí dekadického logaritmu a jsou uvedeny v log KTJ/ml. Rozdíl v celkovém počtu mikroorganismů mezi farmami byl vyhodnocen pomocí t-testu, rozdíly mezi mlékomaty pomocí ANOVA následované Tuckeyho post hoc testem. Podle legislativního limitu pro CPM (300 000 KTJ/ml) byly identifikovány vzorky, ve kterých byl tento limit překročen a vzorky vyhovující. Rozdíly v zastoupení nevyhovujících vzorků mezi mlékomaty, resp. mezi farmami, které mléko do mlékomatů dodávaly, byly analyzovány pomocí Pearsonova chí-kvadrát testu. Všechny testy byly vyhodnoceny na hladině významnosti 0,05. Ke zpracování a analýze dat byl použit softvér Statistica, verze 13.5 (TIBCO Software Inc.)

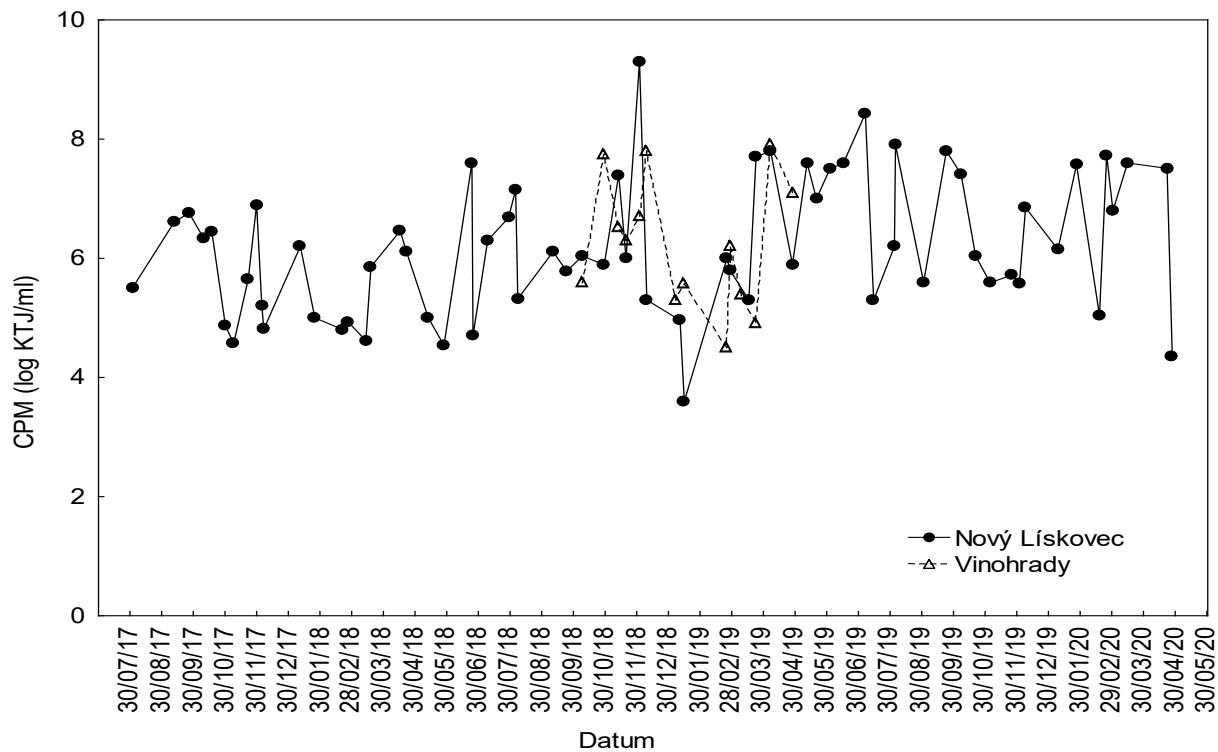
VÝSLEDKY A DISKUZE

Ve sledovaném období (od 3.8.2017 do 21.9.2021) bylo odebráno 210 vzorků z 5 mlékomatů zásobovaných dvěma farmami (B a V). Celkový počet mikroorganismů zaznamenaný v odebraných vzorcích se pohyboval od 2,70 do 9,30 log KTJ/ml. Vyšší hodnoty CPM byly zaznamenaný ve vzorcích z mlékomatů zásobovaných farmou V (Nový Lískovec, Vinohrady), nižší z mlékomatů zásobovaných farmou B (Purkyňova, Kuřim, Starý Lískovec). Rozdíly v CPM byly statisticky významné, a to jak mezi samotnými farmami, kde ve vzorcích z mlékomatů zásobovaných farmou B byla zjištěna hodnota $5,11 \pm 1,14$ log KTJ/ml a z mlékomatů zásobovaných farmou V $6,20 \pm 1,14$ log KTJ/ml (t-test: $t = 6,760$, $df = 208$, $P < 0,001$), tak i mezi jednotlivými mlékomaty (ANOVA: $F(4,205) = 12,064$; $P < 0,001$; Tabulka 1).

Počet mikroorganismů pravděpodobně nesouvisí s roční dobou, žádná pravidelnost v poklesu/nárůstu CPM v čase není zjevná (Obrázek 1, 2).



Obrázek 1.: Celkový počet mikroorganismů (CPM) zaznamenaný ve vzorcích z mlékomatů zásobovaných farmou B.



Obrázek 2. Celkový počet mikroorganismů (CPM) zaznamenaný ve vzorcích z mlékomatů zásobovaných farmou V.

Tabulka 1: Celkový počet mikroorganismů (CPM) zaznamenaný ve vzorcích mléka z mlékomatů zásobovaných farmami B a V.

Farma	Mlékomat	Odběr vzorků	CPM (log KTJ/ml)*		
			N	min–max	průměr ±sm. odch.
B	Purkyňova	3.8.2017–21.9.2021	95	2,70–7,90	5,09 ± 1,20 ^A
	Kuřim	18.5.2020–20.9.2021	28	2,70–6,69	5,02 ± 0,88 ^A
	Starý Liskovec	9.10.2018–17.12.2018	6	4,81–7,60	5,83 ± 1,04 ^{AB}
V	Nový Liskovec	3.8.2017–28.4.2020	67	3,60–9,30	6,19 ± 1,15 ^B
	Vinohrady	9.10.2018–29.4.2019	14	4,50–7,90	6,25 ± 1,10 ^B

* CPM se mezi mlékomaty označenými stejným velkým písmenem statisticky významně neliší (ANOVA, Tuckeyho post hoc test).

Z celkového počtu 210 vzorků odebraných z mlékomatů od srpna 2017 do září 2020 byla přesně u 100 vzorků zaznamenaná hodnota CPM vyšší než legislativní limit 300 000 KTJ/ml; jde o 47,6 % vzorků. Zastoupení takto nevyhovujících vzorků se v sledovaných pěti mlékomatech statisticky významně lišilo (Pearsonův chí-kvadrát test: $\chi^2 = 31,835$, $df = 4$, $P < 0,001$), nejnižší bylo ve vzorcích z mlékomatu v Kuřimi (25,0 %), nejvyšší ve vzorcích z Nového Liskovce (71,6 %; Tabulka 2). Při porovnání dvou farem, které mléko do mlékomatů dodávaly, je zřejmé, že z hlediska CPM legislativním limitům lépe vyhovovalo mléko z farmy B (nevyhovujících je 32,6 % vzorků) než mléko z farmy V (nevyhovujících je 71,6 % vzorků; Tabulka 2). Tento rozdíl byl statisticky vysoce významný (Pearsonův chí-kvadrát test: $\chi^2 = 30,414$, $df = 1$, $P < 0,001$).

Výsledky mimořádné kontrolní akce syrového kravského mléka (MLSY), která byla uskutečněna v období březen 2010–leden 2011 potvrdily překročení legislativního limitu pro CPM ve 129 vzorcích syrového kravského mléka ze 711 (26,5 %) (Hlaváček, 2019). Výsledky naší práce zaznamenaly v porovnání s výše uvedenou studií mnohem častější překročení limitu (47,6 %). Z výsledků studie prováděné v Jihomoravském kraji v letech 2013–2014, která hodnotila mikrobiologickou kvalitu syrového kravského

mléka z mléčných automatů, bylo zjištěno, že se hodnoty CPM pohybovaly v rozmezí log 3,91–5,39 KTJ/ml (Bogdanovičová a kol., 2015).

Tabulka 2. Počet zpracovaných vzorků mléka z mlékomatů a podíl vzorků s celkovým počtem mikroorganismů přesahujícím legislativní limit 300 000 KTJ/ml.

Farma	Mlékomat	Počet vzorků	Počet vzorků s CPM nad limitem	Počet vzorků s vyhovujícím CPM	% vzorků s překročeným limitem
B	Purkyňova	95	32	63	33,7 %
	Kuřim	28	7	21	25,0 %
	Starý Lískovec	6	3	3	50,0 %
B – celkem		129	42	87	32,6 %
V	Nový Lískovec	67	48	19	71,6 %
	Vinohrady	14	10	4	71,4 %
V – celkem		81	58	23	71,6 %

ZÁVĚR

Legislativní hodnota celkového počtu mikroorganismů 300 000 KTJ/ml uvedená v nařízení Komise (ES) č. 1662/2006, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, byla překročena u 47,6 % vzorků. Dle výsledných hodnot CPM v porovnání obou farem bylo zjištěno, že syrové mléko pocházející z farmy B je mikrobiologicky kvalitnější než mléko z farmy V. Zvýšené hodnoty CPM mohou být způsobeny přerušením chladírenského řetězce či nedůslednou hygienou během získávání a manipulace se syrovým mlékem, ale také odráží hygienu prodeje přímo na farmě nebo prostřednictvím automatu. Z výsledků této studie vyplývá, jak významné je nejen chlazení, ale především následné tepelné ošetření syrového mléka před vlastní konzumací.

LITERATURA

Bogdanovičová, K., Šťásková, Z. Vyletělová-Klimešová, M., Karpíšková, R. (2015): Mikrobiologická kvalita mléka z jihomoravských mléčných automatů. *Mlékařské listy*, roč. 26, č. 151, p. I-III.

ČSN EN ISO 4833-1: Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda pro stanovení počtu mikroorganismů – Část 1: Technika přelivem a počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C. 2014. 12 p.

Hlaváček, J. (2019): Problematika přímého prodeje mléka konečnému spotřebiteli. Státní zdravotní ústav [online]. [cit. 2021-01-26]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/171237642-Problematika-primeho-prodeje-mleka-konecnemu-spotrebiteli-mvdr-jiri-hlavacek.html>

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, který se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. *Úřední věstník Evropské unie*, 2004, L 139, s. 14–74.

VYHLÁŠKA č. 289/2007 Sb., o veterinárních a hygienických požadavcích na živočišné produkty, které nejsou upraveny přímo použitelnými předpisy Evropských společenství. *Sbírka zákonů České republiky*, 2007, částka 95, s. 3970–3986.

ZÁKON č. 166/1999 Sb., zákon o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon). *Sbírka zákonů České republiky*, 1999, částka 57, s. 3122–3150.

Kontaktní adresa: Doc. MVDr. Lenka Necidová, 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: necidoval@vfu.cz

OBSAH RTUTI V TRŽNÍCH KAPRECH Z ČESKÝCH RYBNÍKŮ

MERCURY CONTENT IN THE MARKET CARP FROM THE CZECH PONDS

Kamila Novotná Kružíková¹ – Zuzana Šíroká¹ – Zdeňka Svobodová¹

¹ Ústav ochrany a welfare zvířat a veřejného veterinárního lékařství, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VETUNI, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno

ABSTRAKT

Cílem této studie bylo zhodnotit celkový obsah rtuti ve tkáních (svalovina, slezina, ledvina, játra, šupiny, gonády a mozek) tržního kapra obecného (*Cyprinus carpio*) ulovených ve třech rybnících (Jaroslavický, Strachotínský, Vrkoč) nacházejících se v povodí řeky Moravy v České republice. Celková rtuť byla stanovena metodou atomové absorpční spektrometrie na přístroji AMA 254. Nejvyšší průměrný obsah rtuti v rybníku Jaroslavický byl zjištěn ve svalovině, naopak nejnižší šupinách. Nejvyšší průměrné hodnoty rtuti v případě rybníka Vrkoč byly zjištěny ve svalovině, naopak nejnižší v gonádách. Na lokalitě Strachotín se rtuť v kaprech také nejvíce kumulovala ve svalovině, naopak nejméně rtuti bylo nalezeno opět v šupinách a gonádách. Obsah rtuti mezi jednotlivými orgány ryb ze stejné lokality vykazoval statisticky významný rozdíl. Hodnoty obsahu rtuti ve svalovině ve všech případech vyhověly hygienickému limitu do 0,5 mg.kg⁻¹, to znamená, že rtuť nepředstavuje riziko pro konzumenty těchto komerčně chovaných ryb a benefity konzumace ryb převyšují potenciální riziko z pohledu obsahu rtuti.

Klíčová slova: svalovina, játra, ledviny

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the total mercury content in tissues (muscle, spleen, kidney, liver, scales, gonads and brain) of market carp (*Cyprinus carpio*) caught in three ponds (Jaroslavický, Strachotínský, Vrkoč) located in the Morava River basin in the Czech Republic. Total mercury was determined by atomic absorption

spectrometry on AMA 254 device. The highest average mercury content in the Jaroslavický pond was found in the muscle, while the lowest in the scales of carps. The highest average mercury values in the case of the Vrkoč pond were found also in the muscle, while the lowest in the gonads. At the Strachotín locality, mercury in carp also accumulated the most in muscle, while the least mercury was found again in scales and gonads. The mercury content between the different organs of fish from the same site showed a statistically significant difference. The values of the mercury content of the musculature in all cases complied with the hygiene limit of up to 0.5 mg.kg^{-1} , which means mercury does not pose a risk to the consumers of these commercially farmed fish and the benefits of eating fish meat exceed the potential risk in terms of mercury content.

Keywords: muscles, liver, kidney

ÚVOD

Rtuť je přirozeně se vyskytující prvek pocházející ze zemské kůry, který se uvolňuje do životního prostředí jak v důsledku lidské činnosti, tak i přírodních procesů (Pacyna a Pacyna, 2005). Jeho hladiny jsou pečlivě sledovány jak v biotické, tak v abiotické části životního prostředí, aby se vyhodnotila možná rizika vyplývající z rostoucích koncentrací. Expozici z vnějšího prostředí a přes potravní řetězec se dostává rtuť do živých organismů (Abdel-Rasu et al., 2013). Obsah rtuti v rybách je velmi proměnlivý a závisí na mnoha okolnostech. Bez ohledu na obsah rtuti a její biologickou dostupnost v životním prostředí ryb, které jsou nejdůležitějšími faktory, hrají důležitou roli i druhy ryb a jejich postavení v potravním řetězci. Obsah rtuti v rybách však vždy odráží kontaminaci místa odběru vzorků z důvodu schopnosti rtuti, zejména jejích organických forem, hromadit se v živých organismech (Wang, 2012). Rtuť jako kontaminující látka je sledována v potravinách a v nařízení EP a R (ES) č. 1881/2006 je obsah rtuti v potravinách povolen v maximálním limitu $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$ ve svalovině nepravých druhů ryb (Nařízení EP a R 1881/2006).

Cílem této studie bylo zhodnotit obsahy celkové rtuti ve tkáních (svalovina, slezina, ledvina, játra, šupiny, gonády a mozek) kapra obecného (*Cyprinus carpio*) odlovených ze tří rybníků nacházejících se oblasti Pohořelic v České republice (Jaroslavický, Strachotín a Vrkoč).

Dílčím cílem bylo zhodnotit, zda existuje rozdíl v akumulaci rtuti v jednotlivých orgánech kapra a porovnat obsah rtuti v kaprech na sledovaných lokalitách mezi sebou.

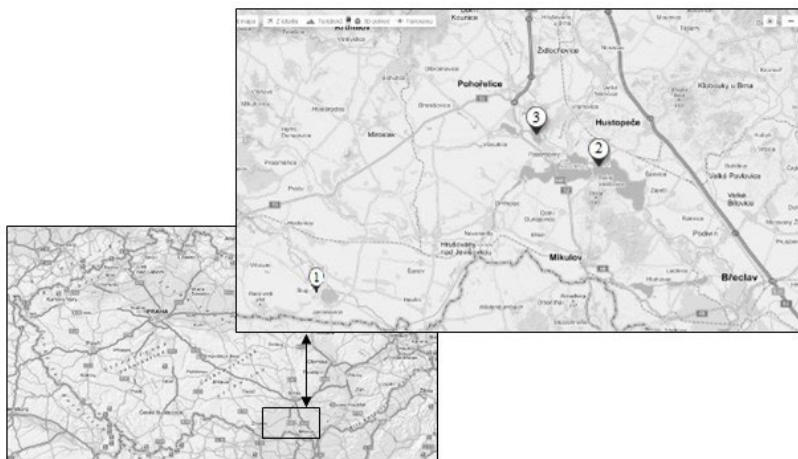
MATERIÁL A METODIKA

Sledované lokality

Jaroslavický rybník (též nazývaný Zámecký rybník) je druhý největší na Moravě. Nachází se asi 17 km jihovýchodně od města Znojma, u malé pohraniční obce Jaroslavice. Je provozován komerčním rybníkářstvím a slouží k chovu kaprů a jiných druhů ryb. Napájení a odtok vody zajišťuje Dyjsko-mlýnský náhon, postranní kanál řeky Dyje. Má rozlohu 245 ha.

Strachotínský rybník je rybník lokalizovaný vedle obce Strachotín v těsném sousedství vodní nádrže Nové Mlýny. Rybník má rozlohu 54,5 ha a je využíván komerčním rybníkářstvím k chovu kapra a dalších ryb. Zdrojem vody je bezejmenný levostranný přítok řeky Dyje.

Vrkoč je druhý největší rybník v soustavě Pohořelických rybníků. Patří mezi největší i v rámci České republiky. Nachází se mezi obcí Ivaň a vesnicí Nová Ves. Vodní plocha má rozlohu 156 ha. Rybník je napájen z Mlýnského náhonu Cvrčovice, který odebírá vodu z řeky Jihlavy. Rybník je opět ve vlastnictví komerčního rybníkářství a je určen k chovu kapra.



Obrázek 1: Mapa ČR s vyznačením sledovaných rybníků

1=Jaroslavičský; 2= Strachotín; 3= Vrkoč

Odběr vzorků

V rámci výlovů jednotlivých rybníků, které provádělo Rybníkářství Pohořelice a. s., byly zakoupeny vzorky usmrčených kaprů obecných (*Cyprinus carpio*) v tržní velikosti. Z každého rybníku bylo získáno 10 ks ryb. Ryby byly na ledu odvezeny do laboratoře, kde byly zváženy, změřeny a bylo určeno pohlaví. Dále byly z ryb odebrány jednotlivé vzorky tkání (svalovina, slezina, ledvina, játra, šupiny, gonády a mozek). Tyto byly následně označeny a vloženy do polyethylenových sáčků a skladovány až do analýzy při -18 °C. Základní charakteristiky odebraných ryb jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Analýza celkové rtuti (THg)

Celková rtuť byla stanovena metodou atomové absorpční spektrometrie na přístroji AMA 254 (Altec Ltd. Dvůr Králové nad Labem, Česká republika). Při samotné analýze byly jednotlivé vzorky bez předchozí přípravy po rozmrznutí naváženy a vloženy do spalovací lodičky přístroje AMA 254 k analýze. Každý vzorek byl měřen minimálně dvakrát. Limit detekce přístroje je $1 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$. Přesnost měření byla validována za pomoci

referenčního materiálu NIST- 2976 (Muscle Tissues). Obsah celkové rtuti je vyjádřen v mg.kg⁻¹ čerstvé tkáně.

Tabulka 1: Popisné charakteristiky kaprů obecných pocházejících z rybníku Jaroslavický, Strachotín a Vrkoč v roce 2020.

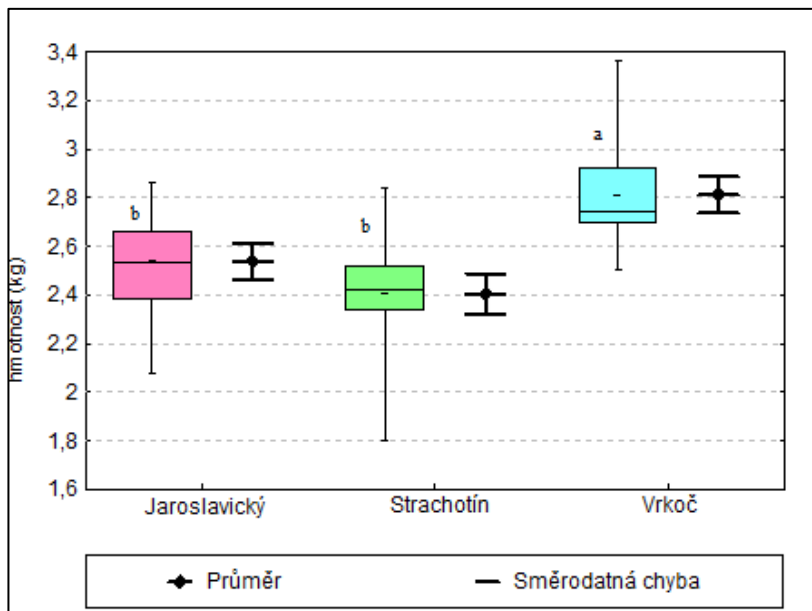
rybník	pohlaví	hmotnost (kg)	délka těla (cm)	délka celkem (cm)
Jaroslavický	F	2,66	42,7	49,5
	F	2,86	46	54
	F	2,84	46,5	55
	M	2,66	43,3	50
	M	2,34	43	50
	M	2,56	42,3	49,6
	M	2,08	39,5	46,2
	M	2,5	44	52
	M	2,5	41,5	50
	M	2,38	40	48,5
Strachotín	F	2,54	44	50
	F	2,52	43,7	51
	F	2,4	44	52
	M	2,84	42	49
	M	2,24	42	49
	M	2,52	43	50
	M	1,8	39	47
	M	2,34	43	49,9
	M	2,44	41	49
	M	2,4	42,5	50
Vrkoč	F	2,74	46,5	55
	F	3,36	47	54
	F	2,5	45,8	54
	F	2,66	46	55
	F	2,74	48	58
	M	2,7	45,5	53
	M	2,76	45,5	53
	M	2,7	44,7	52
	M	3,04	46,3	56
	M	2,92	47,1	56

Data a statistická analýza

Zjištěná data byla zpracována do tabulek za pomoci programů Microsoft Word a Microsoft Excel (MS Office 365) a statistická analýza byla provedena v programu Unistat for Excel 6.5. Nejdříve byla data z jednotlivých rybníků a tkání podrobena testu normality (Shapiro-Wilkův test). Jednalo se o data s normálním i nenormálním rozdělením, tudíž byly použity dále neparametrické testy. Pro hodnocení rozdílů obsahu rtuti v jednotlivých orgánech mezi sebou v rámci jedné lokality byla použita Kruskal Wallis jednofaktorová ANOVA-Tukey HSD test. Pro hodnocení obsahu rtuti mezi lokalitami byl použit Mann-Whitney test.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Hmotnost ryb z rybníka Vrkoče byla významně vyšší, než u ryb rybníka Jaroslavický ($p=0,0187$) a Strachotín ($p=0,0025$) (obrázek č. 2). Základní statistické charakteristiky obsahu celkové rtuti jsou uvedeny v tabulce č. 2.



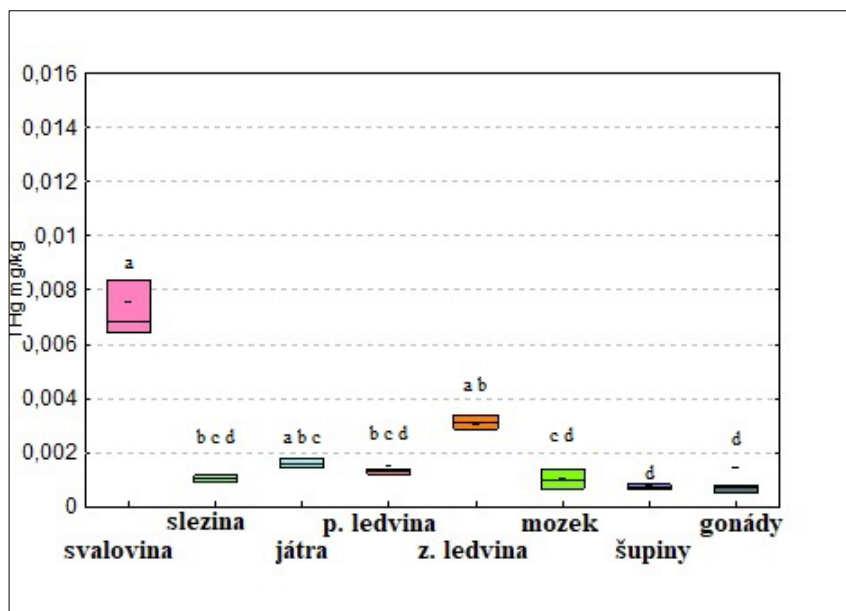
Obrázek 2: Porovnání hmotnosti ryb ze sledovaných rybníků.

a, b, c, d= skupiny s odlišnými indexy se statisticky významně liší

Tabulka 2: Základní statistické charakteristiky obsahu celkové rtuti (mg.kg^{-1}) pro jednotlivé sledované orgány z rybníků Jaroslavický, Strachotín a Vrkoč

		THg mg.kg^{-1}							
Jaroslavický n=10		svalovina	slezina	kraniální ledvina	kaudální ledvina	játra	šupiny	gonády	mozek
	průměr	0,0075	0,0011	0,0015	0,0031	0,0016	0,0008	0,0015	0,0010
	medián	0,0068	0,0010	0,0013	0,0031	0,0016	0,0007	0,0007	0,0010
	směrodatná odchylka	0,0028	0,0002	0,0007	0,006	0,0003	0,0003	0,0026	0,0004
	minimum	0,0046	0,0008	0,0012	0,0018	0,0012	0,0005	0,0004	0,0006
	maximum	0,0145	0,0014	0,0034	0,0040	0,0021	0,0014	0,0089	0,0016
Strachotín n=10		svalovina	slezina	kraniální ledvina	kaudální ledvina	játra	šupiny	gonády	mozek
	průměr	0,0129	0,0020	-	0,0046	0,0024	0,0039	0,0008	-
	medián	0,0127	0,0020	-	0,0042	0,0023	0,0007	0,0008	-
	směrodatná odchylka	0,0043	0,0005	-	0,0010	0,0004	0,0103	0,0003	-
	minimum	0,0060	0,0011	-	0,0031	0,0020	0,0004	0,0006	-
	maximum	0,0192	0,0027	-	0,0060	0,0032	0,0333	0,0016	-
Vrkoč n=10		svalovina	slezina	kraniální ledvina	kaudální ledvina	játra	šupiny	gonády	mozek
	průměr	0,0068	0,0023	0,0014	0,0028	0,0018	0,0007	0,0007	0,0014
	medián	0,0065	0,0015	0,0013	0,0025	0,0017	0,0006	0,0005	0,0011
	směrodatná odchylka	0,0023	0,0022	0,0006	0,0014	0,0005	0,0002	0,0005	0,0002
	minimum	0,0040	0,0011	0,0009	0,0017	0,0010	0,0004	0,0004	0,0004
	maximum	0,0112	0,0086	0,0029	0,0068	0,0027	0,0010	0,0020	0,0010

Nejvyšší průměrný obsah rtuti v rybníku Jaroslavický byl zjištěn ve svalovině, naopak nejnižší šupinách. Obsah rtuti mezi jednotlivými orgány ryb ze stejné lokality vykazoval významný rozdíl. Jednotlivé rozdíly mezi sledovanými tkáněmi jsou vyznačeny na obrázku č. 3. Vysoce významně vyšší obsah rtuti byl zjištěn ve svalovině ($p=0,0000$) a kaudální ledvině ($p=0,0002$) ve srovnání se šupinami kaprů z Jaroslavického rybníka. Byl zjištěn vyšší obsahu rtuti v mlíči ($n=7$) oproti jikrám ($n=3$) z kaprů z této lokality ($p=0,0304$).

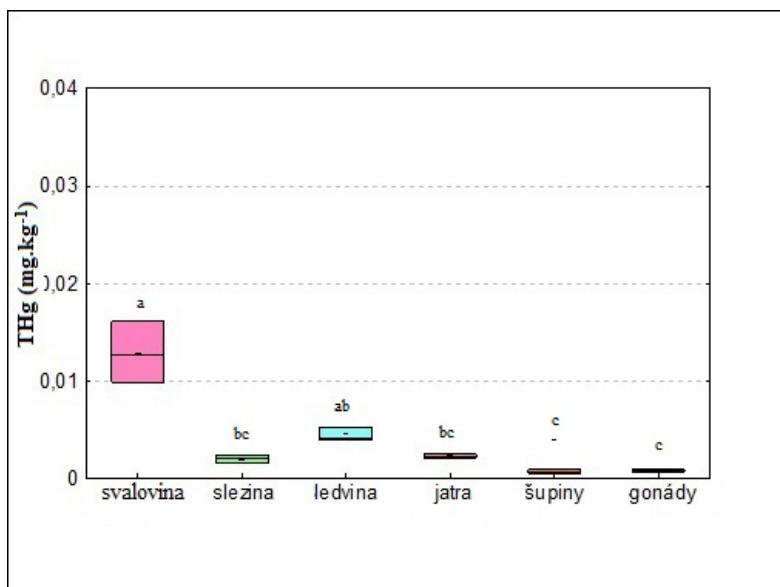


Obrázek 3: Průměrný obsah celkové rtuti ve tkáních kapra obecného (*Cyprinus carpio*) z rybníku Jaroslavický

$n=10$; a, b, c, d= skupiny s odlišnými indexy se statisticky významně liší; - průměr; — medián

Na lokalitě Strachotín se rtuť v kaprech také nejvíce ukládala do svaloviny, naopak nejméně rtuti se nacházelo v gonádách. Statisticky významné rozdíly v obsahu rtuti mezi sledovanými orgány jsou uvedeny na obrázku č. 4.

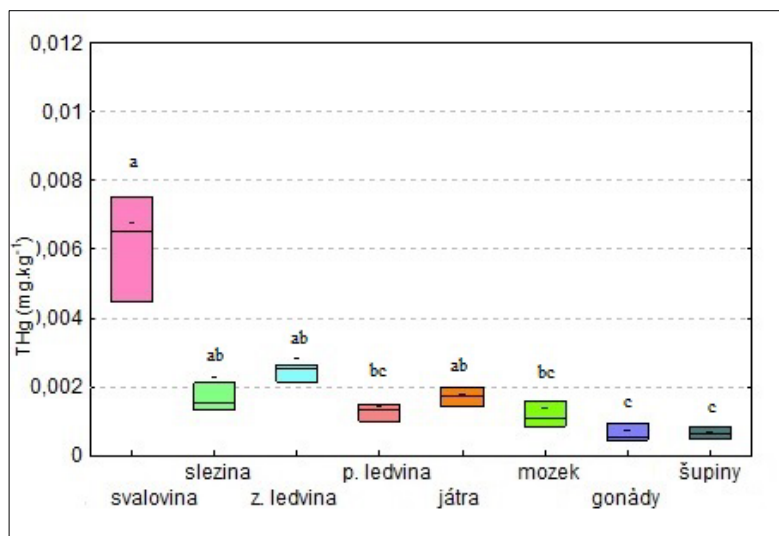
Vysoce významně vyšší obsah rtuti byl zjištěn ve svalovině oproti gonádám a šupinám ($p=0,0000$) a také v obsahu rtuti v ledvinách ve srovnání se gonádami ($p=0,0005$) a šupinami ($p=0,0009$) kaprů z rybníka Strachotín.



Obrázek 4: Průměrný obsah celkové rtuti ve tkáních kapra obecného (*Cyprinus carpio*) z rybníku Strachotín

$n=10$; a, b, c= skupiny s odlišnými indexy se statisticky významně liší; - průměr; — medián

Nejvyšší průměrné hodnoty rtuti v případě rybníka Vrkoč byly zjištěny ve svalovině, naopak nejnižší opět v gonádách. Rozdíly mezi sledovanými orgány jsou zobrazeny na obrázku č. 5. Vysoce významně vyšší obsah rtuti byl zjištěn ve svalovině ($p=0,0000$) a kaudální ledvině ($p=0,0001$) ve srovnání se šupinami kaprů z rybníka Vrkoč.



Obrázek 5: Průměrný obsah celkové rtuti ve tkáních kapra obecného (*Cyprinus carpio*) z rybníku Vrkoč

n=10; a, b, c= skupiny s odlišnými indexy se statisticky významně liší; - průměr; — medián

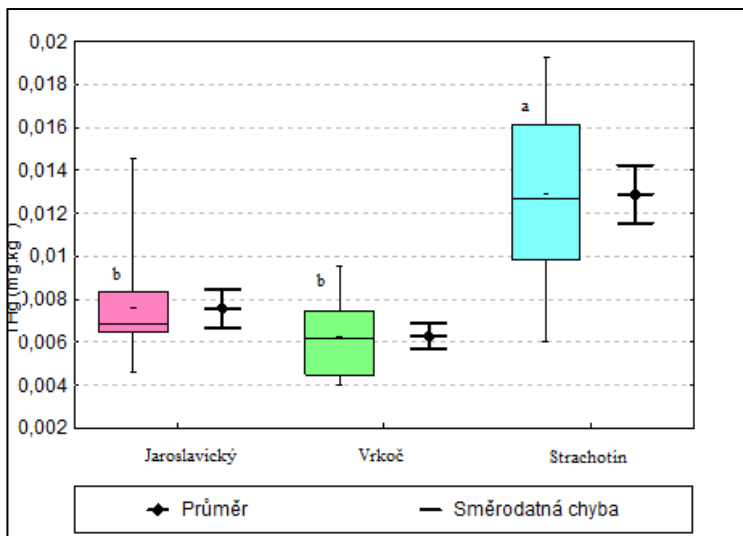
Na námi sledovaných lokalitách rybníků Jaroslavický, Strachotín a Vrkoč byly nacházeny hodnoty rtuti mnohonásobně nižší, než je stanovený limit pro obsah rtuti daný nařízením EP a R (ES) č. 1881/2006. Maximální limit je stanoven pro nedravné ryby na $0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$. Hodnoty rtuti ve svalovině odpovídají nezatíženým lokalitám a také postavení kapra v potravinovém řetězci. Podle zjištěných výsledků obsahu rtuti lze usuzovat, že rtuť nepředstavuje riziko pro konzumenty těchto komerčně chovaných ryb. Výsledky práce jsou podobné se studií Krále a Svobodové (2020), kteří hodnotili obsah rtuti ve svalovině tržních kaprů z období let 2008-2018. U tržních kaprů z jihočeských rybníků nebyl překročen hygienický limit a hodnoty rtuti se pohybovaly pod $0,1 \text{ mg.kg}^{-1}$. Sehonova et al. (2021) se zaměřili na obsah rtuti ve svalovině, játrech, gonádách a v šupinách, kdy nejvíce rtuti také zjistili ve svalovině a nejméně v šupinách. I u těchto českých rybníků nebyl překročen maximální povolený obsah rtuti ve svalovině kaprů. Při porovnání obsahu rtuti v mlíči a jikrách kaprů nebyl zjištěn významný rozdíl, což je stejné zjištění jako v naší studii v případě rybníku Strachotín

a Vrkoč. V rybníku Jaroslavický byl u kaprů zjištěn signifikantně vyšší obsah rtuti v mlíči oproti jikrám ($p=0,0304$).

Na sledovaných lokalitách jsou zjištěné výsledky obsahu rtuti obdobné ve srovnání se studiemi prováděnými na kaprech z volných vod ČR (Vicarova et al., 2014). Hodnoty z této studie jsou shodné také se zjištěním Maršálka et al. (2007), kteří sledovali obsah celkové rtuti v játrech, gonádách a svalovině kaprů obecných odlovených z jiných rybníků v ČR nebo s výsledky studie provedené Kimákovou et al. (2018) u kaprů z volných vod na Slovensku.

Data studie jsou ve shodě i se zjištěními Havelkové et al. (2008), kde byl hodnocen rozdíl mezi obsahem rtuti v játrech a svalovině, kde v nezatížených lokalitách je více rtuti ve svalovině než v játrech. Naopak u lokalit zatížených se jedná o poměr opačný, kdy se při vyšším obsahu rtuti ve vodním prostředí akumuluje rtuť spíše do jater. Podle obsahu rtuti v kaprech jsou sledované lokality nezatížené rtutí.

Pro porovnání zatížení jednotlivých lokalit byl použit obsah rtuti ve svalovině ryb, neboť na všech lokalitách zde byl nejvyšší obsah rtuti. Porovnáním bylo zjištěno, že jednotlivé lokality mezi sebou vykazují významný rozdíl v obsahu rtuti ve svalovině. Liší se rybník Strachotín od rybníků Jaroslavický ($p=0,0065$) a Vrkoče ($p=0,0025$) (obrázek č. 6). V případě rybníka Strachotín byla prokázána negativní korelace (Spearmanův koeficient $-0,604$; $p=0,0332$) mezi hmotností ryb a obsahem rtuti ve svalovině. V případě porovnání vztahu obsahu rtuti s hmotností ryb bez ohledu na lokalitu byla také potvrzena negativní korelace (Spearmanův korelační koeficient $-0,5768$; $p=0,0011$). Negativní korelaci mezi obsahem rtuti ve svalovině a hmotností kaprů sledovali ve své studii i Sedlackova et al. (2015). Jednalo se o významnou negativní korelaci na lokalitách rtutí nezatížených, kdy obsah rtuti ve svalovině kapra významně klesá se zvyšující se hmotností ryb. To je pravděpodobně způsobeno intenzivním přírůstkem tělesné hmotnosti kapra, což se ve výsledku projeví nižším obsahem rtuti. V našem případě to potvrzují výsledky obsahu rtuti u rybníka Vrkoče a Strachotína.



Obrázek 6: Porovnání obsahu celkové rtuti ve svalu v kaprech mezi jednotlivými lokalitami.

a, b = skupiny s odlišnými indexy se statisticky významně liší

ZÁVĚR

Z výsledků provedených analýz tržních kaprů vyplývá, že ryby z rybníků (Jaroslavický, Strachotín, Vrkoč) z oblasti Pohořelice nejsou zatížené rtutí a nedochází zde k významné akumulaci v tělech ryb. Obsah rtuti v orgánech kapra klesá následovně: svalovina > kaudální ledvina > játra > kraniální ledvina > slezina > mozek > gonády/šupiny. Zjištěné hodnoty v orgánech kapra nepřekračují stanovený maximální limit pro kontaminující látky (pro Hg $0,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) a jsou tedy vhodné k lidské konzumaci.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce byla financovaná grantem 2021ITA22 VETUNI.

LITERATURA

- Abdel-Rasul, G.M., Abu-Salem, Manal M.A., Al-Batanony, A., Al-Dalatony M.A., Allam, H.K. (2013): Neurobehavioral, respiratory, and auditory disorders among mercury-exposed fluorescent lamp workers. *Menoufia Medical Journal* 26: 58–62.
- Havelková, M., Dušek, L., Némethová, D., Poleszczuk, Svobodová, Z. (2008): Comparison of mercury distribution between liver and muscle – a biomonitoring of fish from lightly and heavily contaminated localities. *Sensors* 8: 4095–4109.
- Kimáková, T., Kuzmová, L., Nevolná, Z., Bencko, V. (2018): Fish and fish products as risk factors of mercury exposure. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 25: 488–493.
- Král, T., Svobodová, Z. (2020): Hodnocení obsahu celkové rtuti ve svalovině tržních kaprů z rybníků na území České republiky. *Veterinářství* 70: 433–435.
- Maršálek P., Svobodová, Z., Randák, T. (2007): The content of total mercury and methylmercury in common carp from selected Czech ponds. *Aquaculture International* 15: 299–304.
- 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*.
- Pacyna, E.G., Pacyna, J.M., Sundseth K., Munthe, J., Kindbom, K., Wilson, S. Steenhuisen, F., Maxson, P. (2010): Global emission of mercury to the atmosphere from anthropogenic sources in 2005 and projections to 2020. *Atmospheric Environment* 44: 2487–2499.
- Sedlackova, L., Jarkovsky, J., Kalina, J., Poleszczuk, G., Svobodová, Z. (2015): A negative correlation between mercury content in muscle and bodyweight in carp from uncontaminated ponds. *Czech Journal of Food Sciences* 33: 204–209.

Sehonova, P., Harustiakova, D., Mikula P., Medkova, D., Malacova, K., Svobodova, Z. (2021): Do the total mercury concentrations detected in fish from Czech ponds represent a risk for consumers? Scientific Reports 12: article number 553.

Vicarova, P., Kleckerova, A., Docekalova, H., Pelcova, P. (2014): Heavy metals in the common carp (*Cyprinus carpio* L.) from two reservoirs in the Czech Republic. In: Mendel Net 2014, 522–525.

Wang, W.X. (2012): Biodynamic understanding of mercury accumulation in marine and freshwater fish. Advances in Environmental Research 1: 15–35.

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

ANTIOXIDAČNÁ KAPACITA EXTRAKTOV ZO SUŠENÝCH PLODOV MORUŠE BIELEJ A MORUŠE ČIERNEJ

ANTIOXIDATION CAPACITY OF EXTRACTS FROM DRIED BLACK MULBERRY AND WHITE MULBERRY

Marianna Potočnáková¹ – Natália Kocúrová¹ – Lenka Nahliková¹
Lívia Janotková¹ – František Kreps¹

¹Ústav potravinárstva a výživy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie,
STU, Radlinského 9, Bratislava 812 37

ABSTRAKT

Bobuľové ovocie predstavuje významný zdroj biologicky aktívnych látok, ktoré vykazujú viaceré priaznivé účinky na ľudský organizmus, vrátane kardioprotektívnych. Znižujú riziko rozvoja *diabete mellitus* II. typu, obezity a viacerých druhov rakoviny. Antioxidačná kapacita etanolických extraktov bola posúdená metódou TEAC, s využitím stabilného radikálu DPPH. Najvyššiu antioxidačnú kapacitu vykazoval extrakt zo sušených plodov moruše čiernej ($2508,36 \pm 11,80 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$), získaný extrakčnou zmesou etanol:kyselina octová:destilovaná voda v pomere 75:0,1:24,9. Celkový obsah fenolov bol stanovený s využitím Folin- Ciocalteu reagentu, pričom vyššia hodnota TPC bola stanovená rovnako v extrakte zo sušených plodov moruše čiernej ($2183,45 \pm 13,55 \text{ mg GAE} \cdot 100\text{g}^{-1}$). Etanolické extrakty z bobuľového ovocia, prípadne vedľajších produktov jej spracovania predstavujú cennú surovinu, ktorá môže byť pridávaná do potravinárskych matric s cieľom predĺženia ich oxidačnej stability. Pridanou hodnotu etanolických extraktov zo sušených plodov moruše je ich pozitívny vplyv na senzorické vlastnosti výsledného produktu.

Kľúčové slová: Morus alba L. , Morus nigra L., etanolické extrakty, antioxidačná kapacita, polyfenoly

ABSTRACT

Berries are an important source of biologically active substances that have several beneficial effects on the human body, including cardioprotective. They reduce the risk

of developing *diabetes mellitus* II. type, obesity, and several types of cancer. The antioxidant capacity of ethanolic extracts was determined by the TEAC method, using the stable DPPH radical. The highest antioxidant capacity was shown by the extract of dried black mulberry ($2508 \pm 11,80 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), obtained by the extraction mixture ethanol: acetic acid: distilled water in the ratio 75: 0,1: 24,9. The total phenolic content was determined using Folin-Ciocalteu reagent, with a higher value determined in the dried mulberry fruit extract ($2183,45 \pm 13,55 \text{ mg GAE} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Ethanol extracts from berries or their by-products are valuable raw material that can be added to food matrices to prolong their oxidative stability. The added value of ethanolic extracts from dried mulberry fruits is their positive effect on the sensory properties of the final product.

Keywords: Morus alba L., Morus nigra L., ethanolic extracts, antioxidant capacity, polyphenols

ÚVOD

Moruša biela (*Morus alba* L.) a moruša čierna (*Morus nigra* L.) predstavujú zástupcov celosvetovo rozšírenej čeľade morušovité. Najviac zástupcov sa nachádza v tropických oblastiach. Podobne ako iné bobuľové ovocie, aj plody moruše predstavujú bohatý zdroj biologicky aktívnych látok (BAL), ktoré priaznivo vplyvajú na ľudský organizmus. BAL sú okrem plodov koncentrované aj v iných častiach rastliny, napríklad v semenách, šupkách či listoch. Medzi benefity spojené s konzumáciou bobuľového ovocia patrí zníženie rizika rozvoja kardiovaskulárnych ochorení, *diabetes mellitus* II. typu, mnohých typov rakoviny a obezity. BAL prítomné v bobuľovom ovocí vykazujú tiež antimikrobiálne, antivirotické a protizápalové vlastnosti. V moruši bielej bolo identifikovaných 6 zlúčenín, ktorým je pripisovaná hypolipidemická aktivita (Jan et al. 2018; Rekhy a McConchie 2014; Bilawal et al. 2021; Ahmad et al. 2013).

Kvercetin-3-(malonylglukozid), rutín, izokvercetin, kyanidic-3-glukozid a kyanidín-3-rutinozid predstavujú bohato zastúpené flavonoidy v rastlinách moruše. Okrem týchto flavonoidov boli pomocou kapilárnej elektroforézy identifikované aj ďalšie BAL:

apigenín, luteolín, kvercetín, morín, umbeliferón, kaempferol a fenolové kyseliny (kávová, gallová, chlorogénová) (Chen et al. 2006; Chu et al. 2006).

Fenolové zlúčeniny zodpovedajú za množstvo priaznivých účinkov, predovšetkým za antioxidačnú aktivitu (AA), v dôsledku ich štruktúry. Pozostávajú z aromatického jadra, ktoré je schopné delokalizovať nespárený elektrón. Antioxidačné vlastnosti jednotlivých polyfenolových zlúčenín sa menia v závislosti od množstva a polohy naviazaných hydroxylových skupín na benzénový kruh. Okrem AA sa polyfenoly v ovoci podieľajú aj na tvorbe jeho chuti, farby, prípadne adstringencii. Flavonoidy, antokyaníny a karotenoidy tvoria najviac zastúpené polyfenoly prítomné v plodoch moruše. Najvyššia AA bola zaznamenaná v rozvíjajúcich sa listoch a mladých plodoch (Kusumawati a Indrayanto 2013; Andrés-Lacueva et al. 2010; Bae a Suh 2007; Chan et al. 2016).

Zachytávanie voľných radikálov prostredníctvom stabilného, tmavofialového α, α -difenyl- β -pikrylhydrazylového radikálu (DPPH) predstavuje spektrofotometrickú metódu vhodnú na posúdenie antioxidačnej kapacity extraktov. DPPH má nespárený valenčný elektrón na jednom z atómov, podieľajúcich sa na tvorbe dusíkového mostíka. V priebehu reakcie dochádza k farebnej zmene, počas ktorej sa DPPH radikál redukuje na hydrazín so žltým zafarbením. Redukčnú schopnosť antioxidačne aktívnych látok je možné merať v porovnaní s DPPH radikálom sledovaním poklesu absorbancie pri 515-528 nm. Ďalší spôsob detekcie umožňuje elektrónová spinová rezonancia (Eklund et al. 2005; Karadag et al. 2009).

Cieľom práce bolo porovnať antioxidačnú kapacitu (AK) štyroch extraktov získaných zo sušených plodov moruše bielej a moruše čiernej a stanoviť celkový obsah polyfenolov v extraktoch s najvyššou hodnotou AK. Sušené plody moruše bielej a čiernej boli zvolené vďaka ich obľube u spotrebiteľov a tiež širokému technologickému potenciálu. Uplatnenie môžu nájsť v cereálnych produktoch, alebo ako ovocná zložka fermentovaných mliečnych produktov. Z tohto dôvodu boli použité

rozpúšťadlá s obsahom etanolu, vody a kyseliny octovej, ktorých stopové množstvá v extraktoch po pridaní do potravinovej matrice nepredstavujú riziko pre spotrebiteľa.

MATERIÁL A METODIKA

Pre získanie extraktov, stanovenie AK a celkového obsahu polyfenolov (z angl. – total phenolic content TPC) boli použité sušené plody moruše bielej a čiernej (Obr.1), pôvodom z Turecka, ktoré sú bežne dostupnou surovinou v obchodoch. Sušené plody boli najskôr rozomleté mixérom (Bosch MS62B6190), následne boli pripravené vodno-etanolové extrakty s rozdielnym zložením extrakčného činidla. Plody boli macerované v zmesi etanol:kyselina octová:voda v pomere 75:0,1:24,9 a 65:0,1:34,9. Na 40 g sušených plodov pripadalo 400 ml danej extrakčnej zmesi. Macerácia prebiehala po dobu 2 hodín v tme, za stáleho trepania. Po ukončení macerácie boli extrakty prefiltrované, presušené pomocou bezvodého síranu sodného a prebytočné rozpúšťadlo bolo odparené. Extrakty boli uchovávané pri chladiarenskej teplote v atmosfére dusíka do ďalšej analýzy.



Obrázok 1: Sušené plody moruše čiernej a moruše bielej

Na stanovenie AK bola použitá modifikovaná metóda Trolox ekvivalentnej antioxidačnej kapacity (TEAC) s využitím DPPH radikálu podľa Brand-Williams et al. (1995). Ako štandardná látka bol použitý syntetický Trolox v koncentrácii 400 μM . Zo štandardného roztoku bola zostavená kalibračná krivka v rozsahu koncentrácií 0,1–30 μM .

Detekcia poklesu absorbancie v dôsledku redukčnej schopnosti antioxidačne aktívnych látok bola stanovená prostredníctvom mikroplatničkového spektrofotometra Epoch 2 (BioTek) s detekciou pri vlnovej dĺžke 517 nm, s detekciou po 1 hodine. Antioxidačná kapacita bola vyhodnotená metódou kalibračnej krivky, výsledky analýzy sú uvedené ako mg ekvivalentov Troloxu na 100 g suchého extraktu.

Stanovenie TPC bolo uskutočnené modifikovanou metódou podľa Cosmulescu et al. (2017) Vzorky boli zriedené v pomere 1:1 s destilovanou vodou. K zriedenej vzorke (100 μ l), bolo pridaných 500 μ l Folin-Ciocalteu reagentu. Po 3 minútach bolo pridaných 1,5 ml 20 % roztoku Na_2CO_3 . Vzorky boli doplnené destilovanou vodou po celkový objem 10 ml a ponechané v tme po dobu 2 hodín. Stanovenie bolo uskutočnené rovnako ako AK na mikroplatničkovom spektrofotometri Epoch 2 (BioTek) a vyhodnotené prostredníctvom metódy kalibračnej krivky, ktorá bola zostrojená v rozsahu koncentrácie 1 – 900 μ M. Ako štandardná látka bola použitá kyselina gallová (Sigma-Aldrich), výsledky analýzy sú uvedené ako mg ekvivalentov kyselina gallovej na 100 g suchého extraktu.

Príprava extraktov, ako aj analýza AK a TPC prebiehali v laboratóriách Oddelenia potravinárskej technológie (Ústav potravinárstva a výživy, FCHPT STU). Všetky stanovenia boli uskutočnené v troch paralelných meraniach.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Účinnosť macerácie jednotlivými rozpúšťadlami je uvedená v tab. 1., pričom výťažnosť je uvedená ako percento hmotnosti extraktu k pôvodnej hmotnosti rozomletej sušenej moruše.

Tabuľka 1: Výťažnosť macerácii vzoriek moruše bielej a moruše čiernej

Pomer extrakčného činidla $\text{CH}_3\text{OH}:\text{CH}_3\text{COOH}:\text{H}_2\text{O}$	Moruša biela	Moruša čierna
	Výťažnosť [%]	
75:0,1:24,9	95,53	82,18
65:0,1:34,9	86,80	72,90

V tabuľke 2 sú uvedené namerané hodnoty antioxidačnej kapacity metódou TEAC s využitím DPPH radikálu. Vyššia hodnota AK extraktu z plodov moruše čiernej koreluje s vyšším obsahom fenolových kyselín a flavonolov v plodoch moruše čiernej v porovnaní s morušou bielou. Zatiaľ čo celkový obsah fenolových kyselín v zreľých plodoch moruše čiernej podľa Mahmood et al. (2012) má hodnotu 67,4 mg.100g⁻¹ suchej vzorky, v moruši bielej dosahuje len 48,4 mg.100g⁻¹ suchej vzorky. Menší rozdiel bol zaznamenaný aj v prípade celkového obsahu flavonolov (myricetín, kvercetin, kaempferol), ktorý bol pre morušu čiernu rovný 99,5 mg.100g⁻¹ suchej vzorky, zatiaľ čo pre morušu bielu bola hodnota nižšia a to 94,3 mg.100g⁻¹ suchej vzorky.

Tabuľka 2: Namerané hodnoty antioxidačnej kapacity metódou TEAC

	Extrakt	TEAC [mg.100g ⁻¹] (vrátane chyby merania)	
MORUŠA BIELA	CH₃OH:CH₃COOH:H₂O 75:0,1:24,9	1658,41	± 11,73
	CH₃OH:CH₃COOH:H₂O 65:0,1:34,9	1000,34	± 28,46
MORUŠA ČIERNA	CH₃OH:CH₃COOH:H₂O 75:0,1:24,9	2508,36	± 11,80
	CH₃OH:CH₃COOH:H₂O 65:0,1:34,9	1954,24	± 3,64

Z výsledkov AK extraktov sušených plodov moruše je zrejmé, že vyššia antioxidačná kapacita bola stanovená v prípade použitia extraktov v pomere 75:0,1:24,9 (CH₃OH:CH₃COOH:H₂O). U týchto dvoch extraktov bola ďalej stanovená TPC. Hodnota TPC pre extrakt z plodov moruše bielej je **454,51 ± 9,29 mg GAE.100g⁻¹** suchého extraktu, pre extrakt z plodov moruše čiernej je hodnota TPC **2183,45 ± 13,55 mg GAE.100g⁻¹** suchého extraktu.

Výsledky stanovenie TPC sú v korelácii s AK. Vyššia hodnota AK v extrakte z plodov moruše čiernej a zároveň vyššia hodnota TPC môže byť spôsobená vyšším obsahom organických kyselín podieľajúcich sa na celkových antioxidačných vlastnostiach

extraktov, v porovnaní s extraktom z plodov moruše bielej. Podľa Mahmood et al. (2012) je celkový obsah organických kyselín v zreých plodoch moruše čiernej $1181,2 \pm 8,4 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ čerstvej vzorky, zatiaľ čo pre plody moruše bielej dosahuje tento parameter hodnotu len $50,4 \pm 4,1 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ čerstvej vzorky.

ZÁVER

Najvyššiu AK vykazovali extrakty z plodov moruše čiernej ($2508,36 \pm 11,80 \text{ mg}$ ekvivalentov Troloxu na 100 g suchej vzorky), ktoré boli získané extrakčnou zmesou $\text{CH}_3\text{OH}:\text{CH}_3\text{COOH}:\text{H}_2\text{O}$ v pomere $75:0,1:24,9$. Rozdiel AK medzi plodmi moruše čiernej a bielej je spôsobený v rozdielnom zložení BAL s antioxidačnými vlastnosťami, predovšetkým ide o vyššie množstvo antokyanínov v plodoch tmavého bobuľového ovocia. Toto tvrdenie je podporené koreláciou medzi stanovením AK a TPC, kedy bolo rovnako preukázané, že TPC v extrakte zo sušených plodov moruše čiernej dosahuje vyššiu hodnotu, ako je tomu v prípade sušených plodov z moruše bielej. Extrakty bobuľového ovocia majú potenciál predĺžiť oxidačnú stabilitu potravinárskych matric. Okrem antioxidačných vlastností priaznivo pôsobia na senzorické vlastnosti daných potravín.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol vypracovaný s podporou Slovenskej vedeckej grantovej agentúry VEGA pre projekt 1/0012/19.

LITERATÚRA

Ahmad, A., Gupta, G., Afzal, M., Kazmi, I., Anwar, F. (2013): Antiulcer and antioxidant activities of a new steroid from *Morus alba*. Life sciences, 92(3): 202–210. ISSN 0024-3205.

Andrés-Lacueva, C., Medina-Rejon, A., Llorach, R., Urpi-Sarda, M., Khan, N., Gemma Chiva-Blanch, G., Zamora-Ros, R., Rotches-Ribalta, M., Lamuela-Raventos, R-M. (2010): Phenolic compounds: chemistry and occurrence in fruits and vegetables. Fruit and vegetable phytochemicals: Chemistry, nutritional value and stability, 1.

Bae, S-H., Suh, H-J. (2007): Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT-Food Science and Technology*, 40(6): 955–962. ISSN 0023-6438.

Bilawal, A., Ishfaq, M., Gantumur, M-A., Qayum, A., Shi, R., Fazilani, S-A., Anwar, A., Jiang Z., Hou, J. (2021): A review of the bioactive ingredients of berries and their applications in curing diseases. *Food Bioscience*, 44: 101407. ISSN 2212-4292.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M-E., Berset, C. (1995): Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1): 25–30. ISSN 0023-6438.

Cosmulescu, S., Trandafir, I., Nour, V (2017): Phenolic acids and flavonoids profiles of extracts from edible wild fruits and their antioxidant properties. *International Journal of Food Properties*, 20(12): 3124–3134. ISSN 1094-2912.

Eklund, P-C., Långvik, O-K., Wärnå, J-P., Salmi, T-O., Willför, S-M., Sjöholm, R-F. (2005): Chemical studies on antioxidant mechanisms and free radical scavenging properties of lignans. *Organic & biomolecular chemistry*, 3(18): 3336–3347.

Chan, E-W., Lye Phui-Yan, Ch., Siu-Kuin, W. (2016): Phytochemistry, pharmacology, and clinical trials of *Morus alba*. *Chinese journal of natural medicines*, 14(1): 17–30. ISSN 1875-5364.

Chen, P-N., Chu, S-C., Chiou, H-L., Kuo, W-H, Chiang, C-L., Hsieh, Y-S. (2006): Mulberry anthocyanins, cyanidin 3-rutinoside and cyanidin 3-glucoside, exhibited an inhibitory effect on the migration and invasion of a human lung cancer cell line. *Cancer letters*, 235(2): 248–259. ISSN 0304-3835.

Chu, Q., Lin, M., Tian X., Ye, J. (2006): Study on capillary electrophoresis–amperometric detection profiles of different parts of *Morus alba* L. *Journal of Chromatography A*. 1116 (1–2): 286–290. ISSN 0021-9673.

Jan, N., Fatima, T., Qadri, T., Gani, G., Naseer, B., Hussain, S-Z. (2018): Pharmacological effects & quality parameters of Morus species: A review. International Journal of Pharmaceutical Science and Research, 3(2):01–04.

Karadag, A., Ozcelik, B., Saner, S. (2009): Review of methods to determine antioxidant capacities. Food analytical methods, 2(1): 41–60. ISSN 1936-976X.

Kusumawati, I., Indrayanto, G. (2013): Natural antioxidants in cosmetics. In Studies in natural products chemistry, 1:485–505. ISBN 1572-5995.

Mahmood, T., Anwar, F., Abbas, M., Saari, N. (2012): Effect of Maturity on Phenolics (Phenolic Acids and Flavonoids) Profile of Strawberry Cultivars and Mulberry Species from Pakistan. International Journal of Molecular Sciences, 13(4) ISSN 1422-0067.

Rekhy, R., McConchie, R. (2014): Promoting consumption of fruit and vegetables for better health. Have campaigns delivered on the goals? Appetite, 79:113–123. ISSN 0195-6663.

Kontaktná adresa: Ing. Marianna Potočňáková, Ústav potravinárstva a výživy, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika, e-mail: marianna.potocnakova@stuba.sk

CHARAKTERISTIKA MASA VOLNĚ ŽIJÍCÍ NUTRIE ŘÍČNÍ (*MYOCASTOR COYPUS*) A JEJÍ POROVNÁNÍ S BOBREM EVROPSKÝM (*CASTOR FIBER*)

DESCRIPTION OF THE MEAT OF THE WILD NUTRIA (*MYOCASTOR COYPUS*) AND ITS COMPARISON WITH THE EURASIAN BEAVER (*CASTOR FIBER*)

Jan Slováček¹ – Miroslav Jůzl¹ – Šárka Nedomová¹ – Nela Tesařová¹
Ondřej Mikulka²

¹Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta,

²Ústav ochrany lesů a myslivosti, Lesnická a dřevařská fakulta,
Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1665/1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

Volně žijící nutrie říční (*Myocastor coypus*) je na území ČR invazním druhem, odlov tohoto druhu se každým rokem zvyšuje. Bobr evropský (*Castor fiber*) způsobuje na řadě míst spoustu problémů a v mnoha oblastech na základě výjimky musí docházet k jeho regulaci. V této studii je definováno a porovnáno jatečně upravené tělo nutrie a bobra. Dále také chemické složení masa hřbetu obou druhů zvířat. Výtěžnost JUT dospělého bobra evropského je 52,20 %, nutrie říční má výtěžnost JUT 51,60 %. Hřbet bobra obsahuje 76,29 %, 0,73 % tuku a 21,90 % bílkovin. Hřbet nutrie obsahuje 76,59 % vody, 2,21 % tuku a 20,20 % bílkovin.

Klíčová slova: chráněný druh, invazní druh, zvěřina, tuk, bílkovina

ABSTRACT

The wild nutria (*Myocastor coypus*) is an invasive species in the Czech Republic, and the catch of this species is increasing every year. The Eurasian beaver (*Castor fiber*) causes a lot of damages in the forestry or water in many areas by way of law exception. In this study, the carcass of a nutria and a beaver is defined and compared. Furthermore, the chemical composition of the loin meat of both species of animals. The yield of carcass adult Eurasian beaver is 52.20%, the river nutria has a yield of carcass 51.60%. The water content of the beaver's loin is 76.29%. Beaver meat contains 0.73%

fat and 21.90% protein. The loin of a nutria contains 76.59% water, 2.21% fat and 20.20% protein.

Keywords: protected species, invasive species, game, fat, protein

ÚVOD

Nutrie říční (*Myocastor coypus*) je velkým hlodavcem, kterého řadíme k bobrovi či ondatře. Má robustní postavu s krátkými končetinami, silným krkem, robustní hlavou a na průřezu oválným ocasem. Délka těla dosahuje 40–80 cm, ocasu 30–50 cm a hmotnost se pohybuje mezi 6–12 kg.

Původní domovinou nutrie říční je Jižní Amerika odkud byla vysazena do Severní Ameriky (LeBlanc, 1994) a na přelomu devatenáctého a dvacátého století zdomácněla také v Evropě (Gethöffer & Siebert, 2020). Její introdukce byla prováděna především kvůli kvalitní kožešině a masu. V roce 1924 byl zaveden chov nutrií v Orlických horách. Od této doby se stal chov nutrií v Československu velmi populární, avšak jednalo se čistě o farmový chov. Teprve v 70. letech 20. stol. byli pozorováni uniklí jedinci ve volné přírodě (Anděra & Červený, 2003).

Zima představovala pro nutrie výrazně limitující období, které v našich podmínkách nepřežily (Hilts et al., 2019). Díky oteplování klimatu, mírnějším zimám a také přikrmování, přežívají nutrie kritické zimní období (Gethöffer & Siebert, 2020), čímž dochází k nárůstu počtu volně žijících jedinců. Populace nutrie říční se v ČR nebyvale zvětšuje a dle bioindikační sítě je nyní stabilně pokryto více než dvě třetiny území (AOPK ČR, 2022). Také odstřel se razantně zvětšuje. V roce 2010 bylo odloveno 1 200 jedinců, 2015 odloveno 5 100 jedinců, a v roce 2020 již 12 200 jedinců (ČSÚ 2021).

S nárůstem populace tohoto invazního druhu souvisí i počet konfliktů a mediálního zájmu. Přestože v naší krajině zatím nedochází k masivní devastaci mokřadů (Carter et al., 1999), škodám na polích či poškození břehů (Marx et al., 2004), tak jejich rychlý nárůst signalizuje možný problém do budoucna. Také proto byla v září 2021 schválena tzv. invazní novela (zákon 114/1992 Sb. - nařízení č. 1143/2014 a č. 708/2007), která

dává možnost lovit nutrie všem myslivcům. Lov nutrií je z celostátního měřítka žádoucí a dá se předpokládat, že odstřely se budou zvyšovat.

Lov nutrie sám o sobě není významnou motivací pro myslivce v ČR, zájem o kožešinu v dnešní době upadá a jedinou možností je využití masa. V současnosti však kolem nutrií kolují často nesprávné informace nebo informace převzaté z jiných zemí. Také legislativní pojetí dalšího zpracování (prodej masa či výrobků) není veřejnosti, a především té myslivecké, dostatečně a srozumitelně předloženo. V praxi to znamená, že lovci buď maso nevyužijí, nebo jej zpracují nesprávně. Z toho v současnosti pramení příliš nejistoty s nakládáním se zvěřinou, a především s jejím využitím v dalších krocích.

V případě chovaných nutrií se jedná o kvalitní a dříve velmi vyhledávané maso. Poptávka a využívání masa volně žijících nutrií může být přitom velmi efektivním nástrojem pro snížení silně invazivního druhu v naší přírodě.

Nutrií maso je nutričně velmi hodnotné a lehce stravitelné. Z hlediska chemického složení se dosti podobá králičímu masu. Oproti králičímu masu je však tmavší barvy, což je způsobené vyšším obsahem hemoglobinu. Z hlediska mastných kyselin je výživově hodnotnější, než maso jehněčí či hovězí. V porovnání s hovězím masem má i více bílkovin a méně tuku. Nutričně nejvíce ceněnou částí jatečně upraveného těla jsou stehna. Stehenní svalovina má nízký obsah nasycených i mononenasycených mastných kyselin, a naopak vysoké množství polynenasycených mastných kyselin (Tůmová et al., 2013). Nutrií maso i masné výrobky z něj jsou důležitým zdrojem bílkovin s vysokou biologickou hodnotou a obsahují všechny esenciální aminokyseliny v optimálním poměru. Maso je dobrým zdrojem železa, zinku, mědi a selenu (Mardari & Leonte, 2016).

Cílem příspěvku je srovnání masa volně žijící nutrie s masem bobra evropského. Protože se navazuje na loňský projekt zaměřený na jakostní parametry masa bobra

(Slováček et al. 2021), mohou se získaná data o obou semiakvatických druzích mezi sebou porovnat s ohledem na jeho využití v masné výrobě.

MATERIÁL A METODIKA

Pro analýzu bylo použito 5 dospělých legálně odlovených samců bobra evropského a 5 dospělých samců nutrie říční z okolí soustavy rybníků u Pohořelic na jižní Moravě (asi 40 km od Brna). Všechny kusy byly ihned po odlovení zchlazeny pod 4 °C. Nejpozději následující den byly vzorky v chladicím boxu převezeny na univerzitu, zváženy a vyvrženy. Takto upravená torza zvířat byla předána na Ústav technologie potravin, chlazená pod 4 °C, a poté dále zpracována. S ulovenými jedinci zvláště chráněných druhů bylo zacházeno v souladu s výjimkami.

Bourání všech vzorků prováděla vždy stejná osoba, řezník a preparátor s dlouholetými zkušenostmi. Vyvržené kusy obou semiakvatických druhů byly zváženy a staženy z kůže. Hlava byla odrážena vždy za prvním krčním obratlem. Distální části končetin byly odseknuty v zánártním a zápěstním kloubu. Jatečně upravené tělo (JUT) obou druhů je možno definovat jako tělo s ocasem, bez hlavy, bez vnitřních orgánů, bez srsti včetně kůže, bez distálních částí končetin oddělených v zánártním a zápěstním kloubu.

JUT bylo rozděleno na plece (hrudní končetiny), kýty (pánevní končetiny), hřbet, bok a ocas. Kýta zahrnuje svaly a kosti, včetně kostí pánevní, stehenní, česky, lýtkové a holenní. Plec zahrnuje svaly a kosti, včetně kostí klíční, pažní, loketní, vřetenní a lopatky. Hřbet byl oddělen kraniálním směrem. Ocas byl odstraněn mezi posledním křížovým a prvním ocasním obratlem.

Každá část byla dále rozdělena na svalovinu, kosti a případně tuk. Byla stanovena hmotnost a procentuální zastoupení jednotlivých partií jatečně upraveného těla. Hřbet byl odebrán pro analýzu základních složek.

U hřbetů zkoumaných zvířat byl analyzován obsah sušiny, tuku a bílkovin (g/100 g). Vzorky (přibližně 250 g) byly homogenizovány v mixéru a byly dvakrát analyzovány. Obsah sušiny byl stanoven gravimetricky, celkový obsah tuku byl analyzován

Soxhletovou extrakcí a pro celkové množství bílkovin byla použita Kjeldahlova metoda.

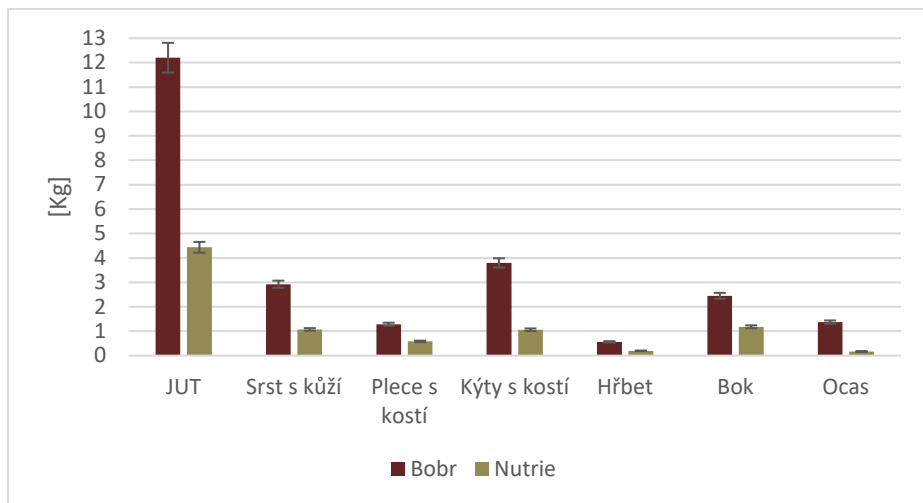
Naměřená data byla statisticky vyhodnocena analýzou rozptylu (jednosměrná ANOVA), včetně Tukeyho testu ($P < 0,05$) pro vícenásobné srovnání, byl zjištěn významný rozdíl pomocí pravděpodobnostního testu (Tukeyho HSD test) na hladině významnosti $P \leq 0,05$ ve STATISTICA 12 (StatSoft, Praha, Česká republika).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Po provedení základních analýz bude maso volně žijící nutrie použito k výrobě vybraných masných výrobků, u kterých budou stanoveny jakostní parametry.

Porovnání členění těla bobra a nutrie

Průměrná hmotnost JUT dospělců bobra evropského je prakticky 3x vyšší než hmotnost JUT nutrie říční (Obrázek 1). Bobří maso je na první pohled libovější a má tmavší barvu. Důležité je však zmínit, že bobří maso se v syrovém stavu vyznačuje typickým pachem po *kastoreu* (Müller-Schwarze, 1992). Maso nutrie je nepříjemných pachů prosté a jeho vůně lze připodobnit vepřovému masu.



Obrázek 2: Graf průměrných hodnot hmotností JUT a partií těla bobra a nutrie

Nejmarkantnější rozdíl je v porovnání hmotnosti ocasu. Ocas bobra je velký plochý a pokrytý černou kůží, která připomíná šupiny ryby (Obrázek 2), oproti tomu ocas nutrie tvarem připomíná klasický ocas hlodavců na průřezu kulatý (Obrázek 3).

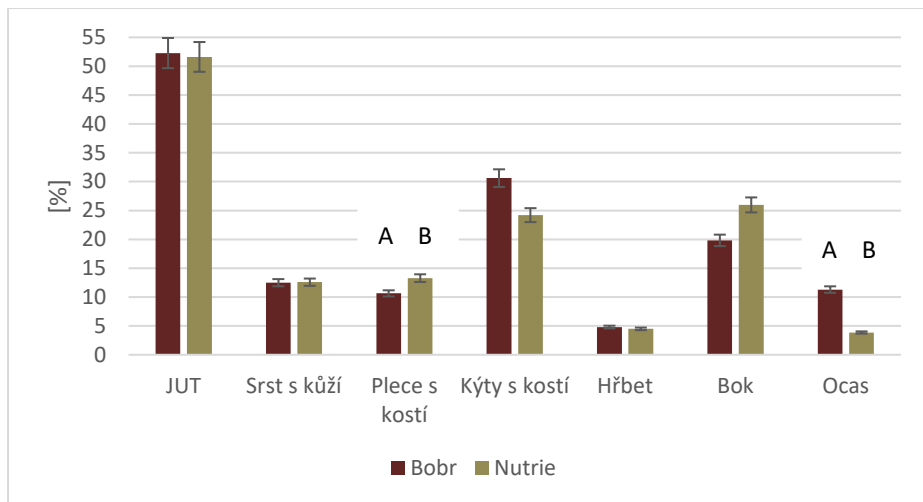


Obrázek 2: Ocas bobra evropského



Obrázek 3: Ocas nutrie říční

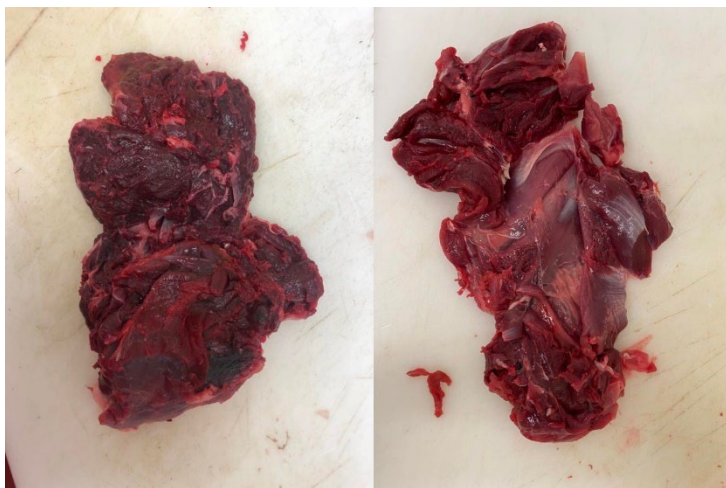
Zajímavější je však srovnání relativní výtěžnosti JUT a jednotlivých partií těla. Hmotnost JUT byla vztažena k živé hmotnosti a byla stanovena výtěžnost, u této hodnoty však hraje roli nakrmenost zvířat před odlovením. Jednotlivé partie těla byly vztaženy k hmotnosti JUT, proto je jejich srovnání přesnější a byly zjištěny statisticky významné rozdíly ($P < 0,05$) (Obrázek 4).



Obrázek 4: Graf výtěžnosti JUT a zastoupení jednotlivých partií těla bobra a nutrie

Legenda: Koeficienty A, B označují hodnoty, mezi kterými byl stanoven statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

U zastoupení plecí s kostmi na celkové hmotnosti JUT byl stanoven mezi oběma druhy zvířat statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). Lze tedy konstatovat, že přední končetina nutrie s kostmi se podílí na celkové hmotnosti JUT větší měrou, než je tomu o bobra. Plece jsou tedy u nutrie poměrově k tělu větší. Tento fakt by nahrával lepší výtěžnosti masa z přední končetiny nutrie, avšak vzhledem k celkové velikosti nutrie je podíl získaného masa tak malý, že se ho nevyplatí pro účely pozdějšího zpracování ani vytěžovat. Jedinou cenou částí, která obsahuje dostatek svaloviny na těle volně žijící nutrie je tedy zadní končetina. Kýty u bobra i nutrie (Obrázek 5) tvoří 25–30 % z JUT, maso z nich lze využít k následnému zpracování do masných výrobků. U volně žijící nutrie se jedná o jedinou partii, ze které lze vytěžit akceptovatelné množství libové svaloviny po vykostění. Statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$) v podílu ocasu na celém JUT mezi bobrem a nutrií byl očekávaný, vzhledem k rozdílné morfologii. Hlava bývá často poškozena následkem střely a také není pro konzumenta kvůli výrazným předním zubům lákavá. Z těchto důvodů byla hlava oddělena a není součástí jatečně upraveného těla.



Obrázek 5: Vykostěná kýta bobra (vlevo) a nutrie (vpravo)

Srovnání chemického složení masa bobra a nutrie

Průměrné množství tuku v bobřím libovém masu je prakticky 3x nižší než v libovém masu nutrie ($P < 0,05$). Tento fakt koreluje s množstvím bílkovin, maso s nižším obsahem tuku obsahuje více bílkovin ($P < 0,05$) (Tabulka 1). V rámci navazující studie bude z obou druhů zvířat vyroben masný výrobek, který bude analyzován. Následně bude výrobek porovnán, jak mezi sebou, tak i s kontrolou z masa hovězího a vepřového. Bude tedy zajímavé sledovat, jestli obsah tuku v masné surovině ovlivní jakostní parametry vyrobených produktů.

Tabulka 3: Chemické složení hřbetu

Obsah (g/100 g)	Vzorek	
	Bobr ($\bar{x} \pm SD$)	Nutrie ($\bar{x} \pm SD$)
Voda	76,29 \pm 1,41	76,59 \pm 1,51
Tuk	0,73 \pm 0,25 ^A	2,21 \pm 0,80 ^B
Bílkoviny	21,90 \pm 1,15 ^A	20,20 \pm 0,93 ^B

Legenda: Koeficienty A, B označují hodnoty, mezi kterými byl stanoven statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$).

Přestože se stále jedná o primární předběžné výsledky, tak již nyní se ukazují některé parametry jako velmi významné v porovnání obou druhů. Pro relevantnější data budou vyhodnoceny desítky jedinců z celého povodí Moravy.

ZÁVĚR

Výtěžnost JUT obou druhů semiakvatických druhů je podobná, kolem 51 %. Bobří maso v syrovém stavu zapáchá po bobřím *kastoreu* a s nižším obsahem intramuskulárního tuku. Z nutrie lze pro zpracování v masné výrobě efektivně využít jen maso ze zadních končetin. Na rozdíl od bobřího obsahuje více tuku a méně bílkovin. Z masa obou druhů budou v navazující studii vyrobeny masné výrobky, které budou dále analyzovány.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek vznikl s podporou projektu IGA MENDELU č. AF-IGA2022-IP-030 s názvem „Jakostní parametry masa nutrie říční (*Myocastor coypus*) a jeho technologické zhodnocení v masné výrobě.“

LITERATURA

- Anděra, M., Červený, J. (2003): Výskyt nutrie (*Myocastor coypus*) v České republice. Lynx, n. s, 34, 5–12.
- AOPK ČR (2022): Nálezová databáze ochrany přírody. [on-line]. [cit. 2022-30-01]. Dostupné z: https://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=34407
- Carter, J., Foote, A. L., Johnson-Randall, A. (1999): Modeling the effects of nutria (*Myocastor coypus*) on wetland loss. Wetlands, 19(1), 209–219.
- Gethöffer, F., Siebert, U. (2020): Current knowledge of the Neozoa, Nutria and Muskrat in Europe and their environmental impacts. Journal of Wildlife and Biodiversity, 4(2), 1–12.
- LeBlanc, D. J. (1994): Nutria. The handbook: prevention and control of wildlife damage, 16.
- Mardari, T., Leonte, D. (2016): Studying the chemical composition of nutria meat (*Myocastor coypus* M.). Iasi: University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Iasi.

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.

Müller-Schwarze, D. (1992). Castoreum of beaver (*Castor canadensis*): function, chemistry and biological activity of its components. In Chemical Signals in Vertebrates 6 (pp. 457–464). Springer, Boston, MA.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1143/2014 ze dne 22. října 2014 o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů. Úřední Věstník Evropské unie.

Nařízení Rady č. 708/2007 ze dne 11. června 2007 o používání cizích a místně se nevyskytujících druhů v akvakultuře. Úřední Věstník Evropské unie.

Slováček, J., Jůzl, M., Matejovičová, M., Popelková, V., Piechowiczová, M., Mikulka, O., Morávek, Z. (2021): Charakteristika a složení masa bobra evropského (*Castor fiber* L.). In *Sborník XLVII. konference o jakosti potravin a potravinových surovin*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. s. 541–551. ISBN 978-80-7509-785-9. URL: <https://www.ingrovydny.af.mendelu.cz/historie>

Tůmová, E., Chodová, D., Hrstka Z. (2013): Hodnocení masné užitkovosti nutrií: certifikovaná metodika. Praha: Česká zemědělská univerzita, 27 s. ISBN 978-80-213-2426-8

Zákon České národní rady č. 114/1992 Sb. ze dne 19. února o ochraně přírody a krajiny. Sbírka zákonů České republiky. 25. 3. 1992, částka 222. ISSN 1211-1244.

Kontaktní adresa: Ing. Jan Slováček, Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: xslovac2@mendelu.cz

ALTERNATIVNÍ VYUŽITÍ EXTENZOGRAFU-E JAKO TEXTUOMETRU

ALTERNATIVE USE OF THE EXTENSOGRAF-E AS A TEXTUOMETER

Ivan Švec¹ – Marcela Sluková¹ – Pavel Skřivan¹

¹Ústav sacharidů a cereálií

Fakulta potravinářské a biochemické technologie, VŠCHT Praha,
Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice

ABSTRAKT

Textura potravin je termín pro souhrn vizuálních, zvukových a hmatových podnětů v rámci senzorického hodnocení. Zahrnuje například pórovitost, lámavost či křehkost stejně jako i tuhost a pružnost, závisující na recepturních složkách v komplexu finálního výrobku. Standardně jsou tyto vlastnosti hodnoceny za použití penetrometrů a textuometrů. V této práci byly v tomto smyslu pilotně proměřeny slané tyčinky grahamové a se sýrem od dvou různých výrobců pomocí programovatelného reometru Extenzografu-E, který je původně určen pro hodnocení viskoelastických vlastností těsta na bázi pšeničné mouky. Výška získaných křivek, tedy energie nutná k přelomení jednoho až pěti kusů tyčinek, podle očekávání průkazně rostla. Tvrdost sýrových a grahamových slaných tyčinek jako extenzografický odpor byla statisticky podobná; podle výrobce bylo ale možno odlišit alespoň testované vzorky grahamových tyčinek.

Klíčová slova: cereální výrobek, slané tyčinky, textura, Extenzograf, korelace

ABSTRACT

Food texture is a term for visual, auditory and tactile stimuli during sensory evaluation. It includes e.g. porosity, fragility or brittleness as well as firmness and elasticity, depending on the recipe components in the final product complex. Traditionally, these properties are evaluated by using of penetrometers or texturometers. In a pilot scale, salty sticks with graham flour or cheese, manufactured by two different producers, were measured using a programmable apparatus Extensograph-E; it is originally designed for evaluation of the viscoelastic properties of the wheat flour-based dough. The gained

curves height, i.e. energy needed to break one up to five salted sticks increased as presumed. The hardness of the cheese and the graham type as extensograph resistance was statistically similar; but according to the producer, leastwise both tested graham stick samples could be differentiated.

Keywords: cereal product, salty sticks, texture, Extensograph, correlations

ÚVOD

Cereální výrobky tvoří podstatnou a nedílnou součást denního jídelníčku, kdy spotřeba v podobě pšeničné mouky se v České republice za posledních 15 letů pohybuje kolem 115 kg na osobu a rok (ČSÚ, 2021). Jejich obecné rozdělení odpovídá kategoriím potravina a pochutina, podle technologie výroby lze rozlišit pekařské, cukrářské a těstářské zboží. Mezi těmito třemi skupinami dominuje první kategorie, ve které převažuje pšeničné pečivo nad chlebem (51,3 proti 30,2 kg/osoba a rok). Pro cukrářské výrobky není ve statistikách definována samostatná skupina, jsou reprezentovány pouze zčásti jako trvanlivé pečivo (6,3 kg/osoba a rok). Pro úplnost, spotřeba těstovin dosáhla v roce 2020 7,7 kg/osoba a rok (AKČR, 2021; spotřeba uvedených komodit v součtu 95,5 kg/osoba a rok).

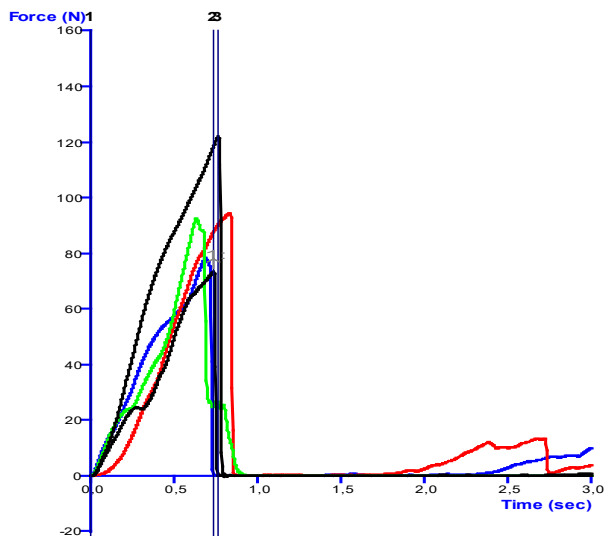
Pro jednotlivé komoditní typy potravin jsou obecně různé požadavky na kvalitu ve smyslu fyzikálně-mechanických vlastností (jako např. objem) a přeneseně také senzorických parametrů. Tyto vlastnosti odpovídají použité receptuře, kdy rozhoduje poměr mouka – voda – vzduch společně s podíly cukru a tuku. Pro výrobky na bázi pšeničné mouky je z pohledu mikrostruktury podstatná míra vytvoření a fixace nosné lepkové kostry těsta; ta je společně s objemem žádoucí zejména pro pekařské výrobky typu potravina, zatímco pro pochutiny je to spíše naopak. Bílkovinná kostra poskytuje pečivu a chlebu viskoelastické vlastnosti, zejména pružnost, ohebnost nebo naopak houževnatost; jejím potlačením nabývají na významu charakteristiky tvrdost, křehkost, křupavost apod. Souhrnně lze tyto vlastnosti označit pojmem textura, který podle standardu ISO 11036 (2020) zahrnuje „všechny reologické a strukturní (geometrické

a povrchové) vlastnosti potravinářského produktu, vnímatelné pomocí mechanických, hmatových a případně zrakových a sluchových receptorů“.

Kromě mikroskopického popisu textury pomocí počítačové analýzy obrazu (tedy kvantifikace pórovitosti v ploše či prostoru) byly pro tento účel zkonstruovány přístroje nazývané *penetrometr* a *texturometr*. V prvním případě je měřena zpravidla pouze hloubka průniku měřicí sondy do testovaného materiálu, ve druhém lze pomocí softwaru jednak vlastní měření naprogramovat, tak posléze zaznamenávat průběh deformace – tzv. *lomovou křivku*. Metoda se označuje zkratkou *TPA* – *texturní profilová analýza* a výsledkem je právě lomová křivka. Průběh testu a uvažované popisné parametry závisejí zaprvé na nastavení měření – rychlosti posunu měřicí sondy a hloubce průniku (běžně 30-50% výšky vzorku). Zadruhé, závisejí také na zkoušeném materiálu – tuhé vzorky, např. sušenky či slané tyčinky, lze lámat či pouze ohýbat, pro polotuhé pekařské výrobky typu pečivo lze opakováním deformace simulovat žvýkání (McGregor, 2021). Základní parametry, odečítané z lomové křivky, jsou např. tvrdost (*hardness*), soudržnost (*cohesiveness*) a pružnost (*elasticity*):

- Tvrdost – počáteční síla potřebná k deformaci vzorku,
- Soudržnost – míra celistvosti vzorku po proběhnutí a odeznění obou stlačení,
- Pružnost, houževnatost – míra návratu vzorku do původního stavu po působení tlaku.

Lamačová (2020) v případě zkoušení laboratorně připravených sušenek za použití texturometru TA-XT*plus* pro popis textury využila znaky tuhost, tvrdost, ohebnost a lomová práce. Lomová křivka se vyznačovala jedním ostrým píkem na lomové křivce, kdy došlo k rozlomení sušenky. Do tohoto okamžiku se projevovala soudržnost a pružnost testovaného výrobku (Obr. 1).



Obrázek 1: Texturní profilová analýza pšeničných sušenek na texturometru (Lamačová, 2020)

Podle ČSN EN ISO 5530-2 je přístroj Extenzograf (Brabender GmbH, SRN) určen k zjišťování viskoelastických vlastností nefermentovaného pšeničného těsta s přidavkem NaCl 2,0 % na mouku, a tedy ke stanovení technologického potenciálu (možností výsledného užití) takového vzorku pšeničné mouky. Základní parametry získaných křivek jsou obdobné protějškům z TPA – maximální výška, resp. šířka křivky (*extenzografický odpor a tažnost*) a plocha pod křivkou [*extenzografická (deformační) energie*].

V případě moderní verze přístroje Extenzograf-E, propojeného s PC a programem Brabender Meta Bridge, jsou záznam křivky společně s jejím vyhodnocením prováděny elektronicky. Tato skutečnost potencionálně nabízí možnost alternativního využití reometru Extenzograf-E v roli texturometru pro relativní porovnání texturních vlastností pevných cereálních výrobků jako jsou právě sušenky, slané tyčinky a křehké chleby v případech, kdy není k dispozici texturometr. Pro tuto práci byly pilotně vybrány průmyslově vyrobené „silné“ slané tyčinky, řazené do skupiny pochutin,

s cílem ověření této nové metodiky a zkušební porovnání dvou recepturně odlišných výrobků dvou různých výrobců.

MATERIÁL A METODIKA

V maloobchodní síti byly v lednu 2022 zakoupeny dva druhy „silných“ slaných tyčinek od dvou výrobců, jejichž seznam je uveden níže; složení podle tabulek výživových hodnot na obalech je shrnuto v Tab. 1.

- ČCS – Česká chuť tyčinky sýrové, GOLDEN SNACK s.r.o., Chýnov (4,6 % taveného sýra),
- ČCG – Česká chuť tyčinky grahamové, GOLDEN SNACK s.r.o., Chýnov (29 % pšeničné mouky celozrnné; nespecifikovaný podíl taveného sýra; podíl vlákniny neuveden),
- BHS – Bohemia Originální Hradecké tyčinky sýrové, INTERSNACK a.s., Choustník (1,5 % sýra),
- BHG – Bohemia Originální Hradecké tyčinky grahamové, INTERSNACK a.s., Choustník (42 % pšeničné mouky celozrnné).

Tabulka 4: Základní nutriční složení testovaných typů slaných tyčinek

Podíl výživové složky (%)	Druh slaných tyčinek*			
	ČCS	ČCG	BHS	BHG
Sacharidy	66,0	64,0	72,0	74,0
Bílkoviny	11,0	11,7	13,0	13,0
Tuky	8,9	9,3	7,4	4,8
Sůl	3,7	2,6	2,7	3,2

* ČCS, ČCG – trvanlivé tyčinky Česká chuť sýrové, grahamové; <https://www.ceska-chut.cz/kategorie/cukrovinky-slane-pochutiny>; BHS, BHG – Bohemia trvanlivé tyčinky Hradecké sýrové, grahamové; <https://nakup.itesco.cz/groceries/cs-CZ/products/>

Hodnocení slaných tyčinek

Pět kusů slaných tyčinek od každého výrobku bylo nejprve zhodnoceno stran rozměrů (délky, resp. průměru pomocí digitální šuplery) a hmotnosti. Jelikož je pro popis textury

Cereální hala VŠCHT Praha vybavena gravitačním penetrometrem PNR-10 (Petrotest, SRN), byl pro měření tuhosti (křehkosti) slaných tyčinek využit Extenzograf-E a firemní software Brabender Meta Bridge® v. 2.1.4 (dále „BMB“; Brabender GmbH, SRN). V této pilotní studii byly čtyři vzorky slaných tyčinek proměřeny ve dvou po sobě jdoucích dnech postupně po jednom až pěti kusech v celkem pěti opakováních. Postup vlastního měření byl vytvořen experimentálně a zahrnoval tyto kroky:

- naprogramování jednotlivých pětic měření v programu Brabender Meta Bridge (v případě nefermentovaného těsta je přednastaveno měřit každý vzorek v párech),
- měření bez držáku na váleček nefermentovaného těsta, tj. položení 1 kusu (páru až pětice) tyčinek přímo na vahadlo měřicí jednotky (v případech měření více tyčinek najednou nejprve spojení příslušného počtu gumičkami na obou koncích),
- zahájení cyklu měření s pěti opakováními, automatické ukládání v programu BMB,
- export záznamů do tabulkového procesoru MS Excel 2016 a zpracování dat.

Statistická analýza

Statistické hodnocení zahrnovalo vícefaktorovou analýzu rozptylu (MANOVA) v programu Statistica v. 13.1 pomocí Tukeyova testu ($P = 95\%$). Posuzované faktory byly dva: *Značka slaných tyčinek* a *Receptura* včetně vzájemné interakce. Dále byla v tomto programu provedena korelační analýza na hladině pravděpodobnosti 95 %. Obě statistické metody zahrnuly jak základní pětici slaných tyčinek, tak celý soubor vzorků (matice 4×5 , resp. $4 \times 5 \times 5$).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Charakteristiky základních pětic tyčinek

Ve smyslu základního nutričního složení se všechny čtyři výrobky od sebe průkazně odlišovaly, kdy ovšem byl základní rozdíl patrný mezi oběma výrobci – dvojice tyčinek BHG a BHS měly vyšší zastoupení sacharidů i bílkovin, naproti tomu podíl tuků byl

významně nižší (Tab. 1). Právě tuky jsou spojovány s křehkostí tohoto a podobných typů výrobků, např. sušenek.

Jak bylo patrné již vizuálně, oba druhy slaných tyčinek Česká chuť byly ve svých průměrech tenčí, jak posléze potvrdila také ANOVA. Na druhou stranu, technologie obou výrobců se shoduje v nastavení odsekávané délky výrobků v rozmezí přibližně 100-110 mm – vliv faktoru *Receptura* (graham proti sýrové) však nebyl průkazný. Rozměry slaných tyčinek po upečení jsou kromě chemického kypřidla ovlivněny viskozitou – zpracovatelností (tvarovatelností) těsta, tedy podíly vody a tuku. Těsta s vyšším recepturním podílem tuku mohou být z podstaty hutnější – takto se tuk statisticky průkazně projevil na vyšší hmotnosti vzorků ČCS a ČCG (Tab. 2).

Tabulka 2: Porovnání fyzikálních parametrů základní slaných tyčinek – průměry pětic

Značka slaných tyčinek“	Receptura	Průměr tyčinky (mm)	Délka tyčinky (mm)	Hmotnost tyčinky (g)
Česká chuť	graham	8,4 a	113,3 a	3,71 b
	sýrové	8,5 a	108,6 a	3,71 b
Bohemia Hradecké	graham	9,8 b	108,4 a	3,19 a
	sýrové	9,9 b	110,9 a	3,71 b

a,b: průměry ve sloupcích, označené stejnými písmeny, nejsou statisticky odlišné (P = 95 %)

Mezi reologickými znaky pro 1ks tyčinek jednoznačně dominuje znak extenzografický odpor, který nejlépe odpovídal testovanému druhu slaných tyčinek – mezi ostatními extenzografickými znaky byl rozsah změřených hodnot nejširší. Naopak rozdíly v extenzografické tažnosti, přeneseně ohebnosti, nebyly statisticky významné (P = 95 %, Tab. 3). Pro srovnání, extenzografická křivka pšeničné mouky hladké standardní pekařské kvality je popsána odporem 400-600 Brabenderových jednotek, tažností 140–170 mm a energií min. 100–110 cm².

Korelační analýza v základních pěticích čtyř druhů slaných tyčinek potvrdila význam faktoru *Receptura* (podíl sacharidů, bílkovin a tuků) na průměr slané tyčinky a extenzografickou tažnost. Díky nízkému počtu vzorků byl předpokládáný vztah mezi tažností a obsahem soli pouze naznačen ($r = 0,33$ proti $r_{krit} = 0,44$; $P = 95 \%$). Naproti tomu i v tomto průzkumu se potvrdil předpokládáný vztah fyzikálních a reologických parametrů tohoto typu výrobku – nejprůkaznější korelace byla nalezena mezi délkou tyčinek a extenzografickým odporem, resp. energií ($r = -0,64$ a $-0,66$; $P = 95 \%$, Tab. 4).

Tabulka 3: Porovnání extenzografických parametrů slaných tyčinek – průměry pětice

Značka slaných tyčinek	Receptura	Max. odpor* Rmax (BJ)	Tažnost** Ext (mm)	Poměr Rmax/Ext (1)	Energie Aext*** (cm ²)	Poměr Rmax/Hmotnost** (1)
Česká chuť	graham	138 ab	5,7 a	24,6 ab	1,40 ab	36,8 ab
	sýrové	97 a	5,3 a	18,3 a	0,99 ab	26,1 a
Bohemia Hradecké	graham	76 a	5,0 a	15,3 a	0,76 a	24,0 a
	sýrové	166 b	5,0 a	33,3 b	1,54 b	44,8 b

a, b: průměry ve sloupcích, označené stejnými písmeny, nejsou statisticky odlišné ($P = 95 \%$)

, **, * - odpovídá tvrdosti (tuhosti), ohebnosti a celkové lomové práci na křivce texturního profilu (TPA); BJ – Brabenderovy jednotky (uzanění), ** - experimentální parametr, zohledňující rozdílnou hmotnost zkoušených výrobků*

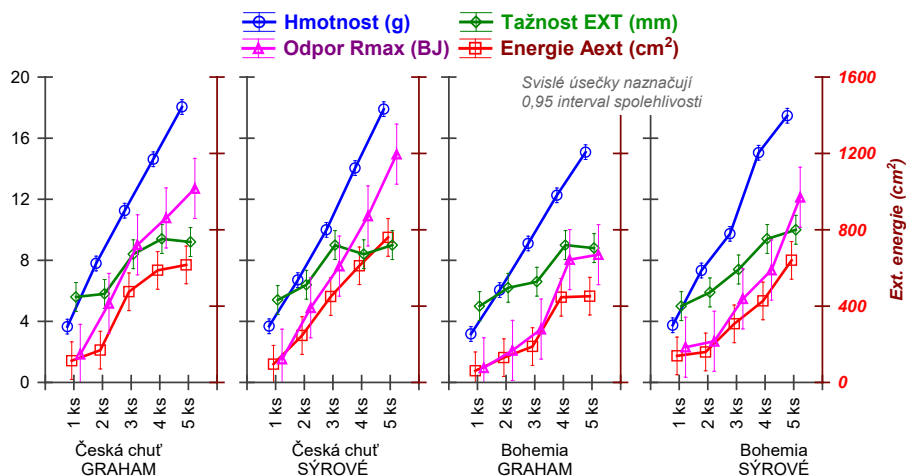
Tabulka 4: Korelační analýza mezi složením, fyzikálními a extenzografickými znaky slaných tyčinek – základní pětice

Proměnná	Sacharidy	Bílkoviny	Tuky	Sůl	Průměr tyčinky	Délka tyčinky	Hmotnost tyčinky
Průměr tyčinky	0,91*	0,91*	0,87*	-0,24	–	-0,36	-0,12
Délka tyčinky	-0,27	-0,21	0,38	0,07	-0,36	–	-0,18
Hmotnost tyčinky	-0,24	-0,35	-0,06	0,34	-0,12	-0,18	–
Odpor Rmax	0,07	-0,11	-0,28	0,20	0,04	-0,64*	0,44*
Tažnost Ext	-0,52*	-0,56*	0,49*	0,33	-0,62*	0,15	0,03
Poměr Rmax/Ext	0,14	-0,03	-0,34	0,14	0,13	-0,68*	0,44*
Energie Aext	0,05	-0,13	-0,26	0,20	0,03	-0,66*	0,46*
Rmax/Hmotnost	0,09	-0,10	-0,27	0,19	0,02	-0,62*	0,33

** – hodnoty korelačního koeficientu průkazné na hladině $P = 95 \%$ [$N = 20$, $r_{krit; 0,05} = 0,44$]*

Charakteristiky celého souboru tyčinek

V souboru 100 odměřených vzorků (4 druhy \times 5 počtů tyčinek \times 5 opakování měření; celkem 300 ks tyčinek) je možné posoudit vztahy mezi hmotnostmi a extenzografickými parametry. Podle grafických výsledků dvoufaktorové analýzy rozptylu lze říci, že hmotnosti výrobku BHS byly méně vyrovnané. K celkově vyšší míře vyrovnanosti výsledků mezi tyčinkami ČCG a ČCS patrně přispělo i to, že do receptury prvních uvedených, tedy s celozrnnou moukou, byl zahrnut tavený sýr (podíl ve složení na obale neuveden). Dále lze v grafu postřehnout srovnatelné hodnoty extenzografických parametrů pro čtveřice a pětice trvanlivých tyčinek (tj. kolísání v lineárních tendencích nárůstu hodnot); toto mohlo být způsobeno postupným rozlamováním, spojených po čtyřech nebo pěti jednotlivých kouscích. Jednotlivé tyčinky na sebe nemusely těsně přiléhat z důvodu posypu hrubozrnnou solí.



Obrázek 2: Dvoufaktorová ANOVA pro hmotnost a extenzografické parametry čtyř druhů slaných tyčinek – celý soubor 100 vzorků ($P = 95 \%$)

Jednoznačně z grafů na Obr. 2 vyplývají vysoce průkazné korelace mezi hmotností a třemi extenzografickými znaky. Jako rozhodující extenzografický znak se jedná podle korelací, tak zejména podle rozpětí zjištěných hodnot (59–1506 BJ), potvrdil

přávě extenzografický odpor R_{\max} – korelace s hmotností tyčinek, extenzografickou tažností a energií byly $r = 0,84$; $0,74$ a $0,97$ ($N = 100$, $P = 99,9\%$; data neuvedena).

Při snaze generalizovat výše popsané rozdíly byla provedena dvoufaktorová ANOVA v celém souboru 100 vzorků slaných tyčinek – tj. s průměrováním přes 5 zkoušených počtů kusů. Hodnoty v Tab. 5 jsou proto násobně vyšší než odpovídá skutečnosti (Tab. 2, Tab. 3). Ve výsledku však nebylo možno čtyři sledované druhy slaných tyčinek jednoznačně rozlišit. Primární význam extenzografického odporu se potvrdil i v tomto případě – podle konkrétní hodnoty odporu lze predikovat úrovně extenzografické energie i poměru R_{\max}/Ext . Pro zkušebně vytvořený poměr $R_{\max}/\text{Hmotnost}$ je vliv extenzografického odporu také rozhodující – seskupení zkoušených vzorků slaných tyčinek do homogenních skupin *a*, *ab*, *b* je pro všechny čtyři uvedené znaky téměř shodné (Tab. 5).

Tabulka 5: Dvoufaktorová ANOVA hmotnosti a extenzografických znaků slaných tyčinek průměry v celém souboru 100 vzorků

Značka slaných tyčinek	Receptura	Hmotnost tyčinky (g)	Max. odpor R_{\max} (mm)	Tažnost Ext (mm)
Česká chuť	graham	11,07 a	632 b	7,7 a
	sýrové	10,46 a	639 b	7,6 a
Bohemia Hradecké	graham	9,13 a	368 a	7,1 a
	sýrové	10,67 a	480 ab	7,5 a

Značka slaných tyčinek	Receptura	Energie Aext (cm ²)	Poměr R_{\max}/Ext (1)	Poměr $R_{\max}/\text{Hmotnost}$ (1)
Česká chuť	graham	4,91 ab	78,0 b	54,5 b
	sýrové	5,41 b	78,0 b	56,3 b
Bohemia Hradecké	graham	3,20 a	46,9 a	36,0 a
	sýrové	4,18 ab	59,1 ab	43,8 ab

a, b: průměry ve sloupcích, označené stejnými písmeny, nejsou statisticky odlišné ($P = 95\%$)

ZÁVĚR

Přístroj Extenzograf-E je původně určen pro stanovení viskoelastického chování nefermentovaného pšeničného těsta. Ve studii alternativního využití jako texturometru pro odhad lomových křivek a odpovídajících parametrů byly pilotně použity dva druhy trvanlivých slaných tyčinek od dvou různých výrobců (graham a sýrové). V experimentu byly lámány postupně 1, 2 až 5 ks slaných tyčinek najednou. Výrobky se vzájemně odlišovaly v průměru a hmotnosti slaných tyčinek; rozdíly v extenzografickém odporu jako tvrdosti (tuhosti) byly průkazné jen částečně. Právě znak extenzografický odpor byl nejsilněji závislý na hmotnosti zkoušeného vzorku, a proto podle něj bylo možno rozlišit grahamové tyčinky značek Česká chuť a Bohemia Hradecké. Celkově lze shrnout, že metoda napínání těsta na Extenzograf-E je příliš robustní ke stanovení texturního profilu pro 1 nebo 2 ks trvanlivých slaných tyčinek, a to vzhledem k malému rozsahu změřených hodnot extenzografického odporu a zejména pak tažnosti tohoto typu cereálního výrobku. Naproti tomu např. pro extrudovaný křehký chléb lze předpokládat větší míru pružnosti (ohebnosti); vyšší potenciál pro alternativní využití Extenzografu lze pak předpokládat v laboratořích a vývojových centrech, kde je potřeba texturu cereálních výrobků posoudit relativně a příležitostně.

LITERATURA

AKČR (2021): Agrární komora České republiky, Spotřeba potravin – 2020. [on-line]. [cit. 2022-18-01]. Dostupné z: <http://www.akcr.cz/txt/spotreba-potravin-2020>.

ČSÚ (2021): Český statistický úřad, Spotřeba potravin – 2020. 30.11.2021. [on-line]. [cit. 2022-18-01]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin>.

ISO (2020): International Organization for Standardization, ISO 11036:2020 – Sensory analysis — Methodology — Texture profile. [on-line]. [cit. 2022-18-01]. Dostupné z: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:11036:ed-2:v1:en>.

Lamačová L. (2020): Využití kompozitních směsí na bázi celozrnných mouk při výrobě sušenek. Diplomová práce, VŠCHT Praha, 1. vyd., 94 s.

McGregor B. (2021): Analysing the texture of your products. [on-line]. [cit. 2022-18-01]. Dostupné z: <https://bakerpedia.com/analyzing-texture-of-products/>.

Kontaktní adresa: Ing. Ivan Švec, Ph.D., Ústav sacharidů a cereálií, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, Česká republika, e-mail: Ivan.Svec@vscht.cz

ZHODNOCENÍ ANTIOXIDAČNÍ AKTIVITY ČOKOLÁDOVÝCH 3D TIŠTĚNÝCH OBJEKTŮ S PŘÍDAVKEM OLEJE Z KÁVOVÉ SEDLINY A NANOEMLUZE

EVALUATION OF ANTIOXIDATION ACTIVITY OF CHOCOLATE 3D PRINTED OBJECTS WITH ADDED COFFEE OIL AND NANOEMULSION OIL

**Karolína Těšíková¹ – Dani Dordević¹ – 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 této studie je příprava čokoládových objektů pomocí technologie 3D tisku a zhodnocení jejich antioxidační aktivity po přidavku oleje z kávové sedliny a nanoemulze oleje z kávové sedliny a vody (O/V). Antioxidační aktivity vzorků byly hodnoceny metodami FRAP, CUPRAC a DPPH a byl pozorován také obsah celkových polyfenolů. U metod FRAP a CUPRAC přidavek oleje z kávové sedliny a nanoemulze způsobil pokles antioxidační aktivity. Nárůst antioxidační aktivity u vzorků obsahující olej z kávové sedliny i nanoemulzi byl pozorován u metody DPPH, kde se uplatnila schopnost tokoferolu z oleje z kávové sedliny eliminovat volné radikály. Tato schopnost se nejvíce projevila u vzorků s přidavkem oleje z kávové sedliny. 3D tisk potravin je rostoucí potravinářská technologie, která začíná nacházet uplatnění i v komerční sektoru. Výsledky této práce mohou přispět ke znalostem antioxidačních vlastností a vývoje čokoládových matic vhodných ke 3D tisku.

Klíčová slova: 3D tisk potravin, nanoemulze, kávová sedlina, olej, antioxidační aktivita

ABSTRACT

The aim of this study is to prepare chocolate objects using 3D printing technology and evaluate their antioxidant activity after the addition of coffee grounds oil and nanoemulsion of coffee grounds oil and water (O / W). The antioxidant activities

of the samples were evaluated by FRAP, CUPRAC and DPPH methods and the content of total polyphenols was also observed. For the FRAP and CUPRAC methods, the addition of coffee grounds oil and nanoemulsion caused a decrease in antioxidant activity. An increase in antioxidant activity in samples containing both coffee grounds oil and nanoemulsion was observed in the DPPH method, where the ability of tocopherol from coffee grounds oil to eliminate free radicals was applied. This ability was most pronounced in samples with the addition of coffee grounds oil. 3D food printing is a growing food technology that is beginning to find application in the commercial sector. The results of this work can contribute to the knowledge of antioxidant properties and the development of chocolate matrices suitable for 3D printing.

Keywords: 3D food printing, nanoemulsion, coffee grounds, oil, antioxidant activity

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 a vitamínů (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). V současnosti se 3D tisk čokolády přenáší i do komerčního prostředí. Vývojem 3D tiskáren určených pro tisk čokolády a vývojem čokoládových matric se zabývá řada společností (Foodini, Choc Edge, Micusiny apod.) (Godoi et al., 2016). Čokoláda je při pokojové teplotě v pevné formě a v při orální teplotě taje a stává se z ní viskózní tekutina. Tato vlastnost je připisována tvorbou krystalů kakaového másla do různých forem (Mantihal et al., 2019). Kakaové máslo je směs triacylglycerolů složených především z kyseliny olejové, stearové a palmitové. V závislosti na svém složení a výrobním procesu může krystalizovat do VI polyformních forem. Teplota tání každé

krystalické formy je jiný a mění texturu čokolády. Nejstabilnější jsou formy V a VI. Pro cukrářskou výrobu jsou vhodné krystaly ve formě V díky teplotě tání 32–34 °C. Celkové chování čokoládové matrice při tisku může být ovlivněno přítomností dalších látek, jako jsou zahušťovadla apod. (Rando a Ramaioli, 2021). Čokoláda, zvláště hořká čokoláda přitahuje pozornost, a to díky svým potenciálním funkčním vlastnostem, jako je zmírnění oxidačního stresu, snížení zánětu, prevenci kardiovaskulárních onemocnění apod. Funkční vlastnosti čokolády jsou připisovány fenolickým sloučeninám, zejména flavonoidům a fenolovým kyselinám. Vedle fenolických látek mohou přispívat lidskému zdraví i přítomnost bioaktivních aminů (Deus et al., 2021; Oracz et al., 2020). Přítomnost přídatných látek ovlivňuje i celkovou nutriční a bioaktivní hodnotu čokoládové matrice.

Spotřebovaná kávová sedlina je vedlejším produktem přípravy kávy a v současnosti nemá moc velké komerční využití. Nicméně díky významnému množství organických sloučenin (lipidy, proteiny, fenolické látky, lignin, celulóza, hemicelulóza, polysacharidy, taniny apod.) může najít uplatnění také v potravinářství (Masino et al., 2022). Kávová sedlina je bohatá na olejovou fázi obsahující tokoferoly, cafestol a kahweol spolu s kyselinou linolovou, palmitovou a olejovou. Tyto látky mají pozitivní vliv na lidské zdraví (López-Linares et al., 2021).

Nanoemulze jsou tvořeny dvěma nemísitelnými kapalinami z nichž jedna je rozptýlena v druhé. Tyto koloidní systémy mají zvýšenou schopnost enkapsulovat bioaktivní sloučeniny. Pro zlepšení stability nanoemulzí se používají nízkomolekulární povrchově aktivní látky, fosfolipidy, proteiny a polysacharidy (Pisoschi et al., 2018).

MATERIÁL A METODIKA

Příprava nanoemulze

Byly smíchány 2 díly oleje z kávové sedliny, 8 dílů vody a 0,5 dílů emulgátoru TWEEN 80. Vytvořená směs byla pomocí PULSE 150 ULTRASONIC HOMOGENIZER (Benchmark Scientific, USA) homogenizována po dobu 5 min s délkou cyklu 78,0 s.

Příprava 3D čokoládových matric s přidavkem oleje z kávové sedliny (nanoemulze)

Pro 3D tisk čokolády byla použita čokoládová náplň Mycusini (Print2Taste, Německo). Nejdříve bylo temperováno příslušné množství čokoládové matrice. Po temperaci na 45 °C, bylo do matrice přimícháno množství oleje z kávové sedliny (nanoemulze) odpovídající koncentraci 1,2; 2,3 a 3,4 %. Čokoládová matrice spolu s olejem (nanoemulzí) 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.

Tabulka 5: Složení čokoládových matric

Vzorek	Složení
Choco	čokoláda
Choco _{1,2O}	čokoláda + 1,2 % olej*
Choco _{2,3O}	čokoláda + 2,3 % olej*
Choco _{3,4O}	čokoláda + 3,4 % olej*
Choco _{1,2nE}	čokoláda + 1,2 % nanoemulze**
Choco _{2,3nE}	čokoláda + 2,3 % nanoemulze**
Choco _{3,4nE}	čokoláda + 3,4 % nanoemulze**

* - olej z kávové sedliny, ** - nanoemulze (olej z kávové sedliny, voda, TWEEN 80)

3D tisk čokolády

Pro 3D tisk byla použita 3D tiskárna Mycusiny ® (Print2Taste, Německo), nerezová tryska o 0,80 mm (Print2Taste, Německo) a šablona Cylinder (10x26,6x0,81 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.

Celkový obsah polyfenolů

Celkový obsah polyfenolů byl měřen pomocí metody Folin-Ciocalteu dle Tomadoniho et al. (2016). 0,1 g vzorku bylo naváženo do tmavé lahvičky 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 Ciocalteau (naředěného 1:10) a 4 ml 7,5% Na₂CO₃. 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 dle Behbahaniho et al. (2017) 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 lahvíček, do kterých se přidalo 300 µl destilované vody a 3,6 ml pracovního roztoku (octový pufr, TPTZ a FeCl₃). 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

Stanovení antioxidační aktivity metodou DPPH dle Sivaroobana et al. (2008). 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. 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.

$$\text{DPPH (\%)} = [(A_{\text{SDPPH}} - A_{\text{DPPH}}) / A_{\text{SDPPH}}] \times 100$$

VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky antioxidačních aktivit (FRAP, CUPRAC, DPPH) a obsah celkových polyfenolů jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 6: Výsledky antioxidačních aktivit (FRAP, CUPRAC, DPPH) a obsahu celkových polyfenolů u 3D tištěných čokoládových objektů

Vzorek	FRAP ($\mu\text{mol Troloxu/g}$)	CUPRAC ($\mu\text{mol Troloxu/g}$)	DPPH (%)	TPC (mg gallic acid/mL)
Choco	$19,952 \pm 0,659$	$48,315 \pm 1,044$	$76,404 \pm 1,925$	$7,946 \pm 0,273$
Choco _{1,2O}	$18,014 \pm 0,686$	$44,402 \pm 0,511$	$81,595 \pm 0,102$	$6,925 \pm 0,303$
Choco _{2,3O}	$17,684 \pm 0,183$	$43,195 \pm 1,099$	$81,584 \pm 0,153$	$7,414 \pm 0,230$
Choco _{3,4O}	$17,455 \pm 0,304$	$42,311 \pm 0,659$	$82,269 \pm 0,460$	$6,687 \pm 0,242$
Choco _{1,2nE}	$16,457 \pm 0,377$	$43,988 \pm 0,844$	$82,391 \pm 0,705$	$8,885 \pm 0,497$
Choco _{2,3nE}	$16,086 \pm 0,723$	$43,882 \pm 1,181$	$81,425 \pm 0,361$	$8,042 \pm 0,292$
Choco _{3,4nE}	$15,097 \pm 0,887$	$40,816 \pm 0,631$	$80,490 \pm 0,315$	$7,797 \pm 0,094$

Z výsledků metody FRAP je patrné, že nejvyšší hodnotu antioxidační aktivity vykazoval vzorek obsahující pouze čokoládu. Čokoláda je bohatým produktem na polyfenoly, které se vykazují vysokou antioxidační aktivitou (Paz-Yépez et al, 2019).

U vzorků s přídavkem oleje z kávové sedliny byla pozorována vyšší antioxidační aktivita, než u vzorků s přídavkem nanoemulze. Přičemž s rostoucí koncentrací oleje z kávové sedliny i nanoemulze klesá hodnota antioxidačních aktivit.

Nejvyšší hodnoty antioxidační kapacity byly naměřeny u vzorku obsahující pouze čokoládu. Přídavkem oleje z kávové sedliny a nanolemulze docházelo k poklesu antioxidačních hodnot jako u předchozí metody. Taktéž docházelo k poklesu hodnot antioxidačních aktivit s rostoucí koncentrací oleje a nanoemulze.

U výsledků metody DPPH, která udává míru zachycení volných radikálů, nejsou zaznamenány výsledky antioxidačních aktivit oleje z kávové sedliny a nanoemulze z důvodu charakteru vzorku. Oproti výsledků z předchozích metod přídavek oleje i nanoemulze způsobil nárůst antioxidačních aktivit vzhledem ke vzorku obsahující

pouze čokoládu. U přidavku oleje z kávové sedliny k nejvyššímu nárůstu antioxidační aktivity dochází u vzorku s koncentrací oleje 3,4 %. Kávová sedlina obsahuje řadu antioxidačních látek jako jsou tokoferoly, které zabraňují oxidacím reakcemi s volnými radikály (López-Linares et al, 2021). Lze očekávat, že se zvyšující se koncentrací oleje potažmo tokoferolů se bude zvyšovat i míra zachytu volných radikálů. I když právě použitím emulgačního systému by se látky rozpuštěné v oleji měli stát na základě mezifázového rozhraní dostupnější, u vzorků s obsahem nanoemulze docházelo s rostoucí koncentrací nanoemulze k poklesu hodnot antioxidačních aktivit.

Z hodnocení obsahu celkových polyfenolů (TPC) vyjádřených v množství kyseliny gallové je patrný nárůst hodnot antioxidačních aktivit u vzorků s přidavkem nanoemulze, kde nejvyšší koncentrace kyseliny gallové byla zaznamenána u vzorku s nejnižší koncentrací nanoemulze. U vzorků s přidavkem oleje z kávové sedliny byl pozorován pokles antioxidační aktivity.

ZÁVĚR

3D tisk je dynamicky rozšiřující se metoda, která nachází uplatnění i v potravinářství. Nejprostudovanější potravinářskou matricí určenou pro 3D tisk je čokoláda, a to díky svým schopnostem zachovat si při extruzním způsobu tisku tvar. Čokoláda je i bohatým zdrojem polyfenolů a antioxidačních látek. Nicméně její antioxidační vlastnosti mohou být podpořeny přidavkem oleje z kávové sedliny, který je bohatý na tokoferoly a nanoemulzi z kávového oleje, která je schopná bioaktivní látky v oleji enkapsulovat. Z výsledků metod FRAP a CUPRAC je patrné, že nejvyšší antioxidační aktivita vykazovala samotná čokoláda bez přidavku oleje i nanoemulze, nicméně u výsledků metody DPPH lze pozorovat nárůst antioxidační aktivity vzorků čokolád s přidavkem oleje z kávové sedliny s jeho rostoucí koncentrací. Naopak u vzorků s rostoucí koncentrací nanoemulze docházelo k poklesu antioxidační aktivity, avšak tyto vzorky vykazovaly stále vyšší antioxidační aktivitu, než je tomu u vzorku se samotnou čokoládou. Vzorky s nanoemulzí v koncentraci 1,2 a 2,3 % vykazovaly i vyšší množství polyfenolů oproti vzorku s čokoládou. Přídavek oleje z kávové sedliny a nanoemulze

tedy může přispět ke zvýšení antioxidační aktivity samotné čokolády. Výsledky z této studie mohou obohatit znalosti týkající se vývoje matric vhodných pro 3D tisk z hlediska jejich oxidačních stabilit.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou MŠMT pro institucionální podporu dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumných organizací.

LITERATURA

Behbahani, B. A., Shahidi, F., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A., Mohebbi, M. (2017): Use of *Plantago major* seed mucilage as a novel edible coating incorporated with *Anethum graveolens* essential oil on shelf life extension of beef in refrigerated storage. *International journal of biological macromolecules*, 94: 515–526.

Deus, V. L., Resende, L. M., Bispo, E. S., Franca, A. S., Gloria, M. B. A. (2021): FTIR and PLS-regression in the evaluation of bioactive amines, total phenolic compounds and antioxidant potential of dark chocolates. *Food Chemistry*, 357: 129754.

Godoi, F. C., Prakash, S., & Bhandari, B. R. (2016): 3d printing technologies applied for food design: Status and prospects. *Journal of Food Engineering*, 179: 44–54.

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.

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.

López-Linares, J. C., García-Cubero, M. T., Coca, M., Lucas, S. (2021): A biorefinery approach for the valorization of spent coffee grounds to produce antioxidant compounds and biobutanol. *Biomass and Bioenergy*, 147: 106026.

- 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.
- Mantihal, S., Prakash, S., Godoi, F. C., Bhandari, B. (2019): Effect of additives on thermal, rheological and tribological properties of 3D printed dark chocolate. *Food Research International*, 119: 161–169.
- Masino, F., Montevecchi, G., Calvini, R., Foca, G., Antonelli, A. (2022): Sensory evaluation and mixture design assessment of coffee-flavored liquor obtained from spent coffee grounds. *Food Quality and Preference*, 96: 104427.
- Oracz, J., Nebesny, E., Zyzelewicz, D., Budryn, G., Luzak, B. (2020): Bioavailability and metabolism of selected cocoa bioactive compounds: A comprehensive review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(12): 1947–1985.
- 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.
- Pisoschi, A. M., Pop, A., Cimpeanu, C., Turcuş, V., Predoi, G., Iordache, F. (2018): Nanoencapsulation techniques for compounds and products with antioxidant and antimicrobial activity-A critical view. *European journal of medicinal chemistry*, 157: 1326–1345.
- Rando, P., Ramaioli, M. (2021): Food 3D printing: Effect of heat transfer on print stability of chocolate. *Journal of Food Engineering*, 294: 110415.
- Sivarooban, T., Hettiarachchy, N. S., Johnson, M. G. (2008): Physical and antimicrobial properties of grape seed extract, nisin, and EDTA incorporated soy protein edible films. *Food Research International*, 41(8): 781–785.

Tomadoni, B., Cassani, L., Ponce, A., Moreira, M. D. R., Agüero, M. V. (2016): Optimization of ultrasound, vanillin and pomegranate extract treatment for shelf-stable unpasteurized strawberry juice. LWT-Food Science and Technology, 72: 475-484.

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

VLIV FALŠOVÁNÍ MEDU INVERTNÍM SIRUPEM NA AKTIVITU DIASTÁZY

EFFECT OF HONEY FALSIFICATION WITH INVERT SYRUP ON DIASTASE ACTIVITY

Matej Tkáč¹ – Hana Svobodová¹ – Klára Bartáková¹ – Lenka Vorlová¹

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

ABSTRAKT

Diastáza je jediný enzym medu, který slouží jako závazný legislativní parametr při hodnocení kvality medu. Aktivita diastázy je variabilní parametr medu, jehož hodnota závisí na několika faktorech. Falšování medu nepovoleným přídavkem cukerných sirupů je uváděn jako jeden z faktorů, který má vliv na aktivitu diastázy. Analyzovány byly vzorky medů ($n = 31$) ze snůšek roku 2021, odebrány byli přímo od českých a slovenských včelařů. Pro stanovení aktivity diastázy byla použita metoda Phadebas. Stanovené aktivity diastázy ($8,7 \pm 0,42$ DN po $47,1 \pm 0,14$ DN) poukazovaly na aktivitu diastázy jako parametr medu velmi variabilní. Ani u jedné z analyzovaných vzorků medů nebyla detekována aktivita diastázy pod legislativním limitem (8 DN) podle vyhlášky č. 76/2003 Sb., v platném znění. Záměrnou náhradou medu invertním sirupem v množství od 10% do 50%, byl zaznamenán pokles aktivity diastázy. Míra poklesu aktivity diastázy vlivem náhrady medu invertním sirupem nebyla vždy stejná (od 0,6% po 70%), ale závisela na úrovni počáteční aktivity diastázy medu a množství přidaného invertního sirupu.

Klíčová slova: invertní sirup, falšování, autenticita

ABSTRACT

Among honey enzymes, only diastase activity serves as a legislative parameter assessing the quality of honey. Diastase activity is a variable parameter of honey, which depends on several factors. Falsification of honey by the addition of sugar syrups

is reported to be one of the factors influencing diastase activity. Honey samples ($n = 31$) collected directly from Czech and Slovak beekeepers were analyzed, and the Phadebas method was used to determine diastase activity. The determined diastase activities (from 8.7 ± 0.42 DN to 47.1 ± 0.14 DN) indicated that diastase activity is a very variable parameter of honey. Diastase activity below the legislative limit (8 DN) according to Decree no. 76/2003 Coll. was not detected in any of the analyzed honey samples. By replacing honey with invert syrup in an amount from 10% to 50%, a decrease in diastase activity was detected. The rate of decrease in diastase activity due to honey falsification with invert syrup was not always the same (from 0.6% to 70%) but depended on the level of initial honey diastase activity and the amount of invert syrup added.

Keywords: invert syrup, falsification, authenticity

ÚVOD

Med vykazuje aktivitu viacerých enzýmov. Za hlavné a prirodzené enzýmy medu sú považované diastáza, invertáza, glukózooxidáza, kataláza a kyselá fosfatáza (Persano Oddo et al., 1999). Diastáza je jediný enzým, ktorý slúži ako záväzný parameter pri hodnotení kvality medu a jeho aktivita je regulovaná ako na národnej úrovni (Vyhláška č. 76/2003, Sb., v platnom znení), tak aj na úrovni Európskej únie (Smernica Rady 2001/110/EC, v platnom znení).

Diastáza v mede je α -amyláza s molekulovou hmotnosťou 57-58 kDa (Nagai et al., 2009). Pôvod diastázy v mede je pripisovaný sekrétu žliaz včiel (Babacan et Rand, 2007). Aktivita diastázy je u medov veľmi variabilná (Persano Oddo et al., 1990) a závisí od viacerých faktorov, ako sú botanický pôvod medu (Persano Oddo et al., 1999), čerstvosť medu, skladovacie podmienky (Fallico et al., 2009), záchrev medu (Kowalski et al., 2012), či nepovolený prídavok cukorných sirupov (Voldřich et al., 2009).

Czipa et al. (2019) sledovali vplyv náhrady medu rôznymi cukornými sirupmi na viaceré fyzikálne-chemické parametre agátového medu. Rovnakí autori zistili, že náhrada medu cukornými sirupmi v množstve 30 % a 40 % spôsobila pokles aktivity diastázy. Vzhľadom na nedostatok publikovaných dát o vplyve náhrady medu cukorným sirupom na aktivitu diastázy u medov s rôznou počiatočnou aktivitou diastázy sme si dali za cieľ stanoviť ako diastáza medu reaguje na náhradu medu cukorným sirupom pri rôznych úrovniach počiatočnej aktivity diastázy medu. Rovnako sme si dali za cieľ stanoviť aktivitu diastázy u medov odobraných priamo od českých a slovenských včelárov v roku 2021.

MATERIÁL A METODIKA

Analyzované boli vzorky medov ($n = 31$) zo znášok roku 2021. Vzorky boli odobrané priamo od včelárov v Českej republike ($n = 25$) a Slovenskej republike ($n = 6$). Vzorky odobrané v Českej republike pochádzali z oblasti Jihomoravského kraja. Bližšia špecifikácia pôvodu a včelármi deklarovaného druhu analyzovaných vzoriek je uvedená v tabuľke č. 1. Vzorky medov boli uchovávané v tme, pri teplote ($+21 \pm 2$ °C), v pôvodnom balení. Ďalej boli analyzované vzorky medov priamo od českých včelárov (F1 až F6), ku ktorým bol pridaný invertný sirup repný (Monaco Int., Česká republika). Sirupom boli zámerne falšované medy v rozsahu od 10% po 50% náhradu medu.

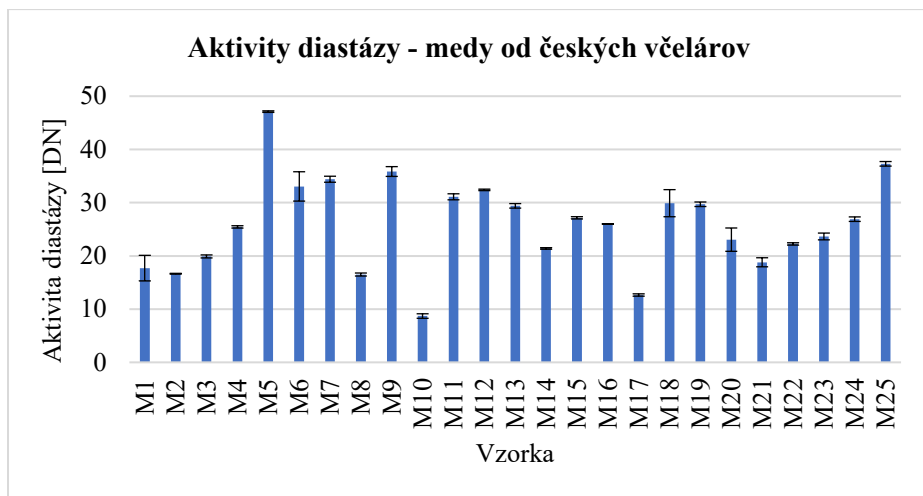
U odobraných vzoriek medov bola stanovená aktivita diastázy spektrofotometricky, metódou Phadebas, ktorá je založená na použití štandardného substrátu vo forme tabliet, ktorý je štiepený alfa-amylázou. Postupované bolo presne podľa dodávanej metodiky priamo od výrobcu (Phadebas Honey Diastase Test, Instruction for use, 2018). Absorbancia bola meraná s použitím spektrometra Specord 200 Plus (Analytic Jena AG, Germany). Výsledná aktivita diastázy bola vyjadrená v stupňoch diastatickej aktivity (DN). Všetky použité chemikálie boli analytickej kvality. Všetky analýzy boli vykonávané v duplikátoch a výsledná hodnota je hodnota priemerná \pm SD (smerodajná odchýlka). K spracovaniu a štatistickému vyhodnoteniu dát bol použitý program Microsoft Excel 2016.

Tabuľka 2: Špecifikácia analyzovaných vzoriek medov

rok znášky	označenie	deklarovaný druh	pôvod	
2021	M1	kvetový	CZ	Újez u Rosic
	M2/F3			
	M3			Stanoviště
	M4			
	M5	lipa		Ostrovačice
	M6	slnečnica		
	M7	kvetový		
	M8	agát		
	M9	kvetový		Zbraslav
	M10/F1			
	M11	agát		Rosice
	M12	kvetový		Zbraslav
	M13			
	M14	repka		Žerovice u Hodonína
	M15/F6	slnečnica		
	M16/F5	lipa		
	M17	kvetový		Trnovec
	M18	lipa		Mutěnice
	M19	kvetový		Lužice u Hodonína
	M20			
	M21			
	M22			
	M23			
	M24			
	M25			Mutěnice
	M26		SK	Nižná Boca
	M27			
	M28			Koválov
	M29			
	M30			Podbranč, Horná Dolina
	M31			
2018	F2		CZ	Újez u Rosic
2019	F4	Zbraslav		

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Aktivita diastázy slúži ako indikátor čerstvosti medu a tiež nadmerného záhrevu medu. Aktivita diastázy je u čerstvých medov značne variabilný parameter, ktorého hodnota závisí od viacerých faktorov. Da Silva et al. (2016) uvádzajú u rôznych medov aktivitu diastázy v rozmedzí od 6,05 DN až 45,8 DN, v závislosti od botanického a geografického pôvodu medu. Stanovené aktivity diastázy sa u medov od českých včelárov (M1 až M25) pohybovali v rozmedzí od $8,7 \pm 0,42$ DN po $47,1 \pm 0,14$ DN, s priemernou hodnotou $25,9 \pm 8,6$ DN. Jednotlivé stanovené aktivity diastázy sú graficky znázornené na obrázku č. 1.

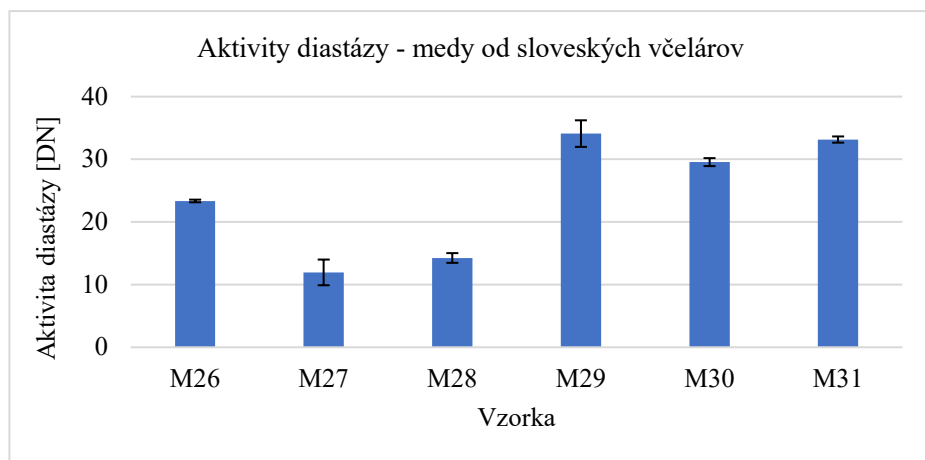


Obrázok 1: Stanovené aktivity diastázy u medov od českých včelárov

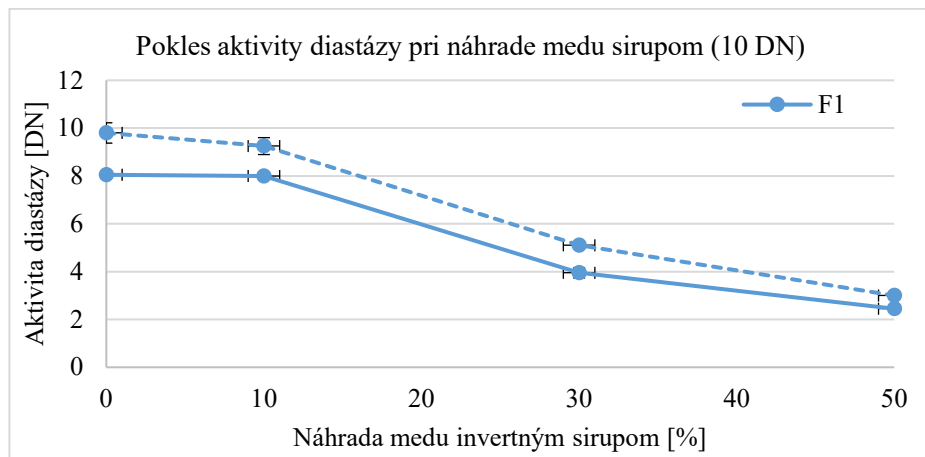
Nami stanovená priemerná hodnota aktivity diastázy ($25,9 \pm 8,6$ DN) plne odpovedala priemernej hodnote aktivity diastázy, ktorú stanovili u kvetových medov českej proveniencie ($25,1 \pm 7,8$ DN) Pospiech et al. (2021).

U medov priamo od slovenských včelárov sa aktivita diastázy pohybovala od $12,0 \pm 2,05$ DN po $34,1 \pm 2,12$ DN, s priemernou hodnotou $24,4 \pm 9,6$ DN. Jednotlivé stanovené aktivity sú graficky znázornené na obrázku 2. Stanovená priemerná aktivita diastázy medov od slovenských včelárov bola porovnateľná s priemernou aktivitou

diastázy medov českej proveniencie ($25,9 \pm 8,6$ DN). Naproti tomu, Tomczyk et al. (2019) stanovili u kvetových medov slovenskej proveniencie nižšiu priemernú aktivitu diastázy ($13,14 \pm 4,78$ DN). Stanovené rozdiely v aktivite diastázy poukazujú na variabilitu aktivity diastázy. Všetky analyzované vzorky medov od českých aj slovenských včelárov splnili vyhláškou č. 76/2003 Sb., v platom znení minimálnu aktivitu diastázy 8 stupňov podľa Schadeho.

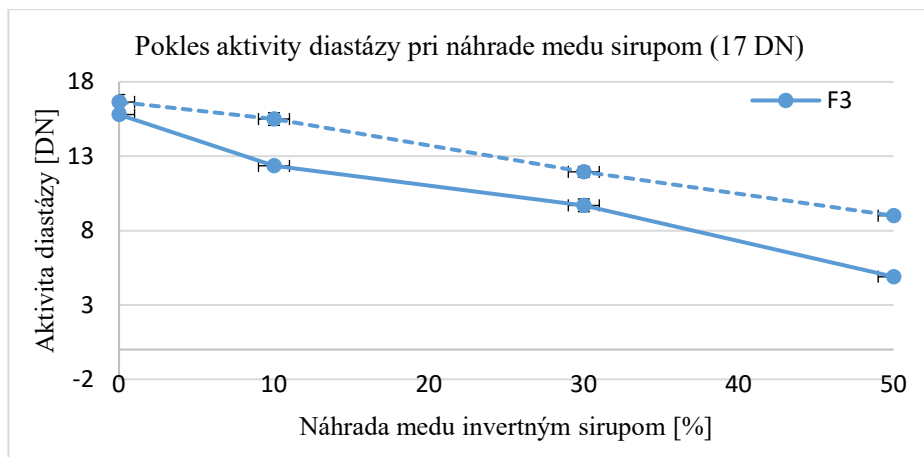


Obrázok 2: Stanovené aktivity diastázy u medov od slovenských včelárov



Obrázok 3: Pokles aktivity diastázy medu pri náhrade medu invertným sirupom pri počiatočnej aktivite 10 DN

Ďalej bol sledovaný vplyv 10%, 30% a 50% náhrady medu invertným sirupom na aktivitu diastázy v troch úrovniach počiatočnej aktivity diastázy medu (10 DN, 17 DN a 26 DN). Na úrovni počiatočnej aktivity diastázy medu 10 DN ($8,1 \pm 0,07$ DN a $9,8 \pm 0,42$ DN) bol v prípade 10% náhrady medu zaznamenaný 0,6% a 6% pokles aktivity diastázy. U 30% náhrady medu bol pokles aktivity diastázy 51 % a 48 %, a napokon u 50% náhrady medu sirupom bol pokles aktivity diastázy 70 % a 69 %. V prípade 30% a 50% náhrady boli výsledné aktivity diastázy medov pod legislatívnym limitom (< 8 DN). Vplyv náhrady medu s počiatočnou aktivitou diastázy 10 DN invertným sirupom na aktivitu diastázy je graficky znázornený na obrázku 3.

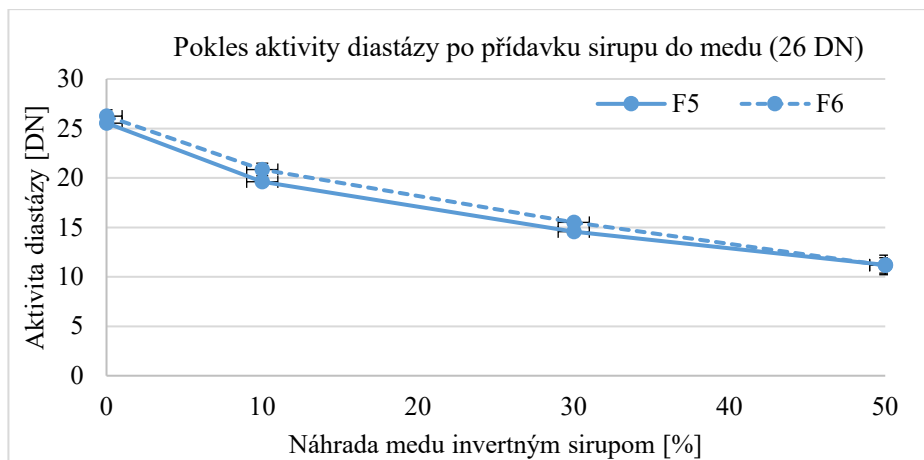


Obrázok 4: Pokles aktivity diastázy medu pri náhrade medu invertným sirupom pri počiatočnej aktivite 17 DN

U vzoriek medov (F3 a F4) s počiatočnou aktivitou diastázy 17 DN ($15,8 \pm 0,28$ DN a $16,7 \pm 0,49$ DN) bol v prípade 10% náhrady medu zaznamenaný 22% a 7% pokles aktivity diastázy. U 30% náhrady medu bol pokles aktivity diastázy 39 % a 28 %. U 50% náhrady medu sirupom bol pokles aktivity diastázy 69 % a 46 %. U vzorky medu F4 s počiatočnou aktivitou 16,7 DN ani 50 % náhrada medu sirupom nespôsobila pokles aktivity diastázy pod legislatívny limit (> 8 DN). Naproti tomu u vzorky medu F3 s počiatočnou aktivitou diastázy $15,8 \pm 0,28$ DN; 50% náhrada medu sirupom spôsobila

pokles aktivity diastázy pod legislatívny limit ($< 8 \text{ DN}$). Vplyv náhrady medu s počiatočnou aktivitou diastázy 17 DN invertným sirupom na výslednú aktivitu diastázy je graficky znázornený na obrázku 4.

Najvyrovnannejšia odozva aktivity diastázy na náhradu medu invertným sirupom bola zaznamenaná u vzoriek medov s počiatočnou aktivitou diastázy 26 DN ($25,6 \pm 0,35 \text{ DN}$ a $26,3 \pm 0,64 \text{ DN}$). V prípade 10% náhrady medu bol zaznamenaný 23% a 22% pokles aktivity diastázy. U 30% náhrady medu bol pokles aktivity diastázy 43 % a 41 %. U oboch vzoriek medov (F5 aj F6) ani 50% náhrada medu sirupom nespôsobila pokles aktivity diastázy pod legislatívny limit. U 50% náhrady medu sirupom bol pokles aktivity diastázy 56 % a 58 %. Vplyv náhrady medu s počiatočnou aktivitou diastázy 26 DN invertným sirupom na výslednú aktivitu diastázy je graficky znázornený na obrázku 5.



Obrázok 5: Pokles aktivity diastázy medu pri náhrade medu invertným sirupom pri počiatočnej aktivite 26 DN

Jedným z faktorov, ktorý môže mať vplyv na aktivitu diastázy je falšovanie medu prídavkom cukorných sirupov. Podľa vyhlášky č. 76/2003 Sb., v platnom znení je zakázané do medu pridávať akékoľvek látky, s výnimkou iného druhu medu. Na základe nami uskutočnených analýz bolo zistené, že náhrada medu invertným

sirupom v akomkoľvek množstve spôsobila pokles aktivity diastázy. Pokles aktivity diastázy sa pohyboval od 0,6 % po 70 %. U medov s nižšou počiatočnou aktivitou diastázy (10 DN), spôsobila 10% náhrada medu invertným sirupom nižší pokles aktivity diastázy, v porovnaní s medmi s vyššou počiatočnou aktivitou (17 DN a 26 DN). Naopak u medov s vyššou počiatočnou aktivitou diastázy (26 DN) 50% náhrada medu invertným sirupom spôsobila nižší pokles aktivity (57 %) než u medov s nižšou počiatočnou aktivitou diastázy, kde bol pokles asi 70%.

Czipa et al. (2019) tiež sledovali vplyv náhrady medu cukornými sirupmi na aktivitu diastázy. Rovnako zaznamenali pokles počiatočnej aktivity diastázy medu vplyvom náhrady medu cukorným sirupom. V prípade 30% náhrady medu s počiatočnou aktivitou diastázy $25,8 \pm 0,3$ DN dvomi druhmi invertných sirupov bol pokles aktivity diastázy 26 % a 27 %. Pri porovnateľnej počiatočnej aktivite diastázy medu ($25,6 \pm 0,35$ DN a $26,3 \pm 0,64$ DN) sme pri 30% náhrade medu invertným sirupom detegovali pokles 43 % a 41 %. Porovnateľný pokles aktivity diastázy na úrovni 38 % detegovali Czipa et al. (2019) až v prípade 40% náhrady medu. Rozdiely v poklesoch stanovených aktivít diastázy pri porovnateľnej počiatočnej aktivite diastázy medu mohli byť spôsobené vplyvom detegovanej aktivity diastázy invertných sirupov, pričom Czipa et al. (2019) stanovili u oboch invertných sirupov aktivity diastázy na úrovni ($1,61 \pm 0,04$ DN a $1,92 \pm 0,02$ DN) a u nami analyzovaného invertného sirupu nebola aktivita diastázy detegovaná.

ZÁVER

Stanovené aktivity diastázy u medov odobraných priamo od českých a slovenských včelárov v roku 2021 poukazovali na aktivitu diastázy ako parameter medu veľmi variabilný. Ani u jednej z analyzovaných vzoriek medov nebola detegovaná aktivita diastázy pod limitom (8 DN) podľa vyhlášky č. 76/2003 Sb., v platnom znení. Falšovanie medu nepovoleným prídavkom cukorných sirupov je uvádzaný ako jeden z faktorov, ktorý má vplyv na aktivitu diastázy. Túto skutočnosť sme potvrdili zámernou náhradou medu invertným sirupom v množstve od 10 % do 50 %, kde bol

zaznamenaný pokles aktivity diastázy. Miera poklesu aktivity diastázy vplyvom náhrady medu invertným sirupom nebola vždy rovnaká (od 0,6% po 70%), ale závisela od úrovne počiatočnej aktivity diastázy medu a množstva pridaného invertného sirupu.

POĎAKOVANIE

Štúdia bola finančne podporená z prostriedkov Institucionální podpory výzkumu pridelených Ústavu hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie FVHE, VETUNI Brno.

LITERATÚRA

Babacan, S., Rand, A. G. (2007): Characterization of Honey Amylase. *Journal of Food Science*, 72(1): C50–C55.

Czipa, N., Phillips, C. J. C., Kovács, B. (2019): Composition of acacia honeys following processing, storage and adulteration. *Journal of Food Sciences and Technology*, 56: 1245–1255.

Fallico, B., Arena, E., Zappala, M. (2009): Prediction of Honey Shelf Life. *Journal of Food Quality*, 32(3): 352.

Kowalski, S., Lukasiewicz, M., Bednarz, S., Panuś, M. (2012): Diastase number changes during thermal and microwave processing of honey. *Czech Journal Food Sciences*, 30: 21–26.

Nagai, T., Inoue, R., Suzuki, N., Nagashima, T. (2009): Alpha-Amylase from Persimmon Honey: Purification and Characterization. *International Journal of Food Properties*, 12(3): 512.

Persano Oddo, L., Baldi, E., Accorti, M. (1990): Diastatic Activity in some Unifloral Honeys. *Apidologie*, 21(1): 17–24.

Persano Oddo, L., Piazza, M., Pulcini, P. (1999): Invertase activity in honey. *Apidologie*, 30(1): 57–65.

Phadebas Honey Diastase Test, Instruction for use (2018): [on-line]. [cit. 2022-07-02].
Dostupné z: <https://www.phadebas.com/wp-content/uploads/SPE9047-02-Bilaga-1.pdf>

Pospiech, M., Javůrková, Z., Hrabec, P., Čížková, H., Titěra, D., Štarha, P., Ljasovská, S., Kružík, V., Podskalská, T., Bednář, J., Burešová, P. K., Tremlová, B. (2021): Physico-chemical and melissopalynological characterization of Czech honey. *Applied Sciences*, 11: 4989.

Smernica Rady 2001/110/ES z 20. decembra 2001 o mede, In Úradný vestník Európskej únie, L 10, 2002.

Voldřich, M., Rajchl, A., Cizkova, H., Cuhra, P. (2009): Detection of Foreign Enzyme Addition into the Adulterated Honey. *Czech Journal of Food Sciences*, 27: S280–S282.

Vyhláška č. 76/2003 Sb. ze dne 6. března 2003, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony, In Sbírka zákonů České republiky. 2003, částka 32, s. 2470-2487.

Kontaktná adresa: Mgr. Matej Tkáč, 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: tkacm@vfu.cz

SENZORICKÁ ANALÝZA ČERSTVÝCH SÝRŮ VYROBENÝCH SRÁŽENÍM OCHUCENÝMI OCTY A KYSELINOU MLÉČNOU

SENSORY EVALUATION OF FRESH CHEESE PRODUCED BY COAGULATION WITH FLAVORED VINEGARS AND LACTIC ACID

Růžena Vávrová¹ – Anna Seidlová² – Alena Saláková¹

¹Ústav technologie potravin,

²Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie
a výživy rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně,
Zemědělská 1, 613 00 Brno

ABSTRAKT

Cílem této práce byla výroba kyselé srážených sýrů pomocí ochucených octů a kyseliny mléčné. U všech vzorků byla stanovená hodnota pH, obsah tuku, bílkovin a sušiny. Následně byla u všech vzorků provedena senzorická analýza, ve které byla hodnocena barva, vůně chutí, textura a celkový dojem. Nejlépe hodnocený z hlediska senzorické analýzy byl vzorek srážený sedmi-bylinným octem. Z hlediska fyzikálně-chemických vlastností měl nevyšší obsah bílkovin a tuku vzorek srážený octem balsamico s příchutí malina.

Klíčová slova: barva, chuť, mléko, ocet, kyselina mléčná, tepelné opracování

ABSTRACT

The aim of this work was the production of acid-coagulated fresh cheeses using flavoured vinegars and lactic acid. The pH value, fat, protein and dry matter content of all samples were determined. Subsequently, sensory evaluation was performed on all samples, in which the colour, odour, taste, texture and overall impression were evaluated. The sample coagulated with seven-herbal vinegar was the best evaluated in terms of sensory analysis. In terms of physico-chemical properties, the sample precipitated with balsamic vinegar with raspberry flavor had the highest protein and fat content.

Keywords: colour, taste, milk, vinegar, lactic acid, heat treatment

ÚVOD

Okyselení je zavedený proces běžně používaný v kombinaci s tepelnou úpravou nebo přidáním syřidla k přípravě fermentovaných mléčných výrobků (jogurtů) a kyselých čerstvých sýrů. V současné době existuje široká škála produktů s různými přídavnými přísadami a výrobními postupy, které mají zvláštní texturu a senzorické vlastnosti (Fox et al. 2004). Kysele koagulované sýry mají obvykle vysokou vlhkost a konzumují se zejména čerstvé, brzy po výrobě (Fox et al., 2017). Nejčastější kysele srážené sýry jsou Ricotta (Itálie), Cottage (USA), Latinskoamerický bílý sýr, Panner (Indie), Karish (Egypt) a Co'kelek (Turecko). Tyto sýry se vyrábějí koagulací mléka nebo syrovátky prostřednictvím kyselin či tepelnou úpravou. Často používanými koagulanty jsou kyselina octová (ocet), citronová kyselina (citronová šťáva), kyselina mléčná (kyselý jogurt/ syrovátka) a dokonce i minerální kyseliny, jako je kyselina chlorovodíková (Guinee et al. 1993; Hydamaka a kol. 2001). Cílem práce je hodnocení vlivu použitého srážedla (bylinný ocet, kyselina mléčná a ocet balsamico malina) na výsledné senzorické vlastnosti sýrů. Jedná se o pokusné výroby v rámci širšího experimentu.

MATERIÁL A METODY

Proces výroby kysele srážených sýrů probíhal na Mendelově univerzitě v Brně na Ústavu technologie potravin v mlékařském poloprovozu. Ke srážení byly použity sedmi-bylinný ocet, kyselina mléčná a ocet balsamico malina. Na vzorky bylo použito plnotučné mléko z tržní sítě, které bylo zahřáté na teplotu 95 °C, a následně byl přidán konkrétní koagulant. Vysrážená hmota se nechala 10 min odležet a následně byla vložena do formy. Senzorická analýza probíhala na Mendelově univerzitě v Brně na Ústavu technologie potravin, zúčastnilo se celkem 35 hodnotitelů. K hodnocení byla použita 5-ti bodová stupnice s popisem. Dále byla provedena fyzikálně-chemická analýza základních parametrů čerstvých sýrů. Hodnoty pH byly měřeny pH metrem (WTW inoLab7110) po předchozí kalibraci. Stanovení obsahu sušiny bylo stanoveno referenční metodou – vysoušení vzorku při teplotě 102 ± 2 °C do konstantní hmotnosti.

Stanovení obsahu tuku bylo acidobutyrometricky (navážka vzorku 3 g). Ke stanovení obsahu bílkovin byla použita metoda dle Kjeldahla (Kjeltec 8200, Foss, Dánsko).

VÝSLEDKY A DISKUZE

V tabulce č.1 je uvedeno srovnání fyzikálně-chemických vlastností jednotlivých vzorků sýrů. Nejméně se lišila aktivní kyselost u vzorků srážených pomocí sedmi-bylinného octa a kyseliny mléčné, hodnoty pH se pohybovaly kolem 5,67, kdežto u sýrů srážených pomocí octa balsamico malina byla průměrná kyselost 5,45. Výraznější rozdíl je u obsahu tuku, kde byla nejvyšší tučnost naměřena u vzorků srážených pomocí octa balsamico malina, průměrná hodnota byla 14,50 %. U vzorků srážených pomocí sedmi-bylinného octa byla naměřena průměrná hodnota obsahu tuku 13,63 %, nejnižší tučnost byla naměřena u vzorků srážených kyselinou mléčnou (11,50 %). Nejvyšší obsah bílkovin byl naměřen u vzorků srážených octem balsamico malina (19,48 %), nejnižší obsah bílkovin měl vzorek srážený kyselinou mléčnou (15,34 %). Nejvyšší obsah sušiny byl zjištěn u vzorků srážených octem balsamico malina (40,36 %), opět nižší byl obsah sušiny u vzorků srážených kyselinou mléčnou (33,21 %).

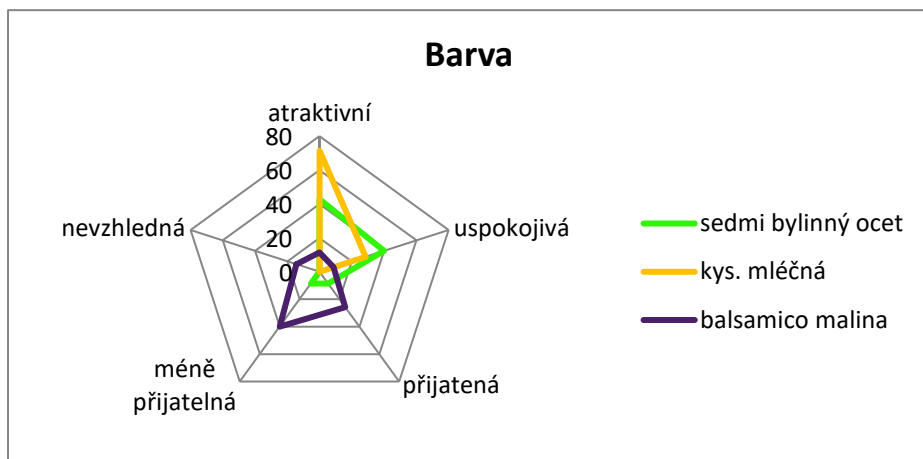
Tabulka 1: Výsledky fyzikálně-chemických parametrů u jednotlivých vzorků sýrů (%)

vzorek	pH	Tuk	bílkovina	sušina
sedmi-bylinný ocet	5,68 ± 0,02	13,63 ± 0,13	17,97 ± 0,35	37,04 ± 0,06
kyselina mléčná	5,67 ± 0,00	11,50 ± 0,00	15,34 ± 0,00	33,21 ± 0,22
balsamico malina	5,45 ± 0,01	14,50 ± 0,00	19,48 ± 0,29	40,36 ± 0,07

Kanawjia et. al. (1996) uvádí, že kysele srážený sýr Panýr obsahuje poměrně vysoký obsah tuku (22–25 %) a bílkovin (16–18 %). Při srovnání se vzorky sraženými ochucenými octy a kyselinou mléčnou lze vidět, že obsah bílkovin je podobný, kdežto obsah tuku je poměrně nižší, než jak je uvedeno ve studii Kanawjia et. al. (1996), vše je závislé na použité surovině.

Hill (2007) ve své práci uvádí, že významným faktorem ovlivňujícím chuť sýra je koagulát. Chuť sýra lze ozvláštnit dalším zpracováním, například vařením Paneeru ve sladkých sirupech, či smažení Queso Blanco. Na obrázcích 1–5 jsou uvedeny výsledky senzorické analýzy hodnocených kyselé srážených sýrů.

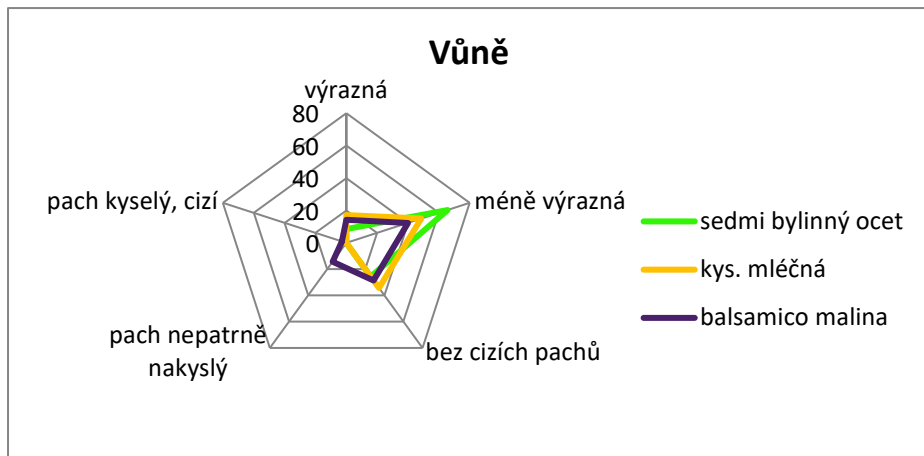
Z hlediska barvy byl atraktivně hodnocen vzorek srážený kyselinou mléčnou (71,4 %), atraktivně až uspokojivě byl hodnocen vzorek srážený sedmi-bylinným octem (42,8 %). Nejméně atraktivně z hlediska barvy byl hodnocen vzorek srážený octem balsamico malina (11,4%), zřejmě z hlediska tmavší barvy. Spotřebitelé preferují bělejší vzhled, protože bělost je vnímána jako čistá a svěží. Pokud se kyselé srážený sýr vyrábí z buvolího mléka, dává bělejší vzhled výslednému produktu než mléko kravské. (Kumar et. al., 2019).



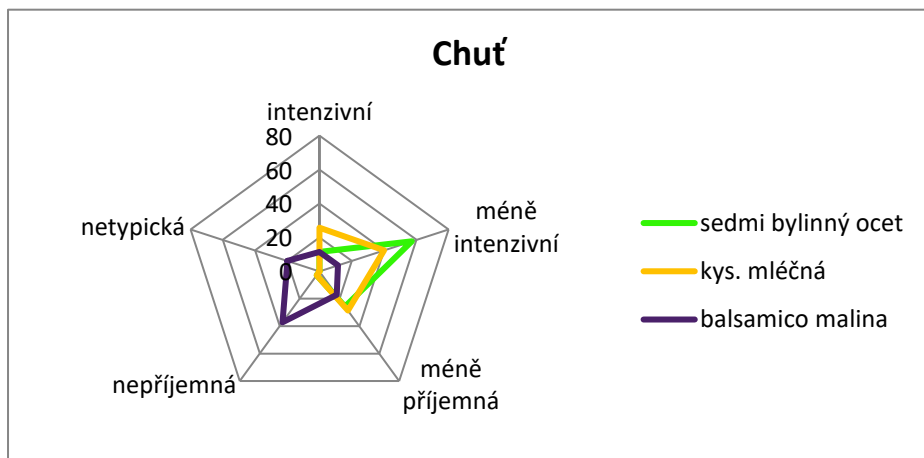
Obrázek 1: Senzorické hodnocení barvy sýrů (četnost %)

Vůně byla u vzorků hodnocena podobně, většina respondentů hodnotila vzorky jako méně výrazné, a to 65,7 % u vzorků srážených sedmi-bylinným octem, 48,6 % u vzorků srážených kyselinou mléčnou a 40% u vzorků srážených pomocí octa balsamico malina. Chuť u vzorků sráženého sedmi bylinným octem ohodnotilo 57,2 % respondentů jako

méně intenzivní, podobně byl hodnocen i vzorek srážený kyselinou mléčnou (40 %). Vzorek srážený pomocí octa balsamico malina ohodnotilo 17,2 % jako méně příjemnou.



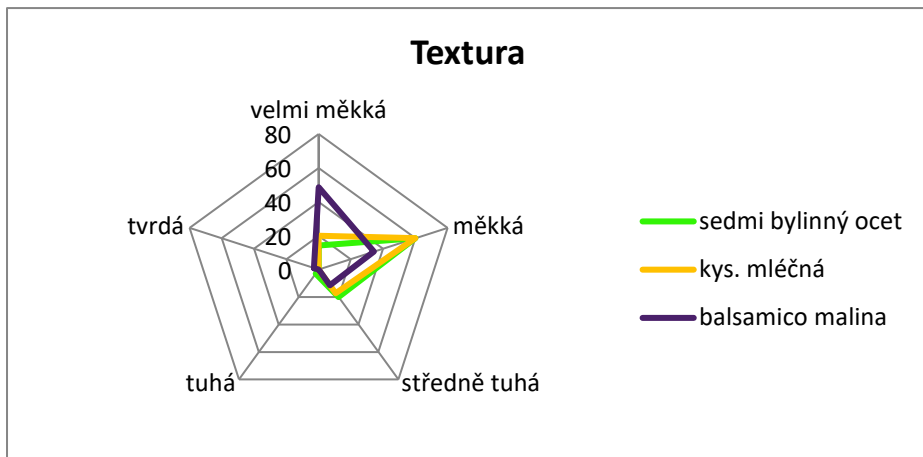
Obrázek 2: Sensorické hodnocení vůně sýrů (četnost %)



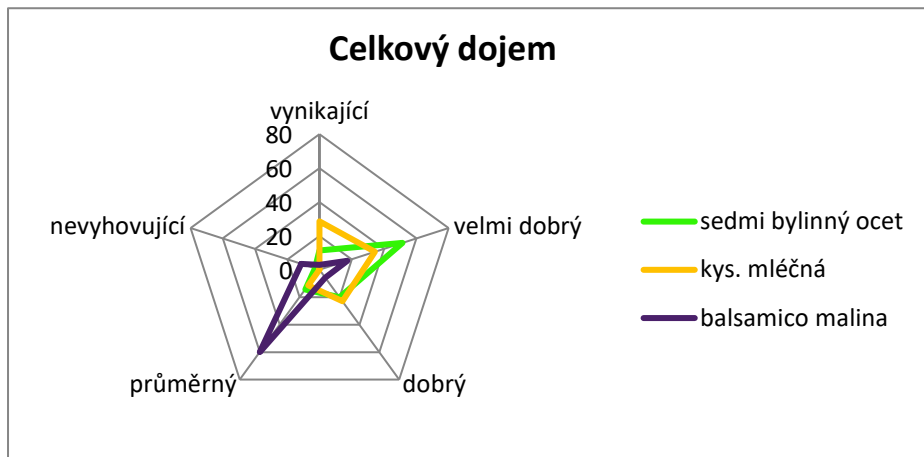
Obrázek 3: Sensorické hodnocení chuti sýrů (četnost %)

Velmi měkkou texturu ohodnotilo 48,6 % respondentů u vzorku sráženého octem balsamico malina, jako měkkou texturu ohodnotilo stejné množství respondentů (60 %) u vzorků srážených kyselinou mléčnou a sedmi bylinným octem. Dle Panthi et al.

(2019) závisí vlhkost a tvrdost sraženiny na rychlosti a rozsahu vytlačování syrovátky, či během míchání sýřeniny, kdy se syrovátka uvolňuje. Vliv na tvorbu sýřeniny a její konzistenci má i obsah vápníku, zejména iontové formy (Roginsky et al., 2003).



Obrázek 4: Senzorické hodnocení textury sýrů (četnost %)



Obrázek 5: Senzorické hodnocení celkového dojmu (četnost %)

Z hlediska celkového dojmu byl jako velmi dobrý hodnocen vzorek srážený sedmi bylinným octem (51,4 %), 34,3 % respondentů hodnotilo vzorek srážený kyselinou

mléčnou také jako velmi dobrý. Jako průměrný byl ohodnocen vzorek srážený octem balsamico malina, a to 60 % respondentů. Dongare a Syed (2018) ve své práci zkoumali výrobu Panýru pomocí různých kyselin včetně kyseliny mléčné, která získala nejlepší výsledky ze senzorického hlediska v porovnání s ostatními koagulanty.

ZÁVĚR

Závěrem lze říci, že je možné použít i jiná srážedla, než je klasický ocet a kyselina citronová pro výrobu kyselé srážených sýrů a lze jimi vytvořit nevšední a zajímavé chutě. Z hlediska celkového dojmu byl nejlépe hodnocen vzorek srážený sedmi-bylinným octem.

PODĚKOVÁNÍ

Príspevek vznikl s podporou projektu IGA MENDELU č. AF-IGA2022-IP-021 s názvem „Hodnocení jakosti kyselé srážených sýrů vyrobených pomocí netypických srážedel“

LITERATURA

Dongare, S. A., & Syed, H. M. (2018): Physicochemical and sensory properties of paneer prepared from buffalo milk. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2), 3852–3854.

Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M., Mcsweeney, P.L.H.. (2017): *Fundamentals of cheese science, second ed*, Fundamentals of Cheese Science, second ed.

Fox P. F., Mcsweeney P. L. H, Cogan T. M., Guinee T. P. (2004): *Cheese: chemistry, physics and microbiology*, vol. 2, 3rd edn. Elsevier Academic Press, New York

Guinee, T. P., Pudja, P. D.-Farkye, N. Y. (1993): *Fresh acid-curd cheese varieties in Cheese*. In Chemistry, Physics and Microbiology, P.F. Fox eds., Chapman and Hall, London,

Hill, A. R. (2007): Physical factors affecting flavon of cheese. *Improving the flavon of cheese*, 252–283.

Hydamaka, A. W., Wilbey, R A, Lewis, M. J., Kou, A. W. (2001): *Manufacture of heat and acid coagulated cheese from ultra filtered milk retentates*. Food Research International 34 197–205.

Kumar, R., Diwakar, M., Harinkumar, S., Madhabhai, B., Chaudhary, A., Kulkarni, J. R. (2019): *Effect of different coagulants on the yield, sensory, instrumental colour and textural characteristics of cow's milk Paneer*. International journal of dairy technology. 72(4), 617–625

Panthi, R. R., Kelly, A. L., O'callaghan, D. J., Sheehan, J. J. (2019): *Measurement of syneretic properties of rennet-induced curds and impact of factors such as concentration of milk: A review*. Trends in food science, 91, 530–540

Roginski, H., Fuquay, J., Fox, W. P. (2003): *Encyclopedia of Dairy Sciences: Volume I*. New York: Academic Press, 557 p. ISBN-13: 0122272358.

Kontaktní adresa: Ing. Růžena Vávrová, Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 61300 Brno, Česká republika, e-mail: xvavrov6@mendelu.cz

VLIV POŘADÍ VSTUPU NA DOJÍRNU NA MLÉČNOU UŽITKOVOST A SLOŽENÍ MLÉKA U OVCÍ PLEMENE LACAUNE

EFFECT OF THE ENTRY ORDER INTO THE MILKING PARLOR ON QUANTITY AND QUALITY OF MILK IN LACAUNE SHEEP

Blanka Zábrodská¹ – Adéla Faltusová¹ – Eva Vepřková¹

¹Agrovýzkum Rapotín s.r.o.
Výzkumníků 267, Vikýřovice, 788 13

ABSTRAKT

U sto dvaceti bahnic plemene Lacaune byl hodnocen vliv pořadí vstupu na dojírnu na mléčnou užitkovost a obsah tuku a bílkovin v mléce. Hodnocení probíhalo v rámci celého stáda, ale také po rozdělení bahnic dle pořadí laktace. Byl zjištěn významný vliv pořadí vstupu bahnic na dojírnu na celkovou mléčnou užitkovost a obsah tuku a bílkovin v mléce, kdy bahnice vstupující na dojírnu jako první mívají vyšší mléčnou užitkovost i vyšší obsah tuku v mléce. Statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$) u mléčné užitkovosti (l/laktace) mezi bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako první a poslední, byl zjištěn v rámci celého stáda a u bahnic na první laktaci. U obsahu tuku v mléce (%) mezi bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako první a poslední, byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) u bahnic na druhé laktaci. Statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$) v obsahu bílkovin v mléce (%) mezi bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako první a poslední, byl zjištěn u bahnic na první laktaci. Lze tedy konstatovat, že dle pořadí, ve kterém vstupují bahnice na dojírnu, je možné predikovat vyšší mléčnou užitkovost i vyšší obsah jednotlivých složek v mléce.

Klíčová slova: ovce, dojírna, mléčná užitkovost, tuk, bílkoviny

ABSTRACT

One hundred and twenty ewes of the Lacaune breed were assessed for the effect of the entry order into the milking parlor on the milk yield, fat and protein content of the milk. The evaluation was carried out throughout the flock, but also after the ewes had been separated in lactation order. A significant effect of the order of ewes entering

first into milking parlor was found, they tended to have a higher milk yield as well as a fat content in the milk. A statistically highly significant difference ($p < 0.01$) between the ewes entering the milking parlor first and last was found within the whole flock and in ewes on the first lactation. The fat content of the milk (%) between the ewes on the second lactation entering the milking parlor first and last was found to have a statistically significant difference ($p < 0.05$). A statistically highly significant difference ($p < 0.01$) in the protein content of the milk (%) between ewes entering the milking parlor first and last was found in ewes on the first lactation. It can therefore be concluded that according to the order in which the ewes enter the milking parlor, it is possible to predict a higher milk yield as well as a higher content of individual components in the milk.

Keywords: ewes, milking parlor, milk yield, fat, proteins

ÚVOD

V rámci dodržování welfare zvířat v dnešní době nejde už jen o samozřejmé uspokojení biologických potřeb a dobrých životních podmínek, ale zaměřuje se i na realizaci plného individuálního potenciálu zvířat, které vede ke zvýšení užitkovosti celého stáda. Toho lze dosáhnout využitím znalostí o chování zvířat při každodenních činnostech jako je dojení, management a manipulace se stádem (Wasilewski, 1999; Paranhos Da Costa et al., 2001).

Jedním z pozorovaných ukazatelů chování je pořadí bahnic přicházejících na dojírnu. Bylo zjištěno, že pořadí na dojírně bylo konstantní během dne i napříč dny u krav (Polikarpus et al., 2015), naproti tomu Wasilewski (1999) uvádí, že dlouhodobá konzistence nebyla zjištěna a pořadí vstupu na dojírnu se dynamicky mění, nicméně trvá alespoň týden. Výzkumy u ovcí, koz i krav ukázaly, že toto pořadí není náhodné, ale je způsobeno podmíněným reflexem ovlivněným mnoha faktory. Mezi tyto faktory patří plemeno, mléčná užitkovost, fáze laktace, zdravotní stav, sociální postavení, věk, tělesná hmotnost nebo temperament (Villagra et al., 2007). Margetínová et al. (2003)

uvádí, že věk má vliv na sociální postavení starších koz, které chodí na dojírnu dříve, ale stejná autorka v jiné studii na mléčných ovcích uvádí (2002), že mladší bahnice přicházejí na dojírnu jako první. Podle Gräser-Hermann a Sambahaus (2001) bahnice s větší užitkovostí přichází na dojírnu dříve, ale mají stejné složení mléka jako ty, co přicházejí jako poslední (Mahučová et al, 2017). Výzkumy také ukazují, že temperament souvisí s mléčnou užitkovostí, přičemž klidnější bahnice vyprodukují více mléka, než ty nervózní (Murray et al, 2009; Pajor et al., 2010). Podle Margetinové et al. (2003) věk ovlivňuje pozici bahnic na dojírně, ale zároveň Mahučová et al. (2017) nenašla vztah mezi pořadím laktace a pořadím bahnic na dojírně.

Vliv na mléčnou užitkovost i pořadí bahnic na dojírně má také stres. Ten může být způsoben změnou obvyklého procesu dojení a potencionálně zhoršit zdravotní stav zvířat. Stres působí na zvýšení tepové frekvence a následné uvolnění oxytocinu, který je nezbytný pro průběh dojení a jeho nedostatek je rozhodující pro vyprázdnění vemene (Mahučová et al., 2002). Oxytocin může být také utlumen sekrecí adrenalinu. Tyto fyziologické změny mohou přerušit spouštění či odtok mléka a zapříčinit infekci mléčné žlázy. Individuální stres či zdravotní problémy bahnic lze pozorovat na dojírně, pokud zvířata změní své obvyklé místo nebo čas příchodu na dojení (Polikarpus et al., 2015).

Cílem výzkumu je zjistit, zda má pořadí vstupu na dojírnu u ovcí plemene Lacaune vliv na mléčnou užitkovost a složení mléka, a to jak u celého stáda, tak po rozdělení dle pořadí laktace.

MATERIÁL A METODIKA

Do experimentu bylo zařazeno stádo bahnic plemene Lacaune v počtu sto dvacet kusů. Bahnice byly chovány pastevně a vždy dvakrát denně pomocí ovčáckého psa odvedeny na dojírnu. Bahnice byly dojeny strojně ve skupině po dvanácti kusech, dojení probíhalo od konce dubna do poloviny října. Padesát bahnic bylo na první laktaci, třicet jedna bahnic bylo na druhé laktaci, dvacet šest bahnic bylo na třetí laktaci, dvanáct bahnic bylo na čtvrté laktaci, tři bahnice na páté laktaci a jedna na šesté laktaci. Pořadí vstupu

bahnic na dojírnu bylo zapisováno od května 2020 do října 2020 a to jedenkrát v květnu při ranním dojení, jedenkrát v červnu při ranním dojení, jedenkrát v červenci při ranním dojení, třikrát v srpnu – dvakrát při ranním a jednou při odpoledním dojení, dvakrát v září – jednou při ranním a jednou při odpoledním dojení a třikrát v říjnu vždy při ranním dojení. Údaje o mléčné užitkovosti a složení mléka od jednotlivých bahnic byly získány v rámci kontroly užitkovosti, která probíhala jednou měsíčně od května do srpna. Bahnice byly rozděleny do skupin dle pořadí laktace a pořadí vstupu na dojírnu. Rozdělení bahnic a počet bahnic v jednotlivých skupinách jsou uvedeny v tabulce č. 1. Statistické analýzy a tabulky byly zpracovány v programu MS Excel 2016 (Microsoft Corporation, USA).

Tabulka 1: Rozdělení bahnic do skupin, početnost skupin

Skupina bahnic	Pořadí vstupu na dojírnu	Počet bahnic ve skupině
Celé stádo	První	24
	Poslední	24
Bahnice na první laktaci	První	12
	Poslední	12
Bahnice na druhé laktaci	První	12
	Poslední	12
Bahnice na třetí laktaci	První	12
	Poslední	12
Bahnice na dalších laktacích	První	6
	Poslední	6

VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky srovnání mléčné užitkovosti (l/laktace), obsahu tuku (%) a obsahu bílkovin (%) v mléce u bahnic, které vstupují do dojírny jako první a u bahnic, které vstupují do dojírny jako poslední, jsou uvedeny v tabulce č. 2. Výsledky byly vždy nejdříve zjišťovány v rámci celého stáda, následně byly bahnice rozděleny dle pořadí laktace.

Tabulka 2: Srovnání mléčné užitkovosti (l/laktace), obsahu tuku (%) a obsahu bílkovin (%) v mléce u bahnic, které vstupují do dojírny jako první a bahnic, které vstupují do dojírny jako poslední

Parametr	Skupina	Průměr	SD	Maximum	Minimum	MEDIAN	P
Mléčná užitkovost (l/laktace)	Stádo PR	383,08	56,28	480,90	293,60	384,15	p < 0,01
	Stádo PO	324,28	83,30	522,30	171,50	317,40	
	1. PR	347,03	53,33	471,80	281,60	341,20	p < 0,01
	1. PO	284,74	65,20	410,30	171,50	271,35	
	2. PR	341,18	57,51	413,60	214,20	365,20	p > 0,05
	2. PO	386,13	76,32	522,30	277,20	380,20	
	3. PR	377,26	51,65	471,40	284,60	373,35	p > 0,05
	3. PO	349,94	47,61	453,30	272,10	351,70	
	> 3. PR	386,02	66,62	480,90	309,60	386,95	p > 0,05
	> 3. PO	325,22	81,42	425,60	232,60	321,85	
Tuk (%)	Stádo PR	5,73	0,67	7,00	4,54	5,63	p > 0,05
	Stádo PO	5,53	0,51	6,90	4,60	5,55	
	1. PR	5,69	0,62	6,76	4,54	5,67	p > 0,05
	1. PO	5,61	0,34	6,11	5,08	5,64	
	2. PR	5,90	0,58	7,00	5,17	5,84	p < 0,05
	2. PO	5,40	0,58	6,22	4,24	5,52	
	3. PR	5,81	0,49	6,47	4,92	5,93	p > 0,05
	3. PO	5,59	0,50	6,59	4,46	5,56	
	> 3. PR	5,44	0,46	6,04	4,71	5,53	p > 0,05
	> 3. PO	5,76	0,81	6,76	4,79	5,54	
Bílkoviny (%)	Stádo PR	5,73	0,42	6,57	5,16	5,65	p > 0,05
	Stádo PO	5,83	0,38	6,70	5,06	5,84	
	1. PR	5,71	0,22	5,99	5,16	5,78	p < 0,01
	1. PO	6,04	0,33	6,70	5,58	5,98	
	2. PR	5,86	0,33	6,57	5,35	5,81	p > 0,05
	2. PO	5,65	0,41	6,50	5,17	5,69	
	3. PR	5,75	0,31	6,40	5,31	5,74	p > 0,05
	3. PO	5,62	0,29	6,16	5,06	5,68	
	> 3. PR	5,56	0,22	5,90	5,39	5,45	p > 0,05
	> 3. PO	5,58	0,32	5,99	5,20	5,58	

Pozn. PR – skupina bahnic, které vstoupily do dojírny jako první, PO - skupina bahnic, které vstoupily do dojírny jako poslední, 1., 2., 3., > 3. – pořadí laktace bahnic

Statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$) u mléčné užitkovosti (l/laktace) mezi bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako první (PR) a bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako poslední (PO), byl zjištěn v rámci celého stáda a u bahnic na první laktaci.

V rámci celého stáda byla zjištěna u skupiny PR průměrná mléčná užitkovost o 58,8 l vyšší oproti skupině PO. Tato zjištění ve své studii na sto čtyřiceti třech ovcích plemene Lacaune z Maďarska potvrzují i Libis-Márta et al. (2021), kteří objevili statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) u mléčné užitkovosti u bahnic vstupujících na dojírnu jako první a u bahnic vstupujících jako poslední. První skupina ovcí měla o 34,76 l/laktaci vyšší průměrnou mléčnou užitkovost. Tyto výsledky se shodují i se zjištěními Villagrà et al. (2007), kteří prováděli studii na šedesáti ovcích plemene Manchega (Španělsko) a Mačuhové et al. (2017), kteří studovali tři sta padesát tři ovcí plemene Lacaune, Tsigai a kříženců na Slovensku. Tyto studie potvrdily, že bahnice dojeny v první skupině, měly vyšší mléčnou užitkovost než ty, které byly dojeny v poslední skupině.

Vyšší mléčná užitkovost u skupiny PR může být způsobena tím, že ve skupině PR byl průměr pořadí laktace 2,9 oproti skupině PO, kde byl 1,5. Jak je známo, výrazný vliv na celkové množství nadojeného mléka má věk bahnic. Dojivost se zvyšuje od prvního obahnění do třetí až čtvrté laktace, kdy je nejvyšší, pak se jednu až dvě laktace udržuje téměř na stejné výši a v následujících letech nastává její snižování (Štolc et al., 1999). Dle výzkumu Libis-Márta et al. (2021) mělo pořadí laktace velký vliv na produkci mléka a zvířata na první nebo páté laktaci měla nižší mléčnou užitkovost než na druhé nebo třetí laktaci. Tato zjištění jsou v souladu s výsledky od Robles Jimenez et al. (2020), kteří také studovali ovce plemene Lacaune chované ve Španělsku. Zjistili, že bahnice vykazovaly nejnižší mléčnou užitkovost během první laktace, ta na druhé a třetí laktaci lineárně rostla, maximální produkci si udržela a dosáhla až do páté laktace, než produkce klesla na šesté laktaci.

U bahnic na první laktaci byla zjištěna u skupiny PR průměrná mléčná užitkovost o 62,29 l vyšší ve srovnání se skupinou PO. Stejných výsledků dosáhli Mačuhová et al.

(2017), kteří studovali vliv pořadí vstupu na dojírnu u stáda bahnic na první laktaci a zjistili, že bahnice vstupující na dojírnu jako první, mají tendence k vyšší mléčné užitkovosti. U bahnic na druhé, třetí a dalších laktacích statisticky významný rozdíl zjištěn nebyl ($p > 0,05$), avšak u bahnic na třetí laktaci byla zjištěna u skupiny PR průměrná mléčná užitkovost o 27,32 l vyšší a u bahnic na dalších laktacích o 60,8 l vyšší. Tyto výsledky také potvrzuje studie Mačuhové et al. (2017).

U obsahu tuku v mléce (%) mezi bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako první a bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako poslední, byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) u bahnic na druhé laktaci. Průměrný obsah tuku u bahnic na druhé laktaci ve skupině PR byl o 0,5 % vyšší oproti skupině PO. V rámci celého stáda, bahnic na první laktaci, bahnic na třetí laktaci a bahnic na dalších laktacích statisticky významný rozdíl v obsahu tuku v mléce zjištěn nebyl ($p > 0,05$), avšak v rámci celého stáda byl u skupiny PR zjištěn o 0,2 % vyšší obsah tuku, u bahnic na první laktaci o 0,08 % vyšší obsah tuku a u bahnic na třetí laktaci byl obsah tuku vyšší o 0,22 %. Tato zjištění potvrzují ve své studii i Libis-Márta et al. (2021), kteří našli rozdíl v procentuálním zastoupení tuku v mléce u bahnic, které vstupují na dojírnu jako první a poslední. Mléko bahnic, které vstupují na dojírnu jako první mělo o 0,32 % vyšší obsah tuku oproti bahnicím vstupujícím jako poslední.

Statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$) u obsahu bílkovin v mléce (%) mezi bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako první a bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako poslední, byl zjištěn u bahnic na první laktaci. U bahnic ze skupiny PR byl obsah bílkovin v mléce o 0,33 % nižší oproti skupině PO. Dle studie Mačuhové et al. (2017) byl zjištěn o 0,15 % nižší obsah bílkovin v mléce u bahnic na první laktaci vstupujících do dojírny jako první. Tento trend lze pozorovat i v rámci celého stáda, kdy byl u skupiny bahnic PR zjištěn o 0,1 % nižší obsah bílkovin v mléce oproti skupině PO, což potvrzuje i studie Mačuhové et al. (2017), kteří zjistili o 0,16 % nižší obsah bílkovin v mléce. Avšak u bahnic na druhé a třetí laktaci tento trend pozorován nebyl. U bahnic na druhé laktaci byl v rámci skupiny PR zjištěn vyšší obsah bílkovin v mléce o 0,21 %,

u bahnic na třetí laktaci o 0,13 %, což je však v rozporu se studií Mačuhové et al. (2017), ve které byl zjištěn u ovcí na druhé a dalších laktacích, které vstupují na dojírnu jako první, o 0,18 % nižší obsah bílkovin v mléce.

ZÁVĚR

V rámci studie na sto dvaceti bahnicích plemene Lacaune byl zjištěn významný vliv pořadí vstupu bahnic na dojírnu na mléčnou užitkovost a obsah tuku a bílkovin v mléce, kdy ovce vstupující na dojírnu jako první mívají vyšší mléčnou užitkovost i vyšší obsah tuku v mléce. Statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$) u mléčné užitkovosti (l/laktace) mezi bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako první a bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako poslední, byl zjištěn v rámci celého stáda a u bahnic na první laktaci. U obsahu tuku v mléce (%) mezi bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako první a bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako poslední, byl zjištěn statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) u bahnic na druhé laktaci. Statisticky vysoce významný rozdíl ($p < 0,01$) u obsahu bílkovin v mléce (%) mezi bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako první a bahnicemi, které vstupují na dojírnu jako poslední, byl zjištěn u bahnic na první laktaci. Lze tedy konstatovat, že dle pořadí, ve kterém vstupují bahnice na dojírnu, lze predikovat vyšší mléčnou užitkovost i vyšší obsah jednotlivých složek v mléce.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1218.

LITERATURA

Gräser-Herrmann, C., Sambraus, H. H. (2001): The social behaviour of East Friesian dairy sheep in larger groups. *Archives Animal Breeding*, 44: 421–434, <https://doi.org/10.5194/aab-44-421-2001>

Libis-Márta, K., Póti, P., Egerszegi, I., Bodnár, Á., Pajor, F. (2021): Effect of selected factors (body weight, age, parity, litter size and temperament) on the entrance order into

the milking parlour of Lacaune ewes, and its relationship with milk production. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 30: 111–118. <https://doi.org/10.22358/jafs/135727/2021>

Mačuhová J., Tancin, V., Kraezl, W. D., Meyer, H., Bruckmaier, R. M. (2002): Inhibition of oxytocin release during repeated milking in unfamiliar surroundings: the importance of opioids and adrenal cortex sensitivity. *Journal of Dairy Research*, 69: 63–67.

Mačuhová, L., Tančin, V., Mačuhová, J., Uhrinčat', M., Hasoňová, L., Margetínová J. (2017): Effect of ewes entry order into milking parlour on milkability and milk composition. *Czech Journal of Animal Science*, 62: 392–402. <https://doi.org/10.17221/11/2016-CJAS>

Margetínová, J., Fľak, P., Apolen, D. (2002): Influence of age and breed on the order of entry of ewes into the milking parlour. *Journal of Animal Science*, 35: 265–271.

Margetínová, J., Broucek, J., Apolen, D., Mihina, S. (2003): Relationship between age, milk production and order of goats during automatic milking. *Czech Journal of Animal Science*, 48: 257–264.

Murray, T. L., Blache, D. B., Bencini, R. (2009): The selection of dairy sheep on calm temperament before milking and its effect on management and milk production. *Small Ruminant Research*, 87: 45–49, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.10.005>

Pajor, F., Murányi, A., Szentléleki, A., Tőzsér, J., Póti, P. (2010): Effect of temperament of ewes on their maternal ability and their lambs' postweaning traits in Tsigai breed. *Archives Animal Breeding*, 53: 465–474, <https://doi.org/10.5194/aab-53-465-2010>

Paranhos Da Costa, M. J. R., Broom, D. M. (2001): Consistency of side choice in the milking parlour by Holstein-Friesian cows and its relationship with their reactivity and milk yield. *Applied Animal Behaviour Science*, 70: 177–186.

Polikarpus, A., Kaart, T., Mootse H., De Rosa, G. (2015): Influences of various factors on cows' entrance order into the milking parlour. *Applied Animal Behaviour Science*, 166: 20–24.

Robles Jimenez, L. E., Angeles Hernandez, J. C., Palacios, C., Abecia, J. A., Naranjo, A., Osorio Avalos, J., Gonzalez-Ronquillo, M. (2020): Milk production of Lacaune sheep with different degrees of crossing with Manchega sheep in a commercial flock in Spain. *Animals*, 10(3): 520. <https://doi.org/10.3390/ani10030520>

Štolc, L., Ježková, A., Dřevo, V., Nohejlová, L. (1999): Význam ovčího mléka a možnosti jeho využití v ČR. [on-line]. [citováno dne 2022-02-09]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/111241>

Villagrà, A., Balasch, S., Peris, C., Torres, A., Fernández, N. (2007): Order of sheep entry into the milking parlour and its relationship with their milkability. *Applied Animal Behaviour Science*, 108: 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2006.11.016>

Wasilewski, A. (1999): Demonstration and verification of a milking order in airy sheep and its extent and consistency. *Applied Animal Behaviour Science*, 64: 111–124.

Kontaktní adresa: Mgr. Blanka Zábrowská, Ph.D., Agrovýzkum Rapotín s.r.o., Výzkumníků 267, Rapotín, 788 13 Vikýřovice, Česká republika, tel.: +420 583 392 134, e-mail: blanka.zabrodska@vuchs.cz

DUBOVÉ ŽALUDY JAKO SOUČÁST JÍDELNÍČKU

OAK ACORNS AS A PART OF HUMAN DIET

Johana Zemancová¹ – Dani Dordević¹ – Bohuslava Tremlová¹

¹Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu
Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VETUNI, Palackého tř. 1946/1,
612 42 Brno-Královo Pole

ABSTRAKT

Využití dubových žaludů jako součásti lidského jídelníčku je známo po tisíce let. Jejich využití je zmiňováno ve španělské literatuře 16. století a známo je také jejich využití během světových válek, kdy byl nedostatek surovin a potravin. S jejich využitím se dalo setkat všude, kde se duby přirozeně nacházely a plodily, převážně v Evropě, Asii, Severní Africe, na Středním Východě a v Severní Americe. S jejich využitím se můžeme setkat v pekařských výrobcích, při výrobě kávovin, chleba i oleje. Rod *Quercus*, do kterého žaludy patří, čítá kolem 500 druhů stromů a keřů a mezi stromy i jejich plody je značná variabilita. Hlavním důvodem jejich snížené až žádné konzumace v dnešní době je obsah svíravých látek, které je nutno u většiny druhů před konzumací odstranit. Tento review se snaží shrnout informace o historii využití žaludů, obsahu taninů u jednotlivých druhů a také o možnosti odstranění taninů.

Klíčová slova: taniny, rod Quercus, nutriční profil

ABSTRACT

The use of oak acorns as a part of human diet has been known for thousands of years, especially their use was mentioned in the 16th century in Spanish literature and is known to be used during the world wars, when there was a shortage of raw materials and food. Their use could be found wherever oaks were naturally found, mainly in Europe, Asia, North Africa, the Middle East and North America. We can find their use in bakery products as flour, in the production of coffee substitute, bread and oil. Oaks belong to genus *Quercus*. To this genus belongs more than 500 species of trees and bushes.

There is a considerable variability between trees of *Quercus* genus and their fruit. The main reason for reduced or no consumption of oak acorns today is probably due to high tannin content in most of it, because of astringent/bitter flavor. Only minority of oak species have acorns with acceptable tannin content, meaning that tannin should be reduced by certain technology, such as water rinsing. The review is containing the overview of historical utilization of oak acorns, tannin content in various species and possibility of tannin removal.

Keywords: tannins, Quercus, nutritional profile

ÚVOD

Žaludy sloužily k výživě lidí především v obdobích nedostatku jiných potravinových surovin. Jejich konzumace byla však běžná do 60. let 20. století, po válečné modernizaci však přestala být potřebná (García-Gómez, 2017). V dnešní době žaludy a výrobky z žaludů nejsou v domácnostech téměř využívány. To by se ale mohlo změnit, pokud by se našel efektivnější způsob odstranění taninů z plodů a zároveň by se prozkoumaly bioaktivní látky, které žaludy obsahují, žaludy by tak mohly být zpestřením jídelníčku, nebo by mohly být nápomocny s léčením některých nemocí, jako je např. ateroskleróza, Alzheimerova nemoc nebo cukrovka. Žaludy jsou navíc přirozeně bezlepkové, což je dobrá informace v době, kdy se mnoho lidí musí lepku ze zdravotních nebo jiných dietetických důvodů vyhýbat (Vinha et al., 2016; Rybicka et Gliszczyńska-Świgło, 2017).

Co se týče nutriční hodnoty, žaludy, stejně jako ořechy, jsou významným zdrojem tuku a sacharidů, převážně škrobu, který tvoří až 55 % suchého podílu. Bílkoviny pak v závislosti na druhu kolísají od 2,3–8,6 % (Bainbridge, 1985; Taib, 2021). Žaludy jsou také významným zdrojem minerálů, obsahují vysoký podíl vápníku a železa, kdy například přidavek žaludové mouky by mohl konvenční mouku obohacovat o zmíněné železo (Rybicka et Gliszczyńska-Świgło, 2017).

Žaludy jsou však kromě nutričních látek bohaté také na taniny, svíravé látky, ty jsou přítomny v kůře i plodech, obsah je variabilní dle druhu dubu a často jsou ve větším množství v obalech ořechů, tudíž i v obalu žaludů (Rakić et al., 2004; McGee, 2007). Na obsah taninů nemá vliv pouze druh dubu, ze kterého žaludy pocházejí, ale významným zdrojem rozdílů v obsahu taninů je také zeměpisná šířka, v které dub, který žaludy vyprodukoval, rostl (Łuczaj et al. (2014). Obsah hydrolyzovatelných taninů by pak podle výzkumu mohl být sezónně variabilní (Salminen et al., 2004). Existují však druhy dubů, které produkují žaludy s velmi nízkým obsahem taninů, které se označují jako sladké, je jím například dub cesmínový (*Quercus ilex* subsp. *Ballota*) (García-Gómez, 2017).

Důležitým krokem při zavedení žaludů do jídelníčku je tedy odstranění těchto svíravých látek, nejčastěji se můžeme setkat s odstraněním pomocí louhování a varu, kdy louhování často trvá několik dní, během kterých se voda musí pravidelně vyměňovat a s ní se odstraňují i taniny (Sacchelli, 2021). Tepelná úprava se snížením obsahu taninů pomáhá a zároveň vyšší použitá teplota použitá v řádu minut neměla negativní vliv na celkovou antioxidační aktivitu (Rakić et al., 2004).

STRATEGIE VYHLEDÁVÁNÍ A METODIKA

Podkladem pro zpracování tohoto review jsou články z vědeckých publikací. Tyto publikace byly publikovány v anglickém jazyce a týkají se jak dubových žaludů jako takových, tak meziproduktů (mouka) nebo přímo výrobků z žaludů (muffiny, sušenky). Využity byly platformy Google Scholar a Web of Science, články byly vybírány tak, aby článek zahrnoval jak dubové žaludy, tak jejich využití v potravinářství/lidské výživě.

PŘÍBLIŽNÉ SLOŽENÍ DUBOVÝCH ŽALUDŮ

Složení žaludů značně závisí na druhu dubu, z kterého byly žaludy sklizeny a vzhledem k tomu, že existuje velké množství druhů dubů, je zde velká variabilita. Na složení má vliv také obsah vody (Bainbridge, 1985). Žaludy v průměru obsahují 8,7–44,6 %

vody, 2,3–8,6 % bílkovin, 1,1–31,3 % tuku a 32,7–89,7 % sacharidů, kdy hlavním ze sacharidů je škrob, který tvoří až 55 % suchého podílu žaludů (Bainbridge, 1985; Taib, 2021).

Tabulka 1: Základní složení dubových žaludů z vybraných publikací

Druh	Obsah bílkovin (%)	Obsah tuku (%)	Škrob (%)	Vláknina (%)	Publikace
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>Ballota</i> **	5.80 ± 1.00	09.5 ± 2.00	61.51 ± 2.27	-	Galván et al., 2012
<i>Quercus brantii</i> *	3.93 ± 0,32	7,70 ± 1,11	58,80 ± 1,91	0,37	Saffarzadeh et al., 1999
<i>Q. serrata</i> *	4,5	2,5	-	1,9	Shimada, 2001
<i>Q. mongolica</i> var. <i>Grosserrata</i> *	4,4	1,7	-	2,1	Shimada, 2001
<i>Q. ilex</i> **	3.06 ± 0.18	7.78 ± 0.07	-	11.24 ± 1.09	Pasqualone et al., 2019
<i>Q. suber</i> **	3.28 ± 0.05	8.55 ± 0.07	-	7.72 ± 2.27	Pasqualone et al., 2019
<i>Q. coccifera</i> **	4.45 ± 0.45	8.88 ± 0.01	-	7.08 ± 0.57	Pasqualone et al., 2019
<i>Q. rotundifolia</i> **	4.55 ± 0	8.44 ± 0.32	51.79 ± 1.35	17.90 ± 2.95	Silva et al., 2016
<i>Q. ilex</i> **	4.57 ± 0.09	13.41 ± 0.36	57.82 ± 3.47	10.89 ± 1.40	Silva et al., 2016
<i>Q. mongolica</i> ***	-	-	22,81 ± 27.74	-	Sun et al., 2021
<i>Q. variabilis</i> ***	-	-	19,77 ± 27.83	-	Sun et al., 2021

Vysvětlivky: *suchý podíl; **hodnoceno jako žaludová mouka; ***pomleto do prášku

Žaludy jsou i zajímavým zdrojem minerálních látek, kdy obsahují významné množství vápníku a železa. Významné je také zastoupení vlákniny v žaludech, kdy obsah vlákniny dosahuje až 179 g/kg suchého podílu (Rybicka et Gliszczyńska-Świgło, 2017). Výrobky z žaludové mouky jsou navíc přirozeně bezlepkové, protože žaludy neobsahují gluten (Silva et al., 2016). Neopomenutelný je také obsah celkových fenolických a flavonoidních látek, kdy obsah je odlišný u různých druhů žaludů. S obsahem fenolických látek souvisí hnědnutí pečených potravinářských produktů s přidávkou žaludové mouky, protože dochází k oxidaci polyfenoloxidázy (Pasqualone, 2019).

Hlavní frakci lipidů z žaludů tvoří nenasycené mastné kyseliny, respektive MUFA jsou zastoupeny 61–63 %, PUFA 16–17 %, nasycené mastné kyseliny jsou zastoupeny 17–19 % (Silva et al., 2016).

Ve výše uvedené tabulce je schválně, mimo údaje o minerálním zastoupení surové žaludové mouky, uvedeno i minerální zastoupení žaludové kávoviny, která je tepelně opracovaná. Sekeroglu et al. (2017) totiž uvádějí, že tepelné opracování má vliv na obsah minerálních látek, a to konkrétně takový, že jejich obsah zvyšuje. Nejvýznamnější zvětšení obsahu minerálních látek po tepelném opracování bylo identifikováno u fosforu, vápníku, hořčíku a síry. Žaludová mouka je pak daleko bohatší na vápník, železo, hořčík, draslík a fosfor v porovnání s nejčastěji využívanou pšeničnou moukou.

Tabulka 2: Srovnání obsahu minerálů u žaludové mouky a tepelně opracovaného produktu z žaludů s konvenčně používanými druhy mouk

Minerály (na 100g)	Žaludová mouka (Rybicka et Gliszczynska- Świgło, 2017)	Žaludová kávovina (Sekeroglu et al., 2017)**	Pšeničná m. (Araujo et al., 2008)	Žitná m. (King et al., 2017; Torbica et al., 2021)	Ovesná celozrnná m. (King et al., 2017; Torbica et al., 2021)
Ca (mg)	164 ± 4	126,5 ± 13	17,04 ± 38,7	24	52
Cu (mg)	1.04 ± 0.02	0,28 ± 0,20	0,19 ± 0,4	0,52***	0,38***
Mn (mg)	3.65 ± 0.36	0,398 ± 0,66	0,83 ± 2,6	2,54***	2,81***
Zn (mg)	0.83 ± 0.05	0,9 ± 0,7	0,95 ± 2,3	2,2	3,6
Fe (mg)	18.61 ± 0.29	1,17 ± 0,4	3,0 ± 11,3	2,5	4,3
Mg (mg)	54.2 ± 1.6	60,3 ± 9	0,0346 ± 0,065	63	138
Na (mg)	1.7 ± 0.2	-	-	10,5***	12,77***
K (mg)	379 ± 7	685,1 ± 58	0,1622 ± 0,531	374	362
P (mg)	58,7 ± 19*	8,0 ± 7	0,1179 ± 0,157	225	410
S (mg)	31,3 ± 5*	47,9 ± 9	-	-	-

Vysvětlivky: *údaje pocházejí z publikace Sekeroglu et al., 2017; **z žaludů povařených a následně pražených; *** Torbica et al., 2021

TANINY V DUBOVÝCH ŽALUDECH

Taniny jsou přítomny v kůře i žaludech různých druhů dubů (Rakić et al., 2004). V průměru bývá obsah taninů v žaludech $<0,1\text{--}8,8\%$ (Bainbridge, 1985). Je však známo, že obsah taninů v žaludech závisí na několika proměnných. Jejich obsah se odvíjí od druhu mateřského dubu, dále bylo zjištěno, že vliv na obsah polyfenolických látek má i zeměpisná šířka, kdy s rostoucí zeměpisnou šířkou se jejich obsah snižoval, takže je zde patrný i geografický impakt (Sun et al. (2021); Łuczaj et al. (2014). Vzhledem k tomu, že jsou žaludy častým zdrojem potravy divokých zvířat, byl zkoumán i vliv ukládání žaludů do zeminy na obsah taninů. I v tomto případě zde nejspíše hraje roli druh dubu, protože v jednom případě analýza žaludu po uložení v zemině ukázala pokles taninů a v druhém případě obsah taninů zůstal téměř nezměněn (Shimada, 2001).

Tabulka č. 3: Obsah taninů v různých druzích žaludů

Druh	Obsah taninů (%)	Publikace
<i>Q. variabilis</i>	$1,63 \pm 0,6^{*\text{©}}$	Sun et al., 2021
<i>Q. mongolica</i>	$1,62 \pm 0,54^{*\text{©}}$	Sun et al., 2021
<i>Q. cerris</i>	11,69	Rakić et al., 2004
<i>Q. serrata</i>	$5,10 \pm 2,44 - 6,6 \pm 0,32$	Takahashi et Shimada, 2008
<i>Q. serrata</i>	$4,39 \pm 1,36$	Takahashi et al., 2010
<i>Q. robur</i>	3,48	Łuczaj et al., 2014
<i>Q. petraea</i>	3,39	Łuczaj et al., 2014
<i>Q. rubra</i>	2,97	Łuczaj et al., 2014
<i>Q. pubescens</i>	0,97	Łuczaj et al., 2014
<i>Q. serrata</i>	2,65*	Shimada, 2001
<i>Q. mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	8,57*	Shimada, 2001

*přepočet z mg/g, mg/kg na %; ©jako rozpustné taniny (soluble tannins)

Taniny lze v matricích kvantifikovat pomocí metody Folin-Ciocalteu, dále se taniny mohou detekovat spektrofotometricky pomocí kyseliny fosfowolframové (Popović et al., 2013; Rakić, 2004). Obsah taninů lze zjistit i nedestruktivně, pomocí NIRS spektroskopie za pomoci kalibračního modelu ze spekter jednotlivých druhů žaludů (Takahashi et al., 2010).

ODSTRANĚNÍ TANINŮ

Dle vědeckých studií i z dlouhodobých zkušeností při využívání žaludů jako potravin vyplývá, že louhování a vaření žaludů pomáhá částečně odstranit taniny, které jinak způsobují nepříjemnou, svíravou chuť. Louhování by pak mělo trvat nejlépe několik dní, přičemž by se měla použítá voda během louhování několikrát vyměnit (Sacchelli, 2021). Důležitým krokem je také tepelná úprava, která může výrazně snížit obsah svíravých látek. Konkrétně tepelná úprava ve formě pražení při teplotě 200 °C po určitou dobu vedla ke snížení taninů v žaludech z 11,69 % na 8,55 % (Rakić et al., 2004). Při tepelné úpravě je však nutné počítat i s tím, že kromě snížení obsahu taninů by mohlo docházet k odstranění i jiných, zato prospěšných látek. Rakić et al. (2004) však uvádějí, že teplota 200 °C neměla vliv na celkovou antioxidační aktivitu.

Vzhledem k faktu, že tanin se dříve těžil a následně využíval v kožedělném průmyslu, je zde také možnost tanin cíleně těžit, kdy se vyskytuje jak v žaludu, tak v čepičkách a také ve chmýří, pokud ho žalud má. Například druh *Q. cerris* toto chmýří má a obsahovalo vyšší podíl taninu než výše zmíněné čepičky. Navíc je využití taninu v kožedělném průmyslu ekologické, protože běžně se využívají na zpracování kůže soli chromu, které mají negativní dopad na životní prostředí i zdraví lidí (Onem et al., 2014).

ZÁVĚR

Z dostupné literatury, respektive vědeckých publikací, bylo zjištěno, že na dubové žaludy se zatím nezapomnělo. Existuje řada publikací, která se zabývá složením žaludů, různým obsahem taninů i možnostmi, jak tanin odstranit nebo těžit. Další publikace se pak zabývají samotným využitím žaludů jako suroviny, nejčastěji jako mouky a jejím přídavkem do pekařských výrobků, a zjišťováním funkčních vlastností tohoto přídavku. Důležité je také zjišťování, jaký vliv má přídavek této mouky například na obsah polyfenolických látek. Ze základního složení žaludů vyplývá, že jsou bohatým zdrojem škrobu, tuku a také obsah vlákniny není zanedbatelný, zároveň jsou přirozeně bezlepkové. V tuku pak převládá obsah nenasycených mastných kyselin. Důležitý je u žaludů obsah minerálních látek, kdy obsahují vyšší množství železa, vápníku a fosforu

v porovnání s nejčastěji využívanou pšeničnou moukou. Žaludová mouka by tak mohla být vhodným aditivem do ostatních mouk za účelem obohacení o minerály. Přes toto slibné složení ovšem obsahují rozličný podíl taninů, mnohdy takový, že se bez úpravy nedají požit a největší vliv na jejich obsah má nejspíš druh dubu, ze kterého žaludy pocházejí. S trochou trpělivosti se však části taninů lze úspěšně zbavit pomocí louhování žaludů ve vodě, protože jsou v ní taniny rozpustné. Toto louhování lze modifikovat například zahříváním, které úbytek taninů potencuje. Bylo by však potřeba téma odstranění taninů více zkoumat a zároveň přijít na co nejjednodušší způsob tak, aby se ušetřil čas.

LITERATURA

Araujo, R. G., Macedo, S. M., Korn, M. D. G. A., Pimentel, M. F., Bruns, R. E., & Ferreira, S. L. (2008): Mineral composition of wheat flour consumed in Brazilian cities. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 19(5), 935–942.

Bainbridge, D. A. (1985): *Acorns as food. History, Use, Recipes, and Bibliography*.

Galván, J. V., Novo, J. J. J., Cabrera, A. G., Ariza, D., García-Olmo, J., & Cerrillo, R. M. N. (2012): Population variability based on the morphometry and chemical composition of the acorn in Holm oak (*Quercus ilex* subsp. *ballota* [Desf.] Samp.). *European Journal of Forest Research*, 131(4), 893–904.

García-Gómez, E., Perez-Badia, R., Pereira, J., & Puri, R. K. (2017): The Consumption of Acorns (from *Quercus* spp.) in the Central West of the Iberian Peninsula in the 20th Century. *Economic Botany*, 71(3), 256–268.

King, D. L., Jasthi, B., & Pettit, J. (2017): *Composition of grains and grain products*. In *Cereal Grains* (pp. 727–750). Woodhead Publishing.

Luczaj, L., Adamczak, A., & Duda, M. (2014): Tannin content in acorns (*Quercus* spp.) from Poland. *Dendrobiology*, 72.

McGee, H. (2007): On food and cooking: the science and lore of the kitchen. Simon and Schuster.

Onem, E., Gulumser, G., Akay, S., & Yesil-Celiktas, O. (2014): Optimization of tannin isolation from acorn and application in leather processing. *Industrial Crops and Products*, 53, 16–22.

Pasqualone, A., Makhlouf, F. Z., Barkat, M., Difonzo, G., Summo, C., Squeo, G., & Caponio, F. (2019): Effect of acorn flour on the physico-chemical and sensory properties of biscuits. *Heliyon*, 5(8), e02242.

Popović, B. M., Štajner, D., Ždero, R., Orlović, S., & Galić, Z. (2013): Antioxidant characterization of oak extracts combining spectrophotometric assays and chemometrics. *The Scientific World Journal*, 2013.

Rakić, S., Maletić, R., Perunović, M., & Svrzić, G. (2004): Influence of thermal treatment on tannin content and antioxidation effect of oak acorn *Quercus cerris* extract. *Journal of Agricultural Sciences (Belgrade)*, 49(1), 97–107.

Rybicka, I., & Gliszczynska-Świgło, A. (2017): Minerals in grain gluten-free products. The content of calcium, potassium, magnesium, sodium, copper, iron, manganese, and zinc. *Journal of food composition and analysis*, 59, 61–67.

Sacchelli, S., Cavuta, T., Borghi, C., Cipollaro, M., Fratini, R., & Bernetti, I. (2021): Financial Analysis of Acorns Chain for Food Production. *Forests*, 12(6), 784.

Saffarzadeh, A., Vincze, L., & Csapó, J. (1999): Determination of the chemical composition of acorn (*Quercus branti*), *Pistacia atlantica* and *Pistacia khinjuk* seeds as non-conventional feedstuffs. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 3(3), 59–69

Salminen, J. P., Roslin, T., Karonen, M., Sinkkonen, J., Pihlaja, K., & Pulkkinen, P. (2004): Seasonal variation in the content of hydrolyzable tannins, flavonoid glycosides, and proanthocyanidins in oak leaves. *Journal of Chemical Ecology*, 30(9), 1693–1711.

Sekeroglu, N., Ozkutlu, F., & Kilic, E. (2017): Mineral composition of acorn coffees. Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research, 51(3), S504–S507.

Shimada, T. (2001): Nutrient compositions of acorns and horse chestnuts in relation to seed-hoarding. Ecological Research, 16(4), 803–808.

Silva, S., Costa, E. M., Borges, A., Carvalho, A. P., Monteiro, M. J., & Pintado, M. M. E. (2016): Nutritional characterization of acorn flour (a traditional component of the Mediterranean gastronomical folklore). Journal of Food Measurement and Characterization, 10(3), 584–588.

Sun, J., Shi, W., Wu, Y., Ji, J., Feng, J., Zhao, J., ... & Shi, S. (2021): Variations in Acorn Traits in Two Oak Species: *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. and *Quercus variabilis* Blume. Forests, 12(12), 1755.

Taib, M., & Bouyazza, L. (2021): Composition, Physicochemical Properties, and Uses of Acorn Starch. Journal of Chemistry, 2021.

Takahashi, A., & Shimada, T. (2008): Selective consumption of acorns by the Japanese wood mouse according to tannin content: a behavioral countermeasure against plant secondary metabolites. Ecological Research, 23(6), 1033–1038.

Takahashi, A., Ichihara, Y., Isagi, Y., & Shimada, T. (2010): Effects of acorn tannin content on infection by the fungus *Ciboria batschiana*. Forest Pathology, 40(2), 96–99.

Vinha, A. F., Costa, A. S. G., Barreira, J. C., Pacheco, R., & Oliveira, M. B. P. (2016): Chemical and antioxidant profiles of acorn tissues from *Quercus* spp.: Potential as new industrial raw materials. Industrial Crops and Products, 94, 143–151.

Kontaktní adresa: Mgr. Johana Zemancová, Ústav hygieny a technologie potravin rostlinného původu, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VETUNI, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno-Královo Pole, Česká republika, e-mail: zemancovaj@vfu.cz

PŘÍLOHY



INOVACE V POTRAVINÁŘSTVÍ

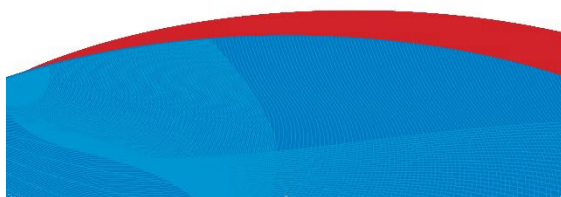
CO PODPORUJEME

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 • VIDEO • 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





www.laboserv.cz

www.laboserv.sk



Prodej a servis laboratorních přístrojů



poradenství • prodej • instalace • školení

servis • validace • kalibrace



www.phoenix-instrument.de

www.grantinstruments.com

www.biosan.lv



LABOSERV s.r.o., Tuřanka 1222/115, 627 00 Brno-Slatina, tel.: 541 243 113, e-mail: objednavky@laboserv.cz, www.laboserv.cz



LABOSERV.SK s.r.o., Boženy Němcovej 8, 811 04 Bratislava, tel.: 02 20 545 113, e-mail: objednavky@laboserv.sk, www.laboserv.sk





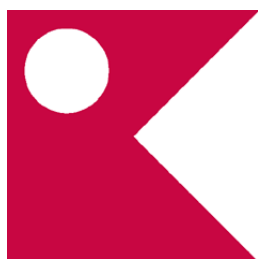
Dokonale vyvážená chuť

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



**POTRAVINÁŘSKÁ
KOMORA
ČESKÉ REPUBLIKY**

Název publikace:	SBORNÍK XLVIII. KONFERENCE O JAKOSTI POTRAVIN A POTRAVINOVÝCH SUROVIN
Editoři	Markéta Piechowiczová – Alena Saláková – Miroslav Jůzl
Vydavatel	Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00, Brno, Česká republika, www.mendelu.cz
Vydání	První, 2022
Počet stran	454
ISBN	978-80-7509-828-3
DOI	DOI: https://doi.org/10.11118/978-80-7509-828-3

Publikace neprošla jazykovou úpravou.