

SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

XLIX. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin

27.-29. 5. 2019

Skalský Dvůr



VŠCHT PRAHA



VUPP
VÝZKUMNÝ ÚSTAV
POTRAVINÁŘSKÝ PRAHA

Karel Cejpek
Editor

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT v Praze
Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i.

Praha 2019

Publikace neprošla jazykovou ani odbornou úpravou.

Za obsah příspěvků odpovídají autoři.

© Karel Cejpek, 2019

ISBN 978-80-7592-057-7 (Vysoká škola chemicko-technologická v Praze)

ISBN 978-80-86909-98-1 (Výzkumný ústav potravinářský Praha, v. v. i.)

ISSN 1802-1433

Obsah

R – referáty

P – postery

	Str.	
R1	6	Rajchl A.: Reformulace potravin - výzva (nejenom) pro potravinářský průmysl
R2	9	Hrabcová M.: Programy potravinářské komory ČR k reformulacím potravin
R3	10	Kameník J., Macharáčková B., Ježek F.: Reformulace masných výrobků – módní trend nebo oprávněný požadavek?
R4	12	Brát J.: Tuky a reformulace, kde to má smysl?
R5	12	Dlouhý P.: Je tuk ve výživě (ne)přítelem?
R6	12	Anděl M.: Proč snížit příjem sacharidů ve výživě a jejich obsah v potravinách
R7	13	Blecherová J.: Snižování obsahu cukrů z pohledu výrobce
R8	14	Bozděch V., Sluková M., Skřivan P.: Význam reformulací v pekařských výrobcích
R9	17	Dostálová J.: Významné zdroje rizikových živin
R10	20	Rýdlová, L., Juhászová, G., Ševčík, R., Rajchl, A.: Vývoj receptury ovocné pomazánky se sníženým obsahem přidaného cukru
R11	24	Štefanová I., Kubec R., Moos M., Urajová P., Kuzma M., Zápál J.: Allithiolany – organosírné sloučeniny zodpovědné za hořkou chuť cibule
R12	29	Panovská Z., Ilko V., Míková K., Hrdličková M., Doležal M.: Senzorické hodnocení rostlinných olejů
R13	36	Adamcová, M., Pohůnek, V., Ševčík, R.: Přírodní přídatné látky: budoucnost, nebo slepá ulice?
R14	41	Cejpek K.: Jak se podílejí nerozpustné složky na antioxidační kapacitě potravin
R15	45	Kouřimská L., Kulma M., Homolková D., Plachý V.: Nutriční kvalita a bezpečnost jedlého hmyzu
R16	53	Horsáková I., Pohůnek V., Rajchl A., Ševčík R.: Využití bakteriofágů při výrobě potravin
R17	56	Šviráková E., Bambasová L., Loupancová K.: Aplikace metody „LAMP“ v potravinářství
R18	63	Poliak P.: Mikrobiologická kontrola kvality při výrobě džusů a vín
R19	68	Sedliaková M.: Molekulová spektroskopie a kontrola kvality a složení potravin
R20	69	Filip P., Hrušková M.: Standardy v oblasti kvality a zvýšení bezpečnosti v cereálních oborech dekontaminací surovin
R21	70	Švec I., Vítová M., Sekerová H., Kallasová E., Jiříčková K., Hrušková M.: Vliv netradičních plodin na nutriční a senzorické hodnocení těstovin
R22	76	Tobolková B., Jelemenská V., Kukurová K., Ciesarová Z., Smoláriková E., Papánková B.: Spektrální charakterizace sušenek s obsahem sušeného rakytníku
R23	81	Kukurová K., Ciesarová Z., Jelemenská V., Papánková B., Daško L., Horváthová J.: Analýza rizika vzniku procesních kontaminantů v nových druzích cereálních výrobků s obsahem rakytníka
R24	82	Murkovic M., Albouchi A., Swasti R.: Occurrence of furfuryl alcohol during roasting of coffee
R25	83	Hrubá M., Pivoňka J., Kulišťáková Cahlíková N., Kuna M., Rajchl A.: Zhodnocení reformulací masných výrobků přidávkem ořechů

R26	89	Beňo, F., Pohůnek, V., Šviráková, E., Ševčík, R.: Porovnání kvality masových konzerv
R27	94	Kouřimská L., Klouček P., Pacek L.: METROFOOD - výzkumná infrastruktura v EU a v ČR
R28	98	Klouček P., Kouřimská L., Hajšlová J., Pulkrabová J., Urban M., Laknerová I.: METROFOOD-CZ, šance spolupráce pro výzkum i průmysl
P1	99	Jirsa O., Polišínská I., Sedláčková I.: Vliv inokulace <i>F. Culmorum</i> na kvalitu šesti odrůd pšenice
P2	104	Šmídová Z., Mašková E., Mutalová K., Málková H.: Možnosti zvýšení nutriční hodnoty pomazánek přidáním vlákniny a pseudoobilovin
P3	106	Šmídová Z., Málková H., Mašková E., Mutalová K.: Bezlepkové pečivo z pseudocereálií obohacené o bílkoviny a vlákninu
P4	109	Laknerová I., Mutalová K., Málková H., Švejdomá A., Novotná P.: Fortifikace vafelí syrovátkovým proteinovým koncentrátem
P5	114	Rysová J., Novotná P.: Volně vážené saláty v bezlepkové dietě
P6	118	Endlová L., Rychlá A., Vrbovský V.: Hodnocení kvalitativních parametrů máku setého (<i>Papaver Somniferum</i>) pomocí ft-nir spektroskopie
P7	121	Pečenková N., Pinkrová J., Novotná P., Houška M.: Vliv máčení a klíčení na obsah galaktooligosacharidů v hrachu
P8	125	Horsáková I., Miasnikova K., Pohůnek V., Rajchl A.: Prodloužení trvanlivosti minimálně opracované zeleniny
P9	129	Štefanová I., Zápál J, Moos M., Kubec R.: Thiolany vznikající při zpracování cibule
P10	135	Bednář, J., Esterková L., Macharáčková, B.: Volný oxid siřičitý ve víně a ovlivnění jeho koncentrace při skladování přidávkem vitamínu C
P11	140	Šviráková E., Loupancová K., Bambasová L.: Tolerance nežádoucích potravinových izolátů k vnějším kultivačním faktorům
P12	146	Macharáčková B., Slováčková V., Bednář J.: Sledování obsahu rtuti v rybím mase
P13	151	Adamcová M., Pohůnek, V., Kharoshka, A., Ševčík, R.: Vliv přídatku zeleného čaje na kvalitu jemně mletých masných výrobků
P14	156	Beňo, F., Pohůnek, V., Rajchl, A., Ševčík, R.: Vliv suchého a mokrého zrání na kvalitu hovězího masa
P15	160	Rýdlová, L., Čakarov P., Rajchl A.: Průzkum obsahu soli ve vybraných výrobcích dostupných na českém trhu
P16	164	Revenco D., Dubská K., Koplík R.: Speciation analysis of phosphorus and trace elements in chickpeas
P17	165	Svoboda Z., Mikulíková R., Běláková S., Benešová K.: Sledování obsahu akrylamidu ve sladu v průběhu hvozdění a v pivu
P18	166	Mikulíková R., Svoboda Z., Benešová K., Běláková S.: Sledování obsahu 3-MCPD ve sladu
P19	167	Ciesarová Z., Kukurová K., Jelemenská V., Horváthová J., Murín J.: Faktory ovlivňující tvorbu akrylamidu v pufovaných chlebíkoch

R 1

REFORMULACE POTRAVIN - VÝZVA (NEJENOM) PRO POTRAVINÁŘSKÝ PRŮMYSL

Rajchl A.

Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha

Úvod

V současné době je velmi znepokojivý nárůst prevalence některých civilizačních chorob, jako jsou diabetes mellitus, kardiovaskulární či nádorová onemocnění. I když je známo, že mnoho z těchto chorob je nepochybně spjato s tělesnou hmotností, stále více jak 1,9 miliardy dospělých osob má nadváhu a 650 miliónů lidí trpí obezitou. Dle WHO zemře ročně v souvislosti s obezitou minimálně 2,8 milionu osob (<http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/obesity/data-and-statistics>). Zmíněné choroby způsobují nejenom snížení kvality života daného jednotlivce, ale vedou i ke zkrácení doby dožití a k ekonomickým ztrátám pro národní hospodářství. I když je tomuto problému věnována značná pozornost, tak se dlouhodobě nedaří tento nepříznivý stav zvrátit a je patrné, že bez spolupráce všech zainteresovaných stran nebude možné dosáhnout výraznějšího úspěchu. I když je příčina vzniku těchto chorob u každého jednotlivce jistě dána celou řadou faktorů, lze jako zásadní bezpochyby označit výživu. Potravinářský průmysl v současné době reaguje na vzniklou situaci reformulací potravinářských výrobků, a to nejčastěji za účelem snížení obsahu cukrů, tuků, soli či trans-nenasycených mastných kyselin. Každý zásah do receptury výrobku ale představuje složitý proces zahrnující testování senzoričkových vlastností, zhodnocení technologických omezení stávajících výrobních zařízení, ověření trvanlivosti reformulovaných výrobků apod. Určitou překážkou při snahách reformulovat stávající výrobky také může být negativní vnímání reformulace spotřebitelem či legislativní omezení. Reformulace potravinářských výrobků sice sama o sobě problémy s výživou vyřešit nemůže, ale může pomoci tím, že nabídne konzumentům výživově vhodnější alternativu stávajícím výrobkům.

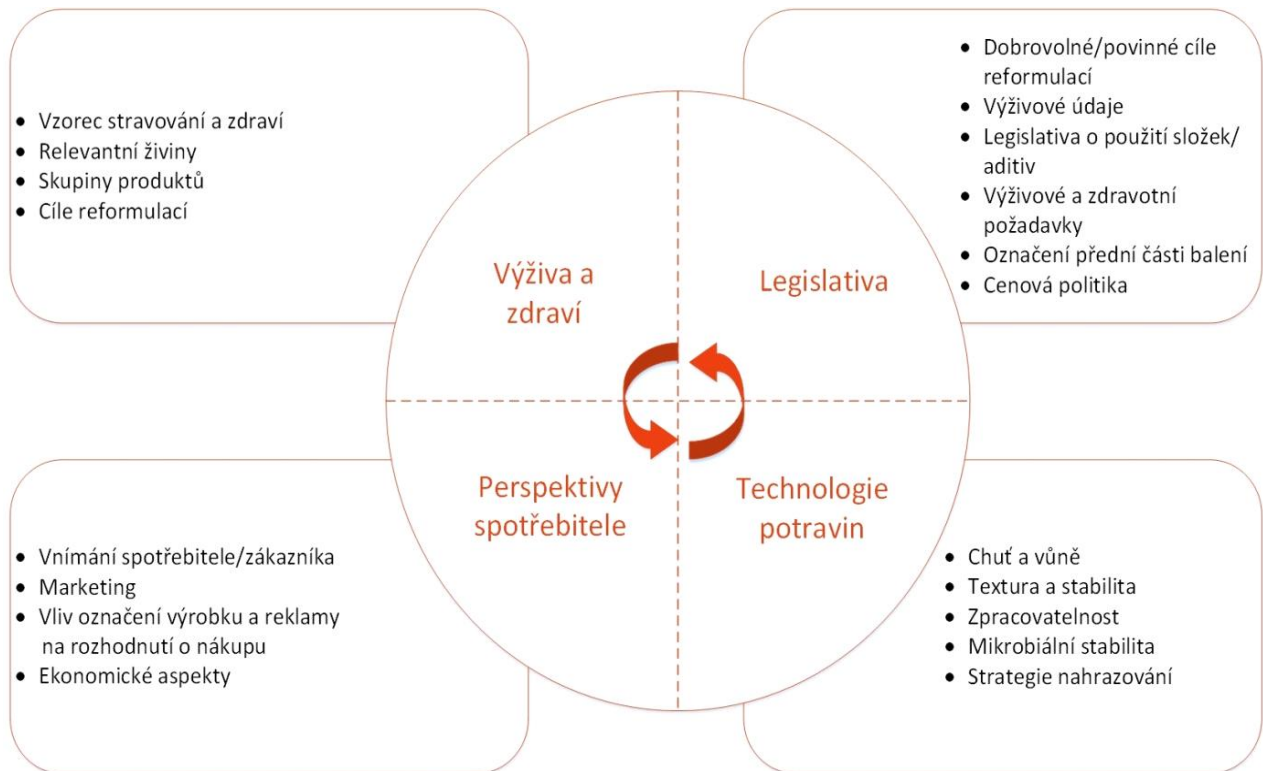
Reformulace problém nejenom průmyslově zpracovaných potravin

Prostor pro „reformulace“ je nepochybně i v domácnostech či veřejném stravování. Zejména v případě soli je běžné tzv. dosolování na stole, či používání ochucujících složek (bílkovinné hydrolyzáty aj.) s vysokým obsahem soli. Neuspokojivá situace je pak v závodním stravování či restauracích. Z průzkumů, které realizovaly Krajské hygienické stanice (KHS) v Ostravě a Jihlavě, vyplývá, že doporučený příjem soli dle EFSA (2,1 g NaCl/oběd) je překračován ve všech pozorovaných případech, a to i o násobky tohoto doporučeného množství. KHS Jihlava stanovila u vzorků poledního menu průměrný obsah soli na 8,07 g/porci v případě závodního stravování a 7,50 g/porci v případě restaurací (<http://www.khsjih.cz/solme-s-rozumem.php>). KHS Ostrava pak zaznamenala nálezy přesahující i 12 g soli na jednu porci, všechny hodnocené pokrmy pak obsahovaly více než 4 g/porci (Bastlová et al. 2019).

Reformulace jako komplexní problém

Potravinářský průmysl má dvě hlavní alternativy k reformulaci produktů: postupné snižování obsahu živin bez dalších změn ve složení produktu, nebo částečné/celkové nahrazení jinými živinami, jako hydrokoloidy, náhražkami tuku a sladidly. Druhý přístup je pro konzumenty často přijatelnější, neboť kompenzuje senzoričkové změny způsobené snížením obsahu některé živiny a může proto vést k většímu a rychlejšímu snížení jejího obsahu. Při realizaci úspěšné reformulace je nutné zohlednit celou řadu faktorů. Přehled těch

nejdůležitějších je uveden na Obrázku č. 1. Je zřejmé, že při opomenutí některého z faktorů nemá reformulace mnoho nadějí na úspěch.



Obrázek 1: Klíčové faktory při výrobě potravin (převzato a upraveno z: Annelies van Gunst A. et al.: Reformulation as an Integrated Approach of Four Disciplines: A Qualitative Study with Food Companies, *Foods* 7(4), 2018)

Při reformulacích a zpracování potravin obecně je třeba brát v potaz, že i při dostatečném energetickém příjmu nebo dokonce i jeho přebytku mohou být ale konzumované potraviny nedostatečným zdrojem základních živin. Pokud je tedy například u potraviny v rámci reformulace snížen obsah tuku, dochází i ke snížení obsahu v něm přítomných esenciálních mastných kyselin či lipofilních vitaminů, nebo např. soli, která je významným zdrojem jodu a fluoru apod. Velkou roli hrají při reformulacích i legislativní aspekty, kdy např. výživová tvrzení typu „light“ apod. jsou vázána na výrazné snížení živiny/energetické hodnoty a postupné snižování dané složky je pak obtížně komunikovatelné se zákazníkem. Z technologického hlediska jsou zásadním parametrem sensorické vlastnosti, které se např. při snížení obsahu cukru či tuku ve výrobku dramaticky mění. Možnosti náhrady sladké chuti s využitím „náhradních“ sladidel jsou velmi omezené a jen zcela výjimečně jsou sensorické vlastnosti výrobku zcela shodné s výrobkem slazeným cukrem. Náhradní sladidla jsou rovněž zdrojem určité kontroverze ve vnímání spotřebiteli a je diskutována i jejich vhodnost z hlediska výživového. Podobná situace nastává i v případě tuku, který je nositelem chuti a jeho vyjmutí z výrobku chuť zásadním způsobem pozmění. Některé složky potravin, které jsou předmětem reformulace, mají ovšem také vybrané technologické funkce, kdy například cukr působí jako stabilizátor textury, sůl má vliv na vaznost vody v masných výrobcích atd. Dalším z důležitých parametrů je trvanlivost reformulovaných výrobků, neboť cukr i sůl mají konzervační účinky a jejich snížení může trvanlivost značně ovlivnit. Vždy je tedy nutné u nově reformulovaných výrobků realizovat testy pro ověření doby trvanlivosti/mikrobiální stability, potažmo bezpečnosti daného výrobku. Posledním z klíčových bodů je vnímání reformulované potraviny samotným spotřebitelem, kdy je často nutná osvěta tak, aby nebyla reformulovaná potravina

vnímána jako falšovaná. Tento problém je velmi závažný, neboť při snižování obsahu cukru a tuku, kdy tyto složky patří z ekonomického hlediska při výrobě k těm nákladnějším, může docházet skutečně při tomto typu reformulace i ke snížení výrobních nákladů, nicméně úspora finančních prostředků na surovině může být kompenzována vyššími náklady na úpravu sensorických vlastností, stabilizaci výrobků apod.

Závěr

Reformulace potravin nemůže sama o sobě vést ke zlepšení současného neuspokojivého zdravotního stavu, tj. prevalence nadváhy/obezity a s nimi spojenými chorobami, ale představuje jeden z pozitivních dílčích kroků. Hlavním faktorem ovlivňujícím úspěšnost reformulací je zapojení všech klíčových „hráčů“, tj. výrobců, státní správy, akademických pracovišť atd. V neposlední řadě je třeba neopomínat spotřebitele, pro které jsou reformulované výrobky vyráběny a kteří v konečném důsledku rozhodnou, které reformulační zákroky budou životaschopné.

Použitá a doporučená literatura

WHO: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/noncommunicable-diseases/obesity/data-and-statistics>, cit. 23. 7. 2019.

Aresa, G., et al. (2018). "Product reformulation in the content of nutritional warning labels: Exploration of consumer preferences towards food concepts in three food categories." *Food Research International* 107: 669 – 674.

Bastlová, M., et al. (2019). "Sledování obsahu kuchyňské soli v pečivu a v pokrmech." *Výživa a potraviny* 74(3): 64 – 66.

KHS Jihlava: <http://www.khsjih.cz/solme-s-rozumem.php>, cit. 23. 7. 2019.

van Gunst, A., et al. (2018). "Reformulation as an Integrated Approach of Four Disciplines: A Qualitative Study with Food Companies." *Foods* 7(4).

Shan, L.C., et al. (2017). "Consumer preferences towards healthier reformulation of a range of processed meat products: A qualitative exploratory study", *British Food Journal*, 119 (9): 2013 – 2026.

Buttriss, J. L. (2013). "Food reformulation: the challenges to the food industry." *Proceedings of the Nutrition Society* 72: 61 – 69.

Kloss, L., et al. (2015). "Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union — a review." *NFS Journal* 1: 9 – 19.

Kroger, M., et al. (2006). "Low calorie sweeteners and other sugar substitutes: a review of the safety issues." *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 5: 35 – 47.

Poděkování

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

R 2

PROGRAMY POTRAVINÁŘSKÉ KOMORY ČR K REFORMULACÍM POTRAVIN

Hrabcová M.
Potravinařská komora ČR

Potravinářská komora ČR v reakci na silící evropské i lokální snahy o zlepšení struktury potravin založila koncem roku 2016 Platformu pro reformulace (PPR). Od svého vzniku PPR vytváří odborné fórum, v rámci kterého mohou členové nejen diskutovat nad jednotlivými reformulačními cíli a technologiemi, ale hlavně mohou nastavit závazky ve snížení obsahu cukru, soli, transmastných kyselin a nasycených mastných kyselin. V lednu 2018 potravináři ohlásili Deklaraci ke zdravému životnímu stylu, ve které se zavazují vyvíjet aktivity v této oblasti, průběžně je aktualizovat a vyhodnocovat a sdílet s odbornou i laickou veřejností.

Za dobu fungování PPR se podařilo „vylepšit“ celou řadu výrobků. Např. členové Svazu minerálních vod významně snížili obsah cukru v portfoliu minerálních vod, snižuje se obsah soli v masných a dalších výrobcích a celá řada výrobků již neobsahuje transmastné kyseliny. Probíhá také obohacování potravin (zvýšení obsahu vlákniny a bílkovin, přídavek tzv. superpotravin nebo navýšení ovocné složky) a snižování energie na porci.

PPR se soustřeďuje také na vzdělávání a publikační činnost: byly zveřejněny brožury k cukru, soli, tukům a vyvážené stravě; proběhl odborný seminář k odstraňování transmastných kyselin, byla spuštěna soutěž „Reformulace roku“. Veškeré informace o PPR lze najít na webových stránkách www.reformulace.cz.

CZECH FOOD FEDERATION'S PROGRAMMES ON FOOD REFORMULATIONS

In reaction to the European as well as local calls to improve the composition of the foodstuffs, Czech food and drinks federation created in 2016 Platform for reformulations. This platform is considered as an expert forum for its members to discuss reformulation objectives and technologies and form specific reformulation commitments in the area of sugar, salt and TFA reduction. In January 2018 food producers launched Healthy lifestyle declaration, gathering their commitments in the area of healthy lifestyle support.

Since its establishment, Platform for reformulation has achieved lots of food products' innovations and reformulations. For example, members of the Mineral water association significantly reduced amount of sugar in their products. Meat producers continuously work on the salt reduction and a number of products does not contain any TFA anymore. Producers also work on the fortification of their products and reduction of calories per portion.

Platform for reformulations's activities include education as well. Several brochures (on sugar, salt, fat and healthy eating) have been published and a new competition „Reformulation of the year“ has been launched. More information on www.reformulace.cz.

R 3

REFORMULACE MASNÝCH VÝROBKŮ – MÓDNÍ TREND NEBO OPRÁVNĚNÝ POŽADAVEK?

Kameník J., Macharáčková B., Ježek F.

Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno

V oblasti tzv. zpracovaných mas (processed meats), tzn. ve skupině masných polotovarů a masných výrobků se reformulace týkají následujících úprav: snížení obsahu soli a/nebo obsahu tuku; obohacení výrobků ingrediencemi s pozitivním vlivem na zdravotní stav (např. mastné kyseliny řady omega 3, probiotika, vitaminy, vláknina); snížení obsahu, nebo úplná náhrada chemických přídatných látek, jako např. dusitany.

V oblasti snížení obsahu soli v masných výrobcích lze postupovat v zásadě dvěma způsoby. Prvním je možnost snížení na limit technologické účinnosti přídavku soli, tj. vlivu na zvýšení schopnosti masa vázat vodu, a současně bez negativního vlivu na chuť výrobku. V případě masných produktů v přírodních technologických obalech je reálné snížení podílu soli na hodnoty okolo 1,8 %. V experimentu s masnými výrobky typu párků a špekáčků byly zaznamenány rozdíly v senzoryckých vlastnostech ani údržnosti u dávek s podílem soli 1,6 nebo 1,8 % ve srovnání se shodnými produkty s 2,0 % soli. Druhou možností je částečná náhrada sodných iontů jinými, většinou draselnými. Pro některé rizikové skupiny konzumentů by však tento způsob nemusel být vhodný.

Reformulace masných výrobků s ohledem na přítomný tuk směřují v současnosti dvěma směry. Jedním je prosté snížení podílu tuku ve finálním výrobku. Druhá možnost spočívá v náhradě (zpravidla částečné) přirozeně používaného živočišného tuku (vepřového sádla nebo hovězího loje) jiným tukem, jehož vlastnosti více vyhovují zdravotním doporučením. Postupy použití rostlinných nebo rybích tuků do masných výrobků zahrnují přímou aplikaci tukových složek, inkorporaci v enkapsulované formě nebo v podobě stabilizovaných emulzí (tzv. předemulgované oleje), či použití tzv. strukturovaných jedlých olejů - oleogelů. Jakákoliv změna v tukové složce se však v receptuře masných výrobků musí provádět velmi obezřetně. Změny v tukové složce se mohou projevit v podobě odlišné chuti, bledší barvy nebo rozdílné textury.

MEAT PRODUCTS REFORMULATION - A MODERN TREND OR THE RIGHT REQUIREMENT?

In the area of processed meats, ie. in the group of meat preparations and meat products, the reformulations concern the following: reduction of salt content and / or fat content; enrichment of products by ingredients with a positive effect on health (eg omega 3 fatty acids, probiotics, vitamins, fiber); reducing or completely replacing chemical additives such as nitrites.

In principle, there are two ways to reduce the salt content in meat products. The first is the possibility to reduce the salt content when the technological properties of the meat are not affected and without affecting the taste of the product as well. In the case of meat products in natural casings it is realistic to reduce the salt content to about 1.8%. In an experiment with frankfurters, no differences in sensory characteristics and shelf life were observed in batches of 1.6 or 1.8% salt compared to the same products with 2.0% salt. The second option is to partially replace sodium ions with other, mostly potassium. However, for some risk groups of consumers, this method might not be appropriate.

Reformulation of meat products with regard to the fat content is currently in two ways. One is simply reducing the proportion of fat in the final product. The second option is to substitute (usually partial) the naturally used animal fat (pork back fat or beef fat) with another fat whose properties are more in line with health recommendations. Procedures for using vegetable or fish fats in meat products include direct application of fat components, incorporation in encapsulated form or in the form of stabilized emulsions (so-called pre-

emulsified oils), or the use of so-called structured edible oils - oleogels. However, any change in the fat component must be done with great care in the recipe for meat products. Changes in the fat component may appear in the form of a different taste, paler color or different texture.

R 4

TUKY A REFORMULACE, KDE TO MÁ SMYSL?

Brát J.

Tuky a mastné kyseliny patří mezi klíčové živiny, které ovlivňují růst a vývoj v raném dětství a neinfekční nemoci hromadného výskytu v pozdějším věku. Podle současných výživových doporučení by měl být příjem tuků umírněný na rozdíl od nízkotukových diet propagovaných v minulém století. Stále platí preference pro konzumaci nenasycených mastných kyselin, omezování příjmu nasycených a vyhýbání se transmastným kyselinám. Na druhou stranu záměna nasycených mastných kyselin za sacharidy na bázi škrobu nebo cukry nepřináší zdravotní prospěch. Podobně nemá smysl náhrada palmového tuku za jiné tuky s obdobným výživovým profilem. To jsou důležité aspekty, které je třeba zhodnotit v rámci plánovaných reformulací. Jako důležité se rovněž jeví správný výběr tuků pro různé kuchyňské aplikace, abychom se vyvarovali nežádoucím změnám v olejích během přípravy pokrmů.

FATS AND REFORMULATIONS, WHERE IT MAKES SENSE?

Fats and fatty acids are key nutrients that affect early growth and development and non-communicable diseases later in life. Contrary to past dietary advice promoting low-fat diets, current dietary guideline recommends a moderate fat intake. Choosing foods with unsaturated fatty acids, limiting foods high in saturated fatty acid, and avoiding trans fatty acids is a constant message over decades. However replacing saturated fatty acids with carbohydrates based on starch or sugars does not bring a health benefit. Similarly, it does not make sense to replace palm fat by other fats with a similar nutrient profile. These are important aspects to be considered in the context of the planned reformulations. It is also important to choose right fat for different kitchen applications in order to avoid non-desirable changes in oil during cooking.

Více na str. 173.

R 5

JE TUK VE VÝŽIVĚ (NE)PŘÍTELEM?

Dlouhý P.
3. lékařská fakulta UK, Praha

R 6

PROČ SNÍŽIT PŘÍJEM SACHARIDŮ VE VÝŽIVĚ A JEJICH OBSAH V POTRAVINÁCH

Anděl M.
3. lékařská fakulta UK, Praha

SNIŽOVÁNÍ OBSAHU CUKRŮ Z POHLEDU VÝROBCE

Blecherová J.
Nestlé Česko s.r.o.

Nestlé je největší světový výrobce potravin a nápojů, což pro nás znamená i spoluodpovědnost v oblasti výživy. Naším cílem je zvyšovat kvalitu života a přispívat ke zdravější budoucnosti. Máme dlouhodobý závazek nabízet chutnější a zdravější výrobky, včetně dalšího snižování obsahu cukru, soli a nasycených tuků. Tato cesta začala již před patnácti lety a nejvýrazněji se projevila v našem globálním závazku snížit přidaný cukr do našich výrobků o 5% v období 2017-2020. Obdobně jsme se zavázali snížit sůl a nasycené tuky o 10% za stejné období. Při snižování cukru chceme zároveň zlepšit celkový nutriční profil výrobků, zachovat důvěru spotřebitele v použité ingredience a to vše bez chuťových kompromisů. Tyto aktivity jdou napříč celým portfoliem výrobků, ať už se jedná o globální nebo lokální značky. Zároveň tím chceme podpořit naši ambici pro rok 2030 – pomoci 50 milionům dětí vést zdravější život.

SUGAR REDUCTION FROM THE PERSPECTIVE OF THE PRODUCER

Nestlé is the world's largest food and beverages company which means for us co-responsibility in the field of nutrition. At Nestlé, we aim to enhance quality of life and contribute to a healthier future. We have a continuous commitment to offer tastier and healthier choices, including further reductions in sugars, sodium and saturated fat. This journey started already 15 years ago and is reinforced by new commitments towards 2020. We have committed to reduce the sugars we add in our products by 5% by 2020 compared to 1 January 2017 and the salt and the saturated fat by 10% versus the same baseline. At the same time we want to ensure a healthier nutrient profile overall and ensure consumer trust in the ingredients we use, without compromising taste. These activities cover the whole portfolio, whether it is global or local brand. With these commitments we want to support our 2030 ambition to help 50 million children lead healthier lives.

VÝZNAM REFORMULACÍ V PEKAŘSKÝCH VÝROBCÍCHBozděch V.¹, Sluková M.², Skřivan P.²¹Albert, s.r.o.²Ústav sacharidů a cereálií, VŠCHT Praha**ÚVOD**

Obiloviny a výrobky z nich byly a jsou stále jednou z nejdůležitějších součástí zdravé a pestré stravy. Chléb, běžné pečivo a ostatní cereální produkty jsou především rychle dostupným zdrojem energie ve formě škrobu a významným zdrojem bílkovin (byť neplnohodnotných). Pokud jsou pro výrobu použity tmavé nebo celozrnné mouky, jsou také zdrojem vlákniny a obsahují další nutričně prospěšné složky (polyfenoly, vitaminy, minerální látky). Dostupnost energie v dobře využitelné formě se však v naší stávající přebytkové energetické bilanci (převaha příjmu nad výdejem energie) mění v problém (rozvoj civilizačních onemocnění apod.) (Skřivan a Sluková, 2016; Sluková a Skřivan, 2016). Mezi vysokým příjmem soli a zvýšeným krevním tlakem byla jasně prokázána přímá souvislost (Quilez a Salas-Salvado, 2012).

Navíc běžné pečivo a chléb patří do skupiny potravin s vysokým glykemickým indexem (GI) (hodnota GI běžného pečiva a chleba bývá kolem 65-70). Další nevýhodou konzumace chleba a pečiva mohou být relativně vysoké recepturní přídavky chloridu sodného (NaCl). U některých druhů jemného pečiva a cukrářských výrobků je ve výživě nežádoucí vysoký obsah nasycených tuků a cukru.

Při srovnání významu potenciálních výživových rizik a z nich vyplývající potřeby reformulací v pekařských výrobcích je snížení obsahu soli na technologicky a senzorycky únosné minimum nejdůležitější aktivitou. Následuje potřeba reformulace ve vztahu ke snížení GI výrobku, snížení obsahu cukru a snížení obsahu tuku s vysokým obsahem nasycených mastných kyselin (zejména u jemného pečiva).

Význam soli v pekařské výrobě a ve výživě

Význam soli (NaCl) v pekárenské technologii se projevuje v několika směrech. Značný vliv má přídavek soli na reologické vlastnosti těsta (Příhoda a kol., 2003). Přídavkem soli se zpevňuje struktura těsta, ale současně se snižuje vaznost mouky. Sůl zlepšuje zpracovatelnost těsta, zajišťuje vyšší výtěžnost těsta, prodlužuje dobu vývinu těsta a zlepšuje jeho stabilitu. Přídavek soli má také vliv na fermentaci těsta (Salovaara, 2009). Dávky soli v množství 1-2 % hm. na mouku se podílí na senzorycké kvalitě pekařského výrobku (aroma a chuť výrobku). V případě chuti jde nejen o dosažení slané chuti, ale o dosažení tzv. „plné“ chuti výrobku. Vyšší přídavek soli také prodlužuje trvanlivost chleba snížením aktivity vody, čímž se sníží riziko mikrobiální kontaminace. Doporučená denní dávka soli pro dospělé osobu je 5-7 g/den. V České republice se však příjem soli u dospělé populace pohybuje mezi 8-17 g/den (SZÚ). Chléb a pečivo sice nepatří mezi potraviny s nejvyšším obsahem soli (obsah soli v pečivu se zpravidla pohybuje mezi 1-2 g/100 g výrobku). Problém je ale v tom, že díky vysokému podílu chleba a pečiva ve stravě představuje příjem soli touto cestou vysoký podíl na jejím celkovém příjmu, přibližně 30-40 % denního příjmu soli (SZÚ).

Možnosti snižování obsahu soli v pekařských výrobcích

Náhrada soli ve výrobcích je obtížná, protože chlorid sodný významně ovlivňuje fyzikální a chemické vlastnosti výrobku (Salovaara, 2009). Slanou chuť vykazují i další látky, ale čistě slanou chuť má pouze chlorid sodný. Náhrady soli jako jsou např. KCl, MgCl₂ a další vykazují navíc různě intenzivní chuť hořkou až kovovou (Velíšek, 1999). Drastické snížení koncentrace iontů a změny poměru iontů (sodné, draselné) by znemožnilo zpracovatelnost těsta (Salovaara,

2009). Z technologického hlediska by 20% nahrazení chloridu sodného jinou sloučeninou nezpůsobovalo výrazné problémy. Druhou stránkou by však byla zhoršená sensorická kvalita pečiva.

Další možné náhrady (směs minerálních solí, zvýrazňovače slané chuti, přírodní kvasničný extrakt v kombinaci s NaCl apod.) obsahují aromatické látky a další složky, které mohou maskovat kovovou pachutí KCl (Příhoda a kol., 2003). Tímto způsobem je možné snížit až o 50 % soli ve výrobku. Snižování obsahu NaCl je však omezeno jak požadavky technologie, tak sensorickými požadavky (a návyky konzumenta).

Jednou z možností pro přímé snižování NaCl bez náhrady pro účely „naplnění chuti“ výrobku je využití produktů fermentačních procesů (Skřivan a Sluková, 2018). U běžného pšeničného pečiva lze zařadit kvasný stupeň (omládek, ferment), u některých druhů pšeničného pečiva lze použít i pšeničný kvas, u chlebů se osvědčilo vedení kvasů (startéry, doba, teplota, výtěžnost) s důrazem na vznik sensoricky významných látek. Další možností je použití hydrotermicky upravených obilovin, pseudoobilovin, luštěnin, jejich šrotů, mouk (ve formě záparů, zákvasky, závačky; v moderním provedení tzv. „aromatechnologie“).

Plnější chuť přidávaného fermentačního produktu do receptury chleba a pečiva může vést k nižším nárokům na slanost finálního pekařského výrobku. Vedle prohloubení sensorických vlastností pekařského výrobku může docházet při použití výše uvedených produktů ke zjemnění struktury a textury chleba a pečiva (dokonalejší hydratace hydrokoloidů spolu se snížením pH těsta), k uvolnění některých nutričně významných látek z komplexních struktur (zvýšení jejich biologické dostupnosti), a zvýšení stability pekařského výrobku (nižší pH, přítomnost kyselin, zejména kyselina mléčná vykazuje antifungální vlastnosti).

Testovány byly také speciální přípravky na bázi úpravy krystalické struktury NaCl (přípravek SODA LoTM, Tate & Lyle), což vedlo k zintenzivnění slané chuti bez zvýšení koncentrace Na⁺. Přípravek obsahuje mořskou sůl ve formě jemných, dutých mikrokrytalů (průměrná velikost částic kolem 200 μm) (Interní materiály Tate & Lyle). Přípravek se rychleji a intenzivněji rozpouští v těstě, byl v těstě homogenně rozptýlen a způsoboval silnější pocit slané chuti než při stejné dávce soli v běžné podobě (hrubší krystalky). Tímto způsobem tak bylo možné prakticky ověřit a otestovat u tukových vek a rohlíků možnost snížení obsahu NaCl až o 25 % bez významného sensorického a technologického dopadu. Při použití podobných sloučenin jako náhrady NaCl v běžné formě je potřeba zvážit také jejich dostupnost a cenu.

ZÁVĚR

Námětů na možné reformulace v pekařských výrobcích je, jak bylo uvedeno, více. Domníváme se však, že snížení obsahu soli v chlebu a pečivu je jednoznačně nejvýznamnějším úkolem, protože zprvce vyšší příjem soli přímo souvisí s hypertenzí a zadruhé chléb a běžné pečivo jsou potraviny denní spotřeby. Význam jistě má také, tam kde je to možné, náhrada živočišných a ztužených tuků kvalitními rostlinnými oleji. Ale například snaha o snížení celkového obsahu tuku a cukru v jemném pečivu a zejména cukrářských výrobcích může být jak technologicky, tak i nutričně kontraproduktivní či přinejmenším diskutabilní (např. náhrady cukru umělými sladidly apod.). Reformulace, jak se domníváme, mají smysl tehdy, pokud se dotýkají jednoznačných zdravotních rizik a zejména u výrobků, které jsou určeny pro každodenní nebo častou konzumaci. Problém jemného pečiva a cukrářských výrobků se týká více vysoké kvantity a četnosti jejich konzumace, která není ani nutná, ani žádoucí.

LITERATURA

- Interní materiály, Tate & Lyle. <https://www.tateandlyle.com/ingredient/soda-lo-salt-microspheres>.
- Příhoda J., Novotná D., Humpolíková P. (2003): Základy pekárenské technologie, str. 88-90. Pekař a cukrář s.r.o. Praha.
- Quilez, J., Salas-Salvado, J. (2012): Salt in bread in Europe: potential benefits of reduction. *Nutrition Review* 70: 666-678.

- Salovaara H. (2009): Technologies of salt reduction in bread: issues, problems and solutions. Salt in Bread: technical, taste and other parameters for healthy eating. Seminar 21.10.2009, Brusel, Belgie.
- Skřivan P., Sluková M. (2016): Chléb dříve a dnes. *Potravinářská revue* 2: 12-13.
- Skřivan P., Sluková M. (2018): Kvasné procesy v moderní pekárenské technologii. *Potravinářská revue* 4: 24-26.
- Sluková M., Skřivan P. (2016): Pšeničné pečivo v lidské výživě. *Potravinářská revue* 4: 26-30.
- Velíšek J. (1999): *Chemie potravin* 2, str. 328. OSSIS, Tábor.

R 9

VÝZNAMNÉ ZDROJE RIZIKOVÝCH ŽIVIN

Dostálová J.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6

Úvod

V odborné literatuře se uvádí, že výživa je nejvýznamnějším faktorem zevního prostředí, který ovlivňuje zdraví člověka a následně délku jeho života i délku tzv. aktivního života. Literární údaje uvádějí rozmezí vlivu 40 - 60 %. Je to jeden z důvodů současného velkého zájmu o výživu a potraviny.

Nesprávná výživa se významně podílí na řadě onemocnění, které ovlivňují aktivitu člověka a zvyšují riziko jeho předčasného úmrtí. Jsou to především:

- Vysoký krevní tlak
- Nemoci srdce a cév (infarkt, cévní mozková příhoda)
- Některé druhy nádorových onemocnění
- Cukrovka 2 typu
- Obezita
- Nemoci ledvin
- Osteoporóza

Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) většina hlavních faktorů, které se nepříznivě uplatňují na zdraví člověka, souvisí s výživou. V pořadí závažnosti jsou to:

- nadbytečný příjem soli
- vysoký příjem alkoholu
- nevhodné složení tuku – vysoký obsah nasycených mastných kyselin a trans mastných kyselin.
- vyšší konzumace přidaných cukrů
- vysoký příjem energie
- nedostatečný příjem ovoce a zeleniny.

Příjem soli

V ČR je příjem kuchyňské soli téměř **trojnásobný** než příjem doporučený WHO (5 g/den) a je jeden z nejvyšších v Evropě. Společnost pro výživu doporučuje snížení spotřeby **kuchyňské soli (NaCl)** na 5 - 6 g za den a preferenci používání soli obohacené jodem. U starších lidí snížení příjmu soli pod 5 g na den. V kojeneckém věku stravu zásadně nesolíme, v pozdějším dětském věku užíváme sůl úměrně potřebám dítěte.

Nejvíce soli je přijímáno z potravinářských výrobků (75-80 %), zbytek připadá na pokrmy.

Obsah soli ve vybraných potravinářských výrobcích

- Některé **rybí výrobky** až 14%
- **Bílé sýry** např. sýry typu balkán, jadel až 6% (8 %)
- **Modré sýry** (plísňové) – 4 - 5%
- **Masné výrobky** – doporučeno přidávat do 2,5% soli, obvykle mají do 3%, ale i více např. uzená masa cca 4%, Salami minis Walnuss 5,8% (dětská šunka má méně např. 1,7%)
- **Pekařské výrobky**, zvláště sypané soli. Pekařské výrobky se podílejí na příjmu soli z 20 – 30 % vzhledem k vysokému konzumovanému množství
- **Poděbradka** 1,25 g/l

Další významné zdroje soli

- Hotové pokrmy průmyslově vyrobené
- Dehydratované polévky, instantní nudle
- Sterilovaná zelenina
- Marinády a dochucovadla (i více než 50 %)
- Sójová (až 18%) a další omáčky
- Hotové omáčky na těstoviny
- Bramborové chipsy (až 2 %)
- Slané tyčinky (až 7%)

- Solené ořechy (až 2,5 %)

Některé z výše uvedených bohatých zdrojů soli se konzumují jako pochutiny (mezi jídly např. při televizi, posezení s přáteli apod.), takže konzument přijímané množství většinou ani nevnímá.

Výsledky průzkumu KHS v Ostravě v roce 2018

Krajská hygienická stanice v Ostravě sledovala obsah soli v pečivu podávaném v mateřských školách v Moravskoslezském kraji. Doporučení WHO pro pekařské výrobky je 1,2 g soli/100 g. Tuto hodnotu splnila nebo jen mírně překročila přibližně polovina z 20 vzorků odebraných v mateřských školách. Příspěvek pečiva do denního přívodu soli není při obvykle dietě zanedbatelný.

Dále sledovala příjem soli z obědů v zařízeních poskytujících stravovací služby. Pracovníci KHS odebrali 54 vzorků obědů v 18 provozovnách závodního stravování. Zjištěné hodnoty obsahu soli se pohybovaly od 4,84 g do 14,95 g soli/oběd (průměr 7,84 g/oběd), což znamená více než 2 až 7 násobné překročení doporučené dávky EFSA pro oběd. Ani v jednom případě nebyla doporučená dávka soli 2,1 g soli/oběd dodržena, a to ještě nebylo zohledněno dosolování u stolu, neboť obědy byly odebrány přímo v kuchyni.

Opatření ke snížení příjmu soli v ČR

- Snížit obsah soli v potravinářských výrobcích (75 – 80 % příjmu soli je z potravin)
- Zaměřit se především na výrobky s vysokou spotřebou (pekařské a masné výrobky, některé sýry)
- Omezit příjem většiny vysoce zpracovaných potravinářských výrobků
- Omezit solení pokrmů, zejména „dosolování“ pokrmů na talíři
- Osvětová činnost pro spotřebitele.

Příjem cukrů

WHO doporučuje preferovat ve stravě polysacharidy (škroby), cukrů (např. cukr řepný a třtinový (sacharóza), ovocný (fruktóza), hroznový (glukóza, dextróza), mléčný (laktóza) aj. konzumovat denně maximálně 90 g, přidaných cukrů pouze 50 g (výhledově 25 g/den). Z hlediska výživového je konzumace větších množství cukrů riziková. Při nedostatečném výdeji energie se ukládají ve formě tuku a mají další nežádoucí účinky. Nezanedbatelné nejsou ani kariogenní účinky cukrů. Vlákna je naopak pro organismus prospěšná a měli bychom zvýšit její příjem na 30 g.

Zdroje cukrů

Cukry používané ke slazení nápojů a pokrmů

- **Cukr řepný** (*Beta vulgaris* ssp. *vulgaris*) nebo **třtinový** (*Sacharum officinarum*) - **sacharóza**
- **Cukr přírodní (hnědý)** musí podle vyhlášky obsahovat nejméně **97,5% sacharózy**
- **Sirupy** – glukózový, glukózo-fruktózový a fruktózo-glukózový sirup
- **Javorový sirup** - ze šťávy javoru cukrodárného (*Acer saccharum*) - **sacharóza**
- **Kokosový cukr** – z kokosovníku ořechoplodého (*Cocos nucifera*) – z mízy **sacharóza**, z květů 45 % **fruktózy**, inulin aj.
- **Palmový cukr** – ze šťávy palmy rodu *Borassus* - **sacharóza**
- **Datlový cukr** – z plodů datlovníku pravého (*Phoenix dactylifera*) - **sacharóza**
- **Agávový sirup** – **fruktóza** (cca 75 %)
- z dalších méně známých zdrojů

Nejvýznamnější potravinové zdroje cukrů

- **Nealkoholické nápoje** – většinou 10 % i více
- **Zpracované ovoce** – džemy, rosoly, marmelády, povidla, proslazené ovoce, sušené ovoce aj. – vysoký obsah cukrů – **sacharóza, fruktóza, glukóza**
- **Cukrovinky** – většina je složena téměř výhradně z cukru, glukózového nebo maltózového sirupu
- **Čokoláda a čokoládové bonbony** – obsah cukru závisí na obsahu kakaové sušiny, může být i vyšší než 50 %
- **Výrobky z obilovin** - cereální snídaně (i přes 30 %), cukrářské výrobky, jemné pečivo, některé druhy trvanlivého pečiva (přes 30 %)
- **Kysané mléčné výrobky** – neochucené (4,6%), ochucené – běžně až 16 %, výjimka až 23 %

- **Mražené krémy a zmrzliny** - velmi různý obsah
- **Med** – téměř 80 % cukrů (**fruktóza, glukóza**)

Sladká chuť je většinou lidí oblíbená (její obliba je člověku vrozena). V současnosti však příjem cukrů převyšuje výrazně doporučené dávky (sacharózy téměř dvojnásobně), a proto bychom měli jejich příjem omezit. Není nutné cukry zcela vyloučit, ale konzumovat potraviny s jejich nižším obsahem – je nutné sledovat tabulku výživových hodnot údaj: sacharidy, z toho cukry.

Závěr

V řadě výrobků by bylo z technologického hlediska obsah soli i cukru možné snížit, a proto program reformulací je velice prospěšný. Obsah soli i cukru je nutné snižovat postupně, aby si spotřebitel zvykl na nižší intenzitu slané nebo sladké chuti. Důležité je nezvykat děti na příliš slané nebo sladké potravinářské výrobky a pokrmy.

Použitá literatura

Bastlová M., Letošník R., Remešová M.: Sledování kuchyňské soli v pečivu a v pokrmech. (2019, Výživa a potraviny 74 (3), 64-66

Dostálová J., Kadlec P. (2014): Potravinářské zbožíznalství, KEY Publishing s.r.o., Ostrava

Kadlec P. Melzoch K., Voldřich M. (2012): Přehled tradičních potravinářských výrob, KEY Publishing s.r.o., Ostrava

Kudlová E.: Vysoce průmyslově zpracované potraviny a zdraví, Výživa a potraviny, v tisku SZÚ, www.szu.cz, 4. 8. 2019

Velíšek J., Hajšlová J. (2009): Chemie potravin, OSSIS, Tábor

Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky, <http://www.vyzivapol.cz/vyzivova-doporuceni-dokumenty/>, 4. 8. 2019

WHO, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>, 4. 8. 2019

Údaje na obalech potravin

R 10

VÝVOJ RECEPTURY OVOCNÉ POMAZÁNKY SE SNÍŽENÝM OBSAHEM PŘIDANÉHO CUKRU

Rýdlová, L., Juhászová, G., Ševčík, R., Rajchl, A.

Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6

ÚVOD

Z důvodu zvyšující se prevalence nadváhy a obezity a s nimi spojených onemocnění roste zájem o potraviny, které by byly vhodnou alternativou pro osoby trpící těmito zdravotními problémy.

Pojem ovocné pomazánky se obecně používá v konzervářství pro marmelády, džemy, povidla, rosoly a podobné výrobky. Ovocné pomazánky mají tradičně vysoký obsah cukrů (60–65 %) a je zde tedy prostor pro jejich reformulaci. Snížení obsahu cukru v potravinách je náročné z důvodu změn chuti, barvy, textury, funkčnosti nebo skladovatelnosti. Tvorba požadované rosolovité konzistence ovocné pomazánky se sníženým obsahem cukru může být dosažena použitím nízkoesterifikovaných pektinů nebo alternativních želírujících prostředků na bázi rostlinných gum či extracelulárních produktů mikroorganismů.

Cílem experimentální části bylo nalézt optimální recepturu jahodové pomazánky se sníženým obsahem cukru s použitím karagenanu jako želírovacího prostředku. Za tímto účelem byly připraveny vzorky o různém procentuálním obsahu jahod, cukru a karagenanu, dále byl zkoumán také vliv přídavku kyseliny citronové. U vzorků byly změřeny fyzikální a senzorycké vlastnosti a na základě získaných dat byly mezi sebou porovnány.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Pro přípravu vzorků ve fázi optimalizace metody byla jako ovocná surovina používána jahodová pulpa (20 a 40 %). Byl zkoumán vliv přídavku karagenanu C (1; 1,5 a 2 %) a cukru (10; 20; 30 a 40 %).

Z důvodu předpokládaného významného vlivu obsahu kyseliny na želírovací schopnosti karagenanu byly připraveny vzorky s různým přídavkem kyseliny citronové (0,5 a 0,8 %). Jako ovocná surovina zde byla použita jahodová dřev, která byla dále vybrána také pro finální model. Všechny vzorky obsahovaly 1,5% přídavek karagenanu C.

Pro globální posouzení vzájemných vlivů jednotlivých složek receptury byl navržen model obsahující předem vybrané vhodné dávky složek. Z obou typů karagenanů byly připraveny modelové řady gelů pro ověření vlivu obsahu karagenanu (1; 1,5 a 2 %), cukru (10; 20; 30 a 40 %) a přídavku kyseliny citronové (0; 0,25; 0,5 %) na vlastnosti gelu.

Byly vyrobeny výsledné reformulované jahodové pomazánky se sníženým obsahem cukru (10–40 %) a různým obsahem jahodové dřevě (20–50 %). Při přípravě pomazánek byl jako alternativní želírovací prostředek použit karagenan (2 %). Jako regulátor kyselosti byla použita kyselina citronová v takovém přídavku, aby bylo dosaženo celkového obsahu kyselin 0,5 %. Byl sledován vliv přídavku jednotlivých surovin na tuhost gelu, barvu, refraktometrickou sušinu, pH a výsledky senzoryckého hodnocení. Dále byl změřen obsah cukrů a kyselin metodou HPLC.

PŘÍPRAVA VZORKŮ

Příprava vzorků probíhala v uzavřeném varném mixéru. Jahodová dřev byla smíchána s vodou a při teplotě 90 °C míchána zpětným chodem nožů po dobu 10 minut. Poté byla přidána dobře promíchaná směs cukru a karagenanu C a takto vzniklá směs byla míchána 15 minut při teplotě

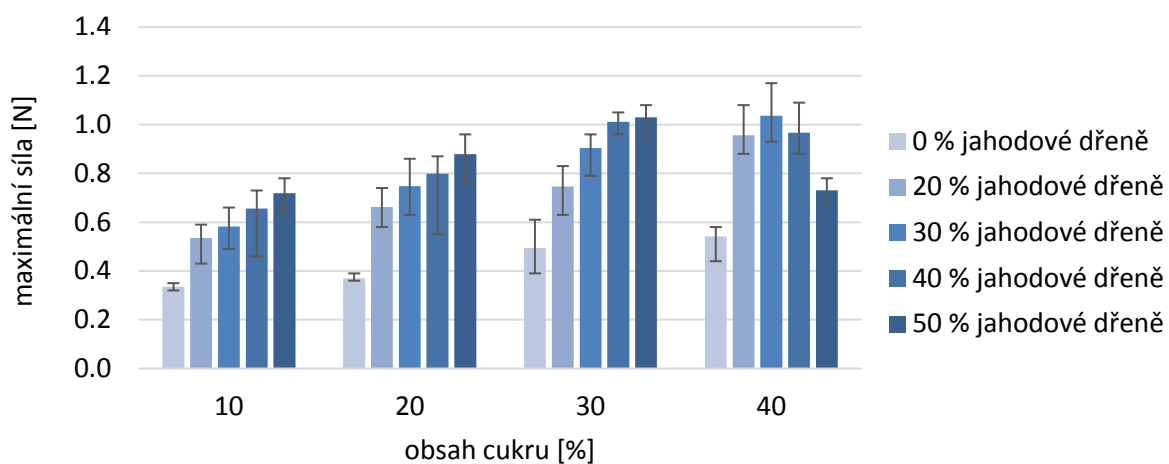
80 °C. Vypočtené množství kyseliny citronové bylo přidáno do směsi 2 minuty před koncem přípravy ve formě 50% roztoku. Celková hmotnost jedné várky byla 500 g.

Tab.1 Složení vzorků výsledných jahodových pomazánek

Obsah karagenanu C = 2 %		Obsah jahodové dřevě [%]			
		20	30	40	50
Obsah cukru [%]	10	J1	J5	J9	J13
	20	J2	J6	J10	J14
	30	J3	J7	J11	J15
	40	J4	J8	J12	J16
Přídavek kyseliny [%]		0,32	0,23	0,14	0,05

Tab.2 Zařazení vzorků jednotlivých výsledných jahodových pomazánek dle legislativy

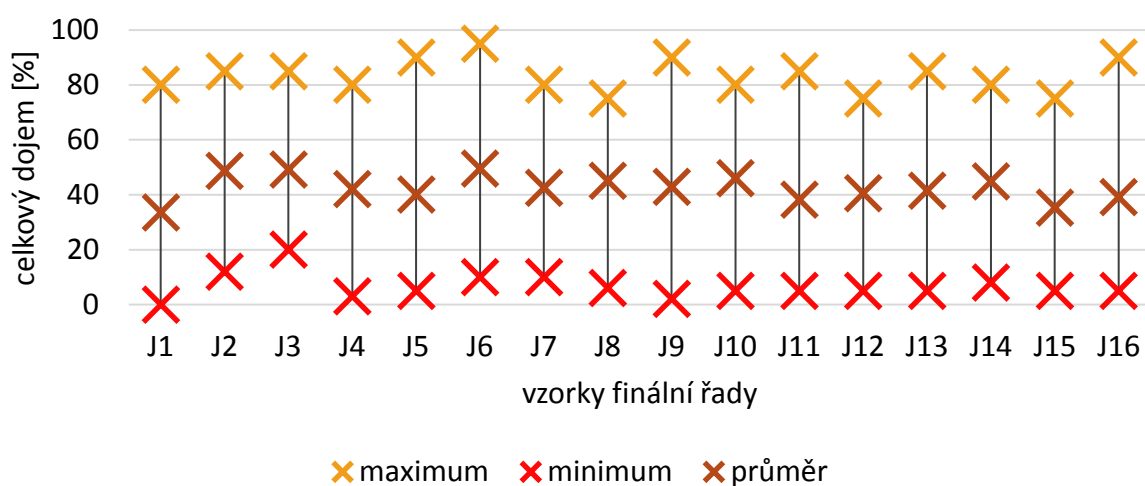
Vzorek	Obsah jahod. dřevě [%]	Obsah cukru [%]	Skutečná refr. sušina [°Brix]	Zařazení dle minimálního hmotnostního podílu ovoce	Zařazení dle refraktrometrické sušiny
J1	20	10	15,8 ± 0,2	<i>ovocná pomazánka</i>	<i>ovocná pomazánka</i>
J2		20	26,4 ± 0,1		
J3		30	36,2 ± 0,2		
J4		40	46,3 ± 0,4		
J5	30	10	17,2 ± 0,2	<i>ovocná pomazánka</i>	<i>ovocná pomazánka</i>
J6		20	27,6 ± 0,2		
J7		30	37,9 ± 0,1		
J8		40	47,4 ± 0,4		
J9	40	10	18,8 ± 0,2	džemy (min. 350 g/1 kg)	<i>ovocná pomazánka</i>
J10		20	29,2 ± 0,4		
J11		30	39,2 ± 0,4		
J12		40	49,2 ± 0,3		
J13	50	10	20,4 ± 0,4	džemy výběrové (Extra); džemy výběrové (Extra) speciální; džemy výběrové (Extra) méně sladké (min. 450 g/1 kg)	džemy výběrové (Extra) speciální (nejvýše 40 °Brix)
J14		20	31,1 ± 0,1		
J15		30	40,5 ± 0,6		<i>ovocná pomazánka</i>
J16		40	51,2 ± 0,1		



Graf 1 Vliv obsahu cukru na tuhost gelu



Obr. 1 Měření tuhosti gelu (jahodové pomazánky)



Graf 2 Senzorické hodnocení výsledných jahodových pomazánek

ZÁVĚR

Byl zjištěn významný vliv přídavku kyseliny na tuhost gelu. Přídavek kyseliny také ovlivňuje intenzitu sladké chuti. Se zvyšujícím se přídavkem kyseliny výrazně klesala tuhost gelu. Vliv obsahu cukru a jahodové suroviny na fyzikální vlastnosti výrobků byl méně významný. U vzorků jahodových pomazánek bylo možné snížení obsahu cukru až na 10 %. Většina výrobku výsledných jahodových pomazánek (J1- J16) byla pro vybrané hodnotitele sensoricky akceptovatelná. Některým hodnotitelům scházela u vzorků kyselá a ovocná chuť, jež bývá u podobných výrobků typická, pozitivně však hodnotili texturu vzorků.

Výroba ovocných pomazánek tohoto typu se standardními vlastnostmi je komplexní problém ovlivněný mnoha faktory včetně typu použitého želírujícího prostředku, vlastností vstupní suroviny a dalších.

PODĚKOVÁNÍ

Projekt č. QK1910100 Vliv reformulace na trvanlivost a fyzikálně-chemické vlastnosti potravinářských výrobků je podpořen z „Programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017-2025: ZEMĚ“

Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 21-SVV/2019)

LITERATURA

Benjamin, I. J.; et al. Obesity. *Andreoli and Carpenter's Cecil Essentials of Medicine*, 9th ed.; Elsevier Saunders: Philadelphia, **2016**; Chapter 67, pp 675–682.

Campbell-Platt, G., Ed. *Food Science and Technology*, 2nd ed.; John Wiley & Sons. Ltd.: USA, 2018.

Dobiáš, J. Výroba rozmělněných produktů. *Přehled tradičních potravinářských výrob*, 1st ed.; KEY Publishing s.r.o.: Ostrava, 2012; Chapter 3.1.7, pp 141–148.

Vyhláška MZe č. 157/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro čerstvé ovoce a čerstvou zeleninu, zpracované ovoce a zpracovanou zeleninu, suché skořápkové plody, houby, brambory a výrobky z nich, jakož i další způsoby jejich označování. *Sbírka zákonů ČR*, 2003, částka 59 (2003).

Zia, K. M.; et al. A review on synthesis, properties and applications of natural polymer based carrageenan blends and composites. *Int. J. Biol. Macromol.* **2017**, *96*, 282–301.

R 11

ALLITHIOLANY – ORGANOSIRNÉ SLOUČENINY ZODPOVĚDNÉ ZA HOŘKOU CHUŤ CIBULE

Štefanová I.¹, Kubec R.¹, Moos M.², Urajová P.³, Kuzma M.⁴, Zápál J.⁴

¹⁾ Katedra aplikované chemie, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

²⁾ Laboratoř analytické biochemie a metabolomiky, Biologické centrum AV ČR v Českých Budějovicích

³⁾ Laboratoř řasové biotechnologie, Mikrobiologický ústav AV ČR v Třeboni

⁴⁾ Laboratoř charakterizace molekulární struktury, Mikrobiologický ústav AV ČR v Praze

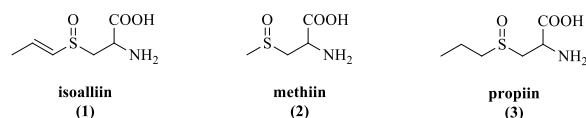
Souhrn

Cibule kuchyňská (*Allium cepa*) je díky svým výrazným organoleptickým vlastnostem známá téměř po celém světě a stala se nedílnou součástí mnoha produktů potravinářského průmyslu. Nositeli typických organoleptických vlastností cibule jsou především rozmanité organosírné sloučeniny, které se staly předmětem velkého počtu vědeckých studií. Za vědecky zcela neprozkoumanou oblast lze ovšem označit vysoce nežádoucí hořknutí cibule, ke kterému často dochází během jejího kulinárního i průmyslového zpracování. Pomocí několika sérií HPLC frakcionací následovaných senzorkou instrumentální analýzou bylo v homogenizované cibuli nalezeno celkem devět nových, v odborné literatuře dosud nepopsaných skupin organosírných sloučenin. Na základě spektroskopických dat (MS, NMR, IČ) bylo zjištěno, že tyto sloučeniny, triviálně pojmenované allithiolany A–I, jsou strukturně navzájem blíže příbuzné s deriváty 3,4-dimethylthiolan *S*-oxidu. Jejich elementární složení odpovídá sumárním vzorcům $C_xH_yO_2S_4$, $C_xH_yO_3S_5$ popř. $C_xH_yO_4S_6$ ($x = 10–18$, $y = 18–30$). Tyto látky vykazují nepříjemně hořkou chuť s detekčními limity 15–30 ppm. Byly navrženy pravděpodobné mechanismy tvorby allithiolanů, na jejichž základě lze usuzovat, že vzniku těchto sloučenin patrně nelze zabránit bez současného ovlivnění typických organoleptických vlastností cibule.

Úvod

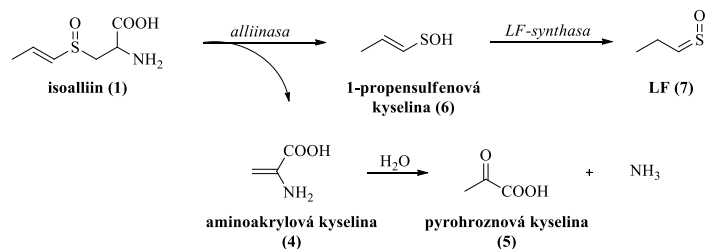
Cibule kuchyňská (*Allium cepa*)

S-Substituované deriváty cysteinu jsou významnými sekundárními metabolity mnoha druhů rostlin, hub a řas. Nejdůležitější skupinou těchto sírných aminokyselin jsou *S*-alk(en)ylcystein-*S*-oxidy, které jsou hlavními prekurzory senzorky a biologicky aktivních organosírných látek rostlin rodu *Allium*. V cibuli se vyskytují celkem tři *S*-alk(en)ylcystein-*S*-oxidy – isoalliin (**1**), methiin (**2**) a propiin (**3**), **Obrázek 1**.



Obrázek 1: Prekurzory sírných sloučenin cibule kuchyňské.

Enzym alliinasa katalyzuje přeměnu *S*-alk(en)ylcystein-*S*-oxidů na velmi reaktivní sulfenové kyseliny, které jsou základními stavebními kameny naprosté většiny organosírných sloučenin rostlin rodu *Allium*. V cibuli je však rozklad isoalliinu ještě výrazně komplexnější. Důvodem tohoto specifického rozkladu je přítomnost dvou odlišných enzymových systémů – alliinasa a LF-synthasa (LFS).¹ Zatímco alliinasa katalyzuje rozklad isoalliinu (**1**) za tvorby 1-propensulfenové kyseliny (**6**) (odštěpení aminoakrylové a pyrohroznové kyseliny (**4** a **5**)), druhý z enzymů, LFS, katalyzuje přeměnu části vznikající 1-propensulfenové kyseliny (**6**) na LF (**7**), sloučeninu s výraznými slzotvornými účinky (**Obrázek 2**).



Obrázek 2: Schéma enzymově katalyzovaného rozkladu isoalliinu (10).

Hořknutí cibule

Produkce hořkých látek v cibuli je spontánním jevem, ke kterému dochází při běžném mechanickém zpracování (např. krájení). Proces hořknutí cibule během jejího zpracování je z vědeckého pohledu zcela neprobádanou oblastí.

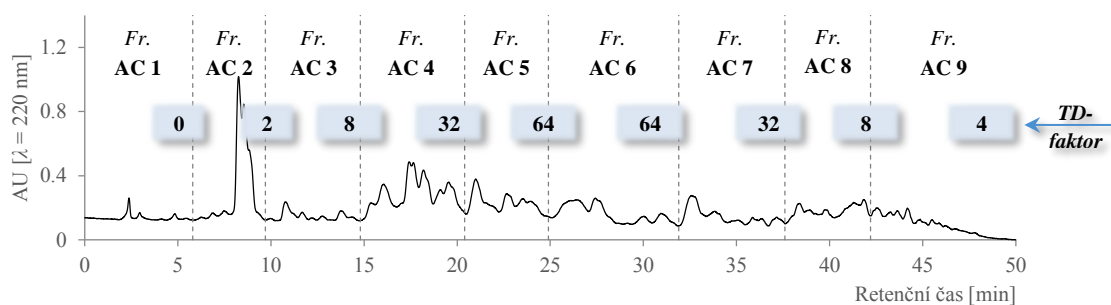
Hořkým látkám vznikajícím při zpracování cibule byly až do současné doby věnovány pouze dvě vědecké publikace ze šedesátých let minulého století.^{2,3}

Cíl studie

- ↳ izolace a identifikace sloučenin zodpovědných za hořkou chuť zpracované cibule:
 → *identifikace struktury, návržení mechanismu vzniku a sensorické hodnocení*

Metody a výsledky

Senzorická analýza – metoda TDA

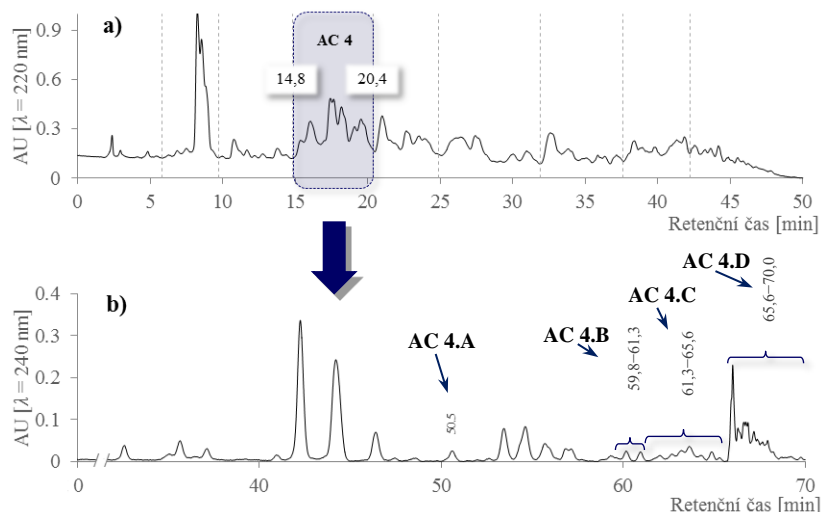


Obrázek 3: C8-HPLC/PDA chromatogram extraktu cibule kuchyňské s uvedenými hodnotami TD-faktorů pro jednotlivé frakce (HPLC metoda viz Kubec *et al.*, 2018⁴).

Prvotním krokem pro identifikaci sloučenin zodpovědných za hořkou chuť cibule byla HPLC frakcionace extraktu homogenizované cibule a následně sensorické hodnocení získaných frakcí metodou TDA (z angl. *taste-dilution analysis*). Oloupaná cibule byla zhomogenizována pomocí kuchyňského odšťavňovače. Čerstvě získaná šťáva vykazovala zpočátku typicky ostré cibulové aroma a chuť bez náznaků hořkosti. Již po 10 minutách, během kterých byla šťáva ponechána při laboratorní teplotě, bylo možné detekovat mírně hořkou chuť, která se do 30 minut od počátku reakce měnila na velmi nepříjemnou, intenzivně hořkou. Po 60 minutách byla cibulová šťáva extrahována DEE a získaný extrakt byl rozdělen preparativní C8-HPLC/PDA celkem na 9 frakcí, které byly sensoricky hodnoceny s cílem stanovit intenzitu hořké chuti, tzv. TD-faktor

(z angl. *taste-dilution factor*), přičemž intenzita hořkosti jednotlivých frakcí byla přímo úměrná hodnotám jejich TD-faktorů (**Obrázek 3**).

Touto analýzou bylo zjištěno, že hořkou chuť o různé intenzitě bylo možné detekovat v 8 z celkových 9 frakcí, což naznačovalo, že hořkost zpracované cibule patrně nebude způsobovat pouze jediná sloučenina.



Obrázek 4: C8-HPLC/PDA chromatogram extraktu (HPLC metody viz Kubec *et al.*, 2018⁴):

a) cibule kuchyňské,

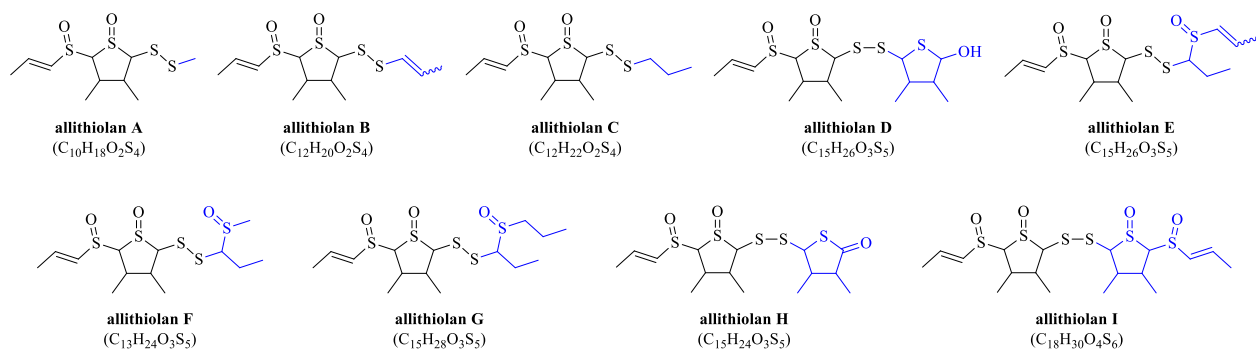
b) frakce AC 4 (podfrakce AC 4A–D vykazovaly hořkou chuť).

Izolace a identifikace hořkých sloučenin

V další fázi identifikace sloučenin zodpovědných za hořkou chuť homogenizované cibule byla pozornost primárně zaměřena na frakce, které vykazovaly nejvyšší intenzitu hořkosti (tzn. nejvyšší hodnoty TD-faktorů), a sice na frakce AC 4–7. Pro tyto frakce byly vyvinuty optimalizované HPLC metody, které díky lepší separaci přítomných sloučenin umožnily jejich izolaci. Jednotlivé podfrakce izolované preparativní C8-HPLC byly podrobeny senzoričké analýze a v případě, že vykazovaly hořkou chuť, byly dále analyzovány spektroskopickými metodami (MS, NMR, IČ). **Obrázek 4** uvádí výsledky senzoričké analýzy frakce AC 4, ve které vykazovaly hořkou chuť pouze podfrakce AC 4.A–D.

Pro frakce AC 6 a 7 nebylo i přes využití řady různých stacionárních fází (C8, C18, F5, bifenyl) dosaženo uspokojivé separace přítomných sloučenin. Identita hořkých látek byla v těchto frakcích zjištěna analýzou MS dat a následným využitím modelových reakčních systémů.

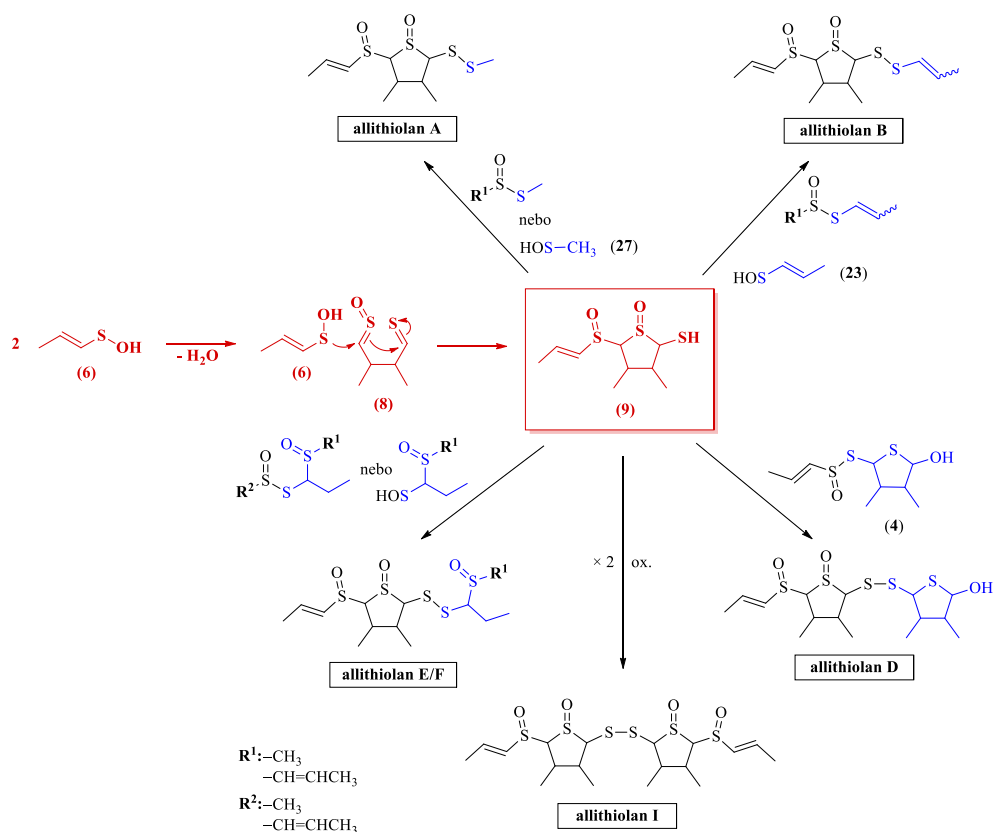
Struktury celkem devíti skupin allithiolanů identifikovaných v cibulovém homogenátu jsou souhrnně uvedeny na **Obrázku 5**.



Obrázek 5: Struktura allithiolanů A–I.

Mechanismus vzniku allithiolanů

Kondenzací 1-propensulfenové kyseliny (**6**), vznikající enzymově katalyzovaným rozkladem isoalliinu (**1**), se tvoří *S*-(1-propenyl)-1-propenthiosulfínát. Tento vysoce reaktivní thiosulfínát podléhá spontánnímu rozkladu za vzniku 2,3-dimethylbutandithial-*S*-oxidu (**8**).^{5,6,7} Lze předpokládat, že karbofilním atakem další molekuly 1-propensulfenové kyseliny (**6**) na **8** dochází k tvorbě 3,4-dimethyl-2-(1-propenylsufinyl)-5-sulfanylthiolan-1-oxidu (**9**), který je velmi pravděpodobně společným meziproductem všech allithiolanů (Obrázek 6).



Obrázek 6: Pravděpodobný mechanismus tvorby allithiolanů A–I.

Organoleptické vlastnosti allithiolanů

Senzorické hodnocení izolovaných skupin allithiolanů probíhalo pomocí trojúhelníkového testu. Chuť všech testovaných allithiolanů byla hodnotiteli charakterizována jako nepřijemná, kovově hořká, přetrvávající v ústech i několik desítek minut po hodnocení. Chuť allithiolanů svým charakterem přesně odpovídala chuti pozorované u homogenizované cibule, což potvrdilo, že tyto látky jsou skutečně jejími klíčovými nositeli. Výsledky sensorické analýzy (tj. stanovení prahu detekce v jednotkách $\mu\text{g/ml}$) pro allithiolany A, B, D a E testované ve vodném roztoku uvádí **Tabulka I**.

Tabulka I: Výsledky sensorické analýzy allithiolanů A, B, D a E.

allithiolan	A	B	D	E
práh detekce [$\mu\text{g/ml}$]	30	30	15	30

Závěr

V průběhu této práce se podařilo dokázat, že při zpracování cibule spontánně vzniká ještě další, mimořádně rozsáhlá skupina dosud neznámých sloučenin triviálně pojmenovaných allithiolany A–I (**Obrázek 5**).

Allithiolany mohou negativně ovlivnit organoleptické vlastnosti homogenizované cibule kvůli jejich intenzivně hořké chuti. Ačkoli je tvorba allithiolanů ve zpracované cibuli technologicky velmi nežádoucí, jedná se o zcela přirozený jev. Na základě provedených experimentů lze prohlásit, že patrně nebude možné vzniku allithiolanů zabránit bez současné ztráty charakteristických sensorických vlastností, pro které si cibule získala oblibu po celém světě.

Literatura

- (1) Imai, S., Tsuge, N., Tomotake, M., Nagatome, Y., Sawada, H., Nagata, T., & Kumagai, H. (2002). An onion enzyme that makes the eyes water. *Nature*, *419*, 685.
- (2) Schwimmer, S. (1967). Development of a bitter substance in onion juice. *Food Technology*, *21*, 292.
- (3) Schwimmer, S. (1968). Enzymatic conversion of *trans*-(+)-*S*-1-propenyl-L-cysteine *S*-oxide to the bitter and odor-bearing components of onion. *Phytochemistry*, *7*, 401–404.
- (4) Kubec, R., Štefanová, I., Moos, M., Urajová, P., Kuzma, M., & Zápál, J. (2018). Allithiolanes: nine groups of a newly discovered family of sulfur compounds responsible for the bitter off-taste of processed onion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *66*, 8783–8794.
- (5) Block, E., Thiruvazhi, M., Toscano, P. J., Bayer, T., Grisoni, S., & Zhao, S. H. (1996). *Allium* chemistry: Structure, synthesis, natural occurrence in onion (*Allium cepa*), and reactions of 2,3-dimethyl-5,6-dithiabicyclo[2.1.1]hexane *S*-oxides. *Journal of the American Chemical Society*, *118*, 2790–2798.
- (6) Block, E., Gulati, H., Putman, D., Sha, D., You, N., & Zhao, S. H. (1997). *Allium* chemistry: synthesis of 1-[alk(en)ylsulfanyl]propyl alk(en)yl disulfides (cepaenes), antithrombotic flavorants from homogenates of onion (*Allium cepa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *45*, 4414–4422.
- (7) Joyce, N. I., Eady, C. C., Silcock, P., Perry, N. B., & van Klink, J. W. (2013). Fast phenotyping of LFS-silenced (tearless) onions by desorption electrospray ionization mass spectrometry (DESI-MS). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *61*, 1449–1456.

SENZORICKÉ HODNOCENÍ ROSTLINNÝCH OLEJŮ

Panovská Z., Ilko V., Míková K., Hrdličková M., Doležal M.

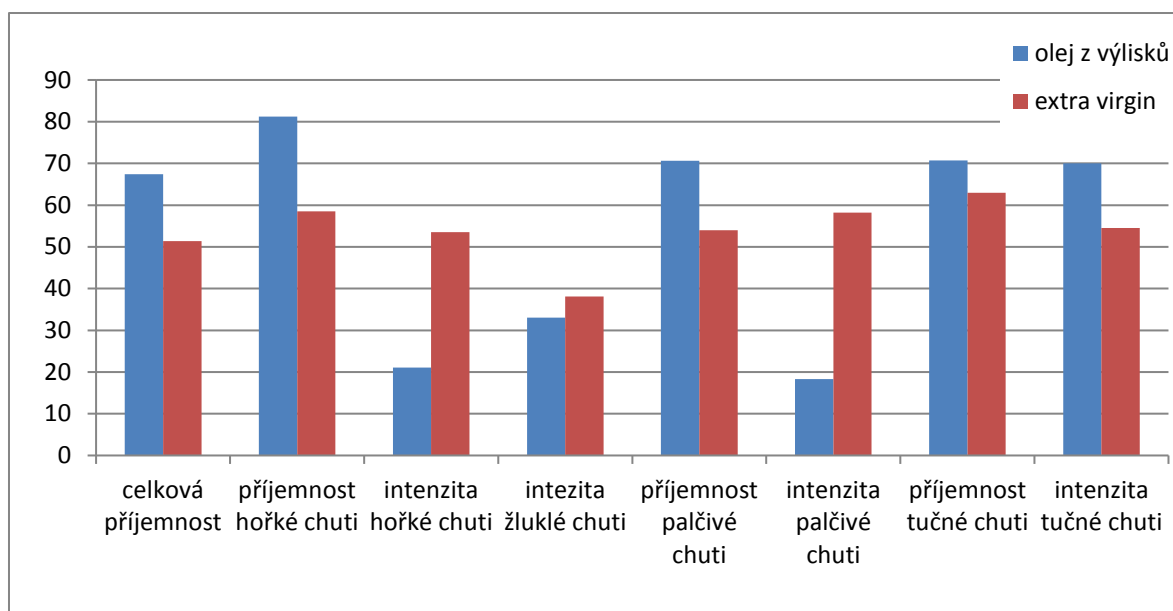
Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha

Senzorické hodnocení olejů patří k často diskutovaným otázkám pro pracovníky senzorických laboratoří. Na jedné straně je velmi dobře propracované hodnocení olivových olejů, ale senzorická analýza jiných olejů už tak dobře propracovaná není. Olivový olej se lisuje z plodů olivovníku (*Olea europaea sativa* Hoff.et Link). Tím, že se získává lisováním plodu, zatímco většina olejů se získává lisováním semen, se liší i jeho složení. Olivový olej je první potravinářský produkt, který musí splňovat právní normu, založenou na organoleptické analýze a odborném testování (směrnice EU č. 796/2002). V Evropě pracují senzorické panely, jejichž členové jsou školeni jen na posuzování olivových olejů a podle jejich posouzení je pak olivový olej řazen do kvalitativních tříd. Olej z plodů různých kultivarů nám dává sice olej lišící se v barvě, chuti a vůni, ale kvalita těchto olejů může být stejná. Na základě výsledků senzorické analýzy jsou olivové oleje klasifikovány na desetibodové stupnici jako:

- a) extra panenský (medián defektů je 0 a medián ovocného atributu je větší než 0), panenský (medián defektů je větší než průměrná hodnota 0), ale ne větší než 3,5, a medián ovocného atributu je větší než 0),
- b) obyčejný panenský (medián defektů je větší než 3,5, ale ne větší než 6,0, nebo medián defektů není větší než 3,5 a střední hodnota defektů není větší než 3,5). Medián ovocného atributu je 0)
- c) lampante virgin (medián defektů je větší než 6,0).

Olivové oleje klasifikované jako lampante nemohou být prodávány a musí být rafinovány a po zušlechtnění již nemohou být klasifikovány jako panenské. Senzorické panely posuzující olivové oleje pracují v zemích, které jsou v Evropě největšími producenty např. Španělsko, Řecko, Itálie.

V poslední době se stále více diskutuje, nakolik se hodnocení profesionálních panelů shoduje s hodnocením konzumentů. V naší laboratoři jsme porovnávali vzorky oleje z výlisků s panenským olivovým olejem a ukázalo se, viz obrázek 1, že konzumenti negativně hodnotili hořkou a palčivou chuť extra panenského oleje. Konzumenti, kteří nejsou vyškoleni a seznámeni s tím, který olej je kvalitní a s hodnocením hořké chuti, většinou preferují oleje s méně výraznou chutí.



Obrázek 1 Sensorické porovnání oleje z výlisků a extra panenského oleje.

Jedno hledisko je tedy, z které rostliny olej pochází a dále je důležité jakým technologickým procesem olej prošel. Rozeznáváme kategorie rafinovaný olej a oleje lisované za studena.

Rafinované oleje - olej, který prošel tzv. rafinačním procesem, při kterém se odstraňují látky, které jsou z hlediska sensorického (chuť a vůně) i hygienického nevhodné. Jednou částí rafinačního procesu je i dezodorace, při které se odstraňují těkavé látky. V současnosti se používá tzv. fyzikální rafinace, která v sobě zahrnuje i dezodoraci. Rafinace odstraní z rostlinných olejů větší část i znečišťujících látek, které se mohou do semen dostat z chemických postřiků rostlin nebo ze znečištěného životního prostředí. Některé škodliviny mohou naopak při rafinaci, kdy se ze zrn zahřátých na vysokou teplotu lisuje a následně ještě chemicky extrahuje a čistí olej, vzniknout.

Senzorické hodnocení olejů

Kvalita oleje se posuzuje na základě fyzikálně chemických vlastností. Sensorické hodnocení se většinou zaměřuje na závady, protože rafinované oleje by měly mít stejnou barvu bez výrazné chuti a bez ohledu na druhu oleje. Hlavní závady u olejů jsou žluklá chuť, plesnivá apod. Při hodnocení sensorických vlastností rostlinných olejů se hodnotí barva, vůně a chuť. Vzorky se připravují do skleněných nádob. Důležité je mít i neutralizátor chuti, kdy se doporučuje vodka, voda, či rohlík. Množství vzorků během jednoho hodnocení se doporučuje 3-4 a dostatečně dlouhé přestávky mezi vzorky. Olej tvoří na stěnách ústní dutiny film, který modifikuje přístup aktivních látek k receptorům chuti a inhibuje odpařování těkavých látek na čichové receptory. Intenzity různých příchutí se snižují. Asi 5-10 minut po prvním sensorickém testu se reakce sensorických receptorů vrátí na původní citlivost.

Hodnocení vůně – nádoba so vzorkem rostlinného oleje by se měla nechat vzít do dlaně, aby se vzorek trochu zahřál a vyvinula se vůně těkavých látek. Dále se používá metoda *sniffing*, spočívající v tom, že se nádoba se vzorkem promíchá krouživým pohybem, tím dojde k uvolnění par, které se potom nádechem vtáhnou.

Hodnocení chuti – před samotnou degustací je nutné nejprve vymýt ústní dutinu vodou. Do úst se vloží dostatečné množství vzorku, aby se zachytily vjemy základních chutí. Pohybem jazyka je nutné smočít celou ústní dutinu. Chuť se vyvíjí na základě postupného rozpouštění chuťových složek ve slinách. Při degustaci se doporučuje vzorky i spolknout, protože při polykání se lépe vnímá chuť hořká a mýdlová chuť. Negativní chutě jsou např. zatuchlá,

plísňová (kontaminací plísněmi) vinná nebo octová (v důsledku kvašení), kovová (dlouhý styk olejů s kovovými materiály – při mletí, míchání, lisování), zatuchlá pachů (oleje prošly procesem autooxidace).

Nejpodrobněji se v poslední době věnovali sensorickému hodnocení olejů autoři. Matthäus a Ludger ve své studii popisují sensorické hodnocení olejů za studena lisovaného a rafinovaného řepkového, slunečnicového, hroznového, argonového a sójového oleje.

Pro řepkový olej za studena lisovaný a vyrobený z vysoce kvalitních semen autoři uvedli, že kvůli spolehlivosti a reprodukovatelnosti výsledků jsou vhodné deskriptory oříškový, dřevitý a trpký. Deskriptor dřevitý je spojený s vjemem, který nemusí být příjemný pro hodnotitele, ale neznamená závadu oleje. Deskriptor trpkost je spojený s drsným pocitem v ústech, např. trpkost je vnímána i při degustaci vína s vysokým obsahem taninů. Některé oleje mohou vykazovat jako *off-flavour* aroma, např. zatuchlost, plesnivost, po droždí, po slámě, praženou, spálenou nebo hořkou. Deskriptor pražená by neměl být zjistitelný u řepkového oleje lisovaného za studena.

Za studena lisovaný slunečnicový olej získaný z vysoce kvalitních semen, které jsou oloupané, je charakterizovaný deskriptory, jako jsou oříšková či ovocná chuť. Oleje z celých semen mají silnější chuť a pro popis se používají deskriptory jako např. dřevitý, trpký, hořký, což ale není chyba za studena lisovaných slunečnicových olejů. Tyto oleje mají někdy štiplavou chuť. Negativními smyslovými a deskriptory slunečnicových olejů jsou pražená, spálená, zatuchlá, plesnivá, které by neměly být přítomné v za studena lisovaném slunečnicovém oleji, protože poukazují na nesprávné skladování surovin, zpracování a skladování oleje.

V rafinovaných olejích se rozkladem primárních produktů tvoří sekundární produkty, které jsou zodpovědné za nežádoucí sensorické změny. U látek ovlivňujících sensorické změny olejů záleží na jejich koncentraci, těkavosti, hydrofóbním charakteru, velikosti a tvaru molekuly a typu a pozici funkčních skupin. Alifatické karboxylové sloučeniny mají větší vliv na chuť a vůni oxidovaných olejů díky nízkým prahovým hodnotám.

Např. *trans*-2-hexenal je zodpovědný za trávovou chuť a *trans*, *cis*, *trans*-2,4,7-dekatrienal za rybí chuť. Alka-2,4-dienaly v malém množství dodávají smaženou příchut', ve vyšší koncentraci oříškovou a ve vyšších už jsou nepřijatelné. V tabulce 1 jsou uvedené některé těkavé sloučeniny a jejich vliv na sensorické vlastnosti olejů.

Tabulka 1 Nejdůležitější těkavé látky a jejich vliv na sensorické hodnocení

Sloučenina	Popis chuti a vůně
Propanal	sladká, štiplavá, květinová
Hexanal	jablečná, posekaná tráva
Heptanal	po smažení
Oktana.	citrusová, lojovitá
Nonanal	lojovitá, citrusová
Dekanal	lojovitá, citrusová
1-okten-3-on	po houbách
Kyselina propanová	aromatická, štiplavá
Kyselina hexanová	štiplavá

Experimentální část

Všechny vzorky byly hodnocené v Senzorické laboratoři VŠCHT, vybavené podle IS norem. Pro hodnocení byla použita Profilová zkouška (deskriptory: intenzita olejové chuti, intenzita hořké chuti, pálivé, oříškové a celková příjemnost chuti).

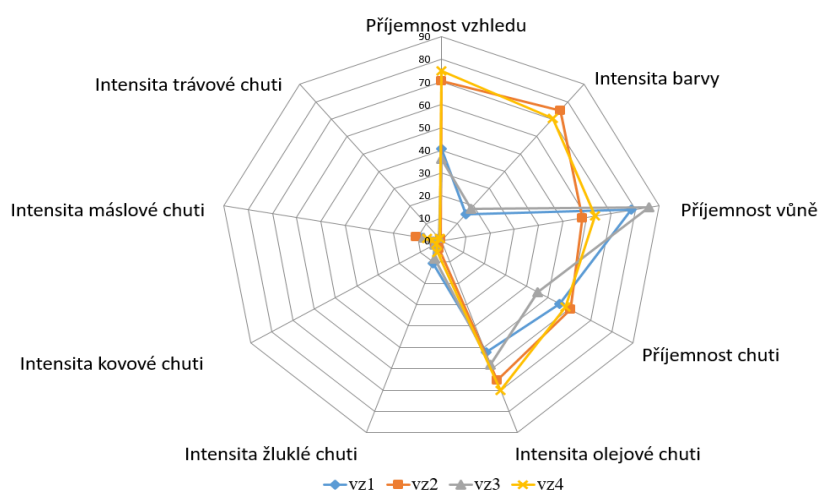
Hodnocené vzorky

Bylo analyzováno 9 vzorků řepkového oleje popis viz tabulka 2. Čtyři vzorky byly z výroby firmy Fabio. Jednalo se o dva páry lisovaného a rafinovaného oleje ze stejné výrobní šarže. Jedna dvojice byl olej z prvního lisování za studena a k němu odpovídající olej rafinovaný (vzorky 1 a 2). Druhá dvojice byl olej z druhého lisování a k němu rafinovaný olej (vzorky 3 a 4). Vzorky z firmy Fabio byly porovnány s 5 komerčně zakoupenými oleji v obchodní síti.

Tabulka 2 Přehled hodnocených vzorků

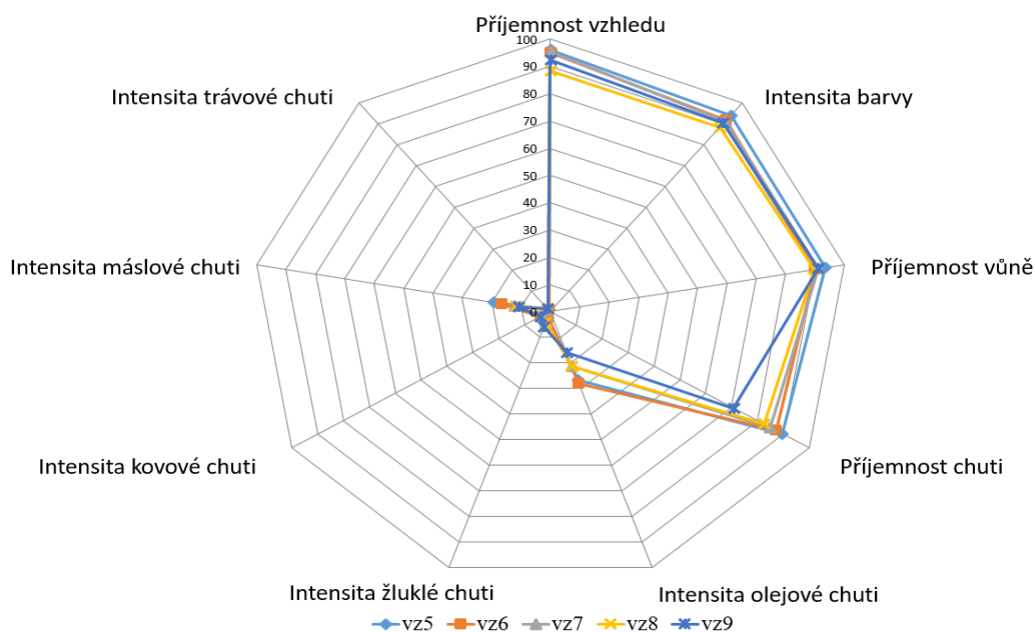
Číslo vzorku	Název výrobku	Charakteristika	Výrobce/dovozce
1	Manka	surový olej z prvního lisování za studena	FABIO PRODUKT spol. s.r.o.
2	Manka	fyzikálně, šetrně rafinovaný olej č. 1	
3	Manka	surový olej z druhého lisování	
4	Manka	fyzikálně, šetrný rafinovaný olej č. 3	
5	Preol Food	rafinovaný řepkový olej	Preol Food, a.s.
6	Lukana	řepkový olej nízkotukový, jednodruhový	Usti Oils s.r.o.
7	Tesco Value	jedlý olej rostlinný jednodruhový	Vyrobene v Mad'arsku/ Dovozce Tesco Stores ČR a.s.
8	Brölio	jedlý řepkový olej jednodruhový	Brökelmann + Co – Oelmühle GmbH + Co, Německo
9	Raciol	jedlý řepkový rostlinný olej	PALMA a.s. , vyrobené v EU (výrobce Glencore – Ústi Oils)

Výsledky senzoričkého hodnocení



Obrázek 2 Senzorický profil vzorků 1 až 4.

Rafinovaný řepkový olej má mít neutrální chuť a vůni, ale řepkové oleje lisované za studena mají typickou chuť a vůni po oříškách. Hodnotitelé nebyli seznámeni s charakterem vzorků, ale většina z nich hodnotila charakter vzorku 1 (Manka, surový olej z 1. lisování za studena) a vzorek 3 (Manka, surový olej z 2. lisování), jako s intenzivnější ořechovou vůní a chutí, která jim ale byla spíše nepříjemná a nevnímali ji pozitivně a zároveň považovali oleje za identické. Někteří posuzovatelé hodnotili tyto vzorky s vyšší intenzitou zatuchlé chuti, což mohlo být způsobené právě oříškovou vůní a chutí na kterou nejsou zvyklí. Hodnoty ostatních deskriptorů byly poměrně nízké.

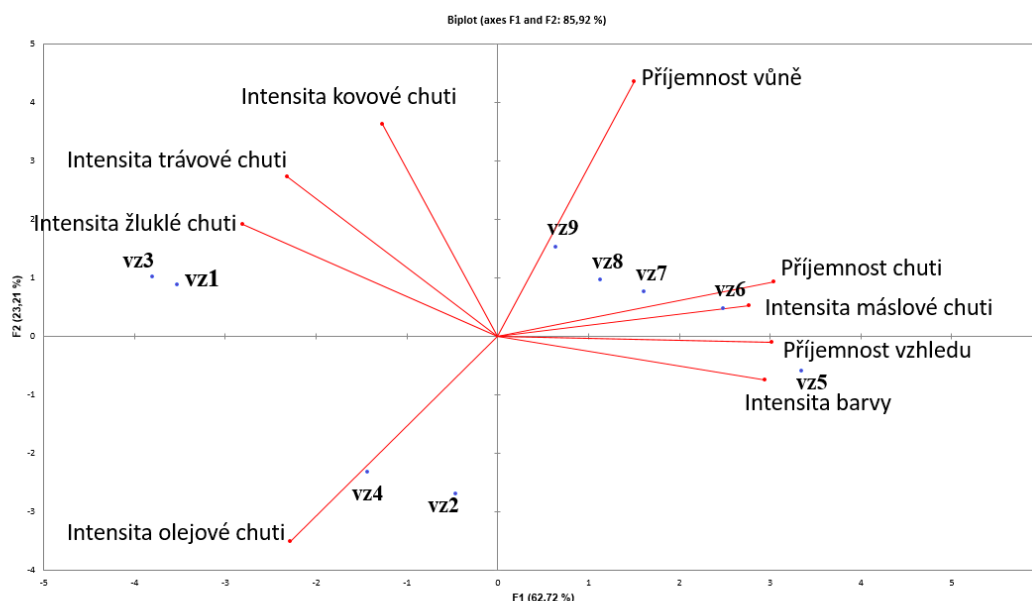


Obrázek 3: Senzorický profil vzorků 5-9, komerční výroba.

Vzorky 2 a 4 byly hodnocené jako s málo intenzivní vůní a s mírně intenzivní olejovitou chutí. Hodnotitele znovu vyjádřili, že jde o vzorky identické. Zároveň vzorky všech 9 olejů

boly hodnocené bez cizích chutí s příjemnou vůní a barvou, ani jeden vzorek nebyl hodnocený jako zatuchlý.

Údaje získané ze sensorického hodnocení řepkových olejů byly statisticky zpracované pomocí analýzy hlavních komponent (PCA). Z **obrázku 4** je možné vidět, že soubory dat se rozdělily na 4 skupiny, a to na vzorky 1 a 3, které se odlišily intenzitou chutí (kovové, trávové a zatuchlé). Další skupinu tvořily vzorky 6, 7, 8, 9 a oddělily je markéry jako příjemnost vůně, chuti a intenzita máslové chuti. Vzorky 4 a 2 odlišila intenzita olejovité chuti a poslední skupinu tvořil samotně vzorek 5, kde markéry odlišení byly příjemnost vzhledu a intenzita barvy.



Obrázek 4 PCA analýza výsledků sensorického hodnocení olejů

Závěr:

Oleje a jejich sensorické hodnocení nepatří u členů panelu mezi příliš oblíbené, a pokud nejsou členové panelu řádně vyškolení, nejsou schopni zachytit jemné rozdíly. Největší problém je hodnocení deskriptorů kovová chuť a máslová chuť. U kovové chuti, kde je standardem heptahydrát síranu železnatého je velký rozdíl v citlivosti mezi posuzovateli a to až o tři řády. Kovovou chuť většina olejů nevykazuje, jde spíše o závadu vzniklou stykem se zařízením. Ukazuje se, že nejdůležitější parametr je barva a tzv. flavour tj. chuť a vůně společně.

Literatura

1. Castelo-Branco, V. N.; Torres, A. G. Potential application of antioxidant capacity assays to assess the quality of edible vegetables oils. *Lipid Technology*. **2009**, 21, s. 152-155
2. Choe, E.; Min, D. B. Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. *Comprehensive reviews in food science and food safety*. **2006**, 5, s. 169-186.
3. Hájek, J.; Machovič, V.; Křížová, O.; Sedláčková, V.; Novotná, M. Využití infračervené spektrofotometrie pro sledování změn při oxidaci řepkového oleje. *Chemické listy*. **1998**, 92, s. 434-440.
4. Matthäus, B.; Bruhl, L. Sensory evaluation of virgin or cold-pressed edible oils. Germany: Max Rubner-Institut, Working Group for Lipid Research. **2016**. [online]. [cit.

4. oktobra 2016]. Dostupné z: <https://www.zhaw.ch/storage/lsvm/ueberuns/oliveoil/congress-2016/1-sensory-evaluation-of-virgin-oils.pdf>.

PŘÍRODNÍ PŘÍDATNÉ LÁTKY: BUDOUCNOST, NEBO SLEPÁ ULICE?

Adamcová, M., Pohůnek, V., Ševčík, R.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28 Praha

Souhrn

Zvýšená poptávka po potravinách bez přídavných látek nutí potravinářský průmysl hledat jejich alternativy. Pozornost výzkumníků i potravinářských podniků se obrací k přírodním přídatným látkám. Ty mohou pocházet z rostlin, mohou mezi ně patřit specifické antimikrobiální látky produkované mikroorganismy, případně i některé látky obsažené v živočišných produktech. Přírodní látky mohou plnit funkci antioxidantů, konzervantů, barviv, sladidel aj. Mohou částečně, nebo úplně, nahrazovat „kontroverzní chemická“ aditiva. Uvádí se, že přidavek přídatných látek z přírodních zdrojů by mohl potenciálně pozitivně ovlivňovat i zdraví konzumentů, nicméně studií na toto téma je zatím málo. Kromě výhod s sebou použití přírodních přídatných látek přináší řadu úskalí. Nejde vlastně v některých případech o maskování přídavku přídatných látek? Jsou všechny přírodní látky v potravinářství použitelné univerzálně? Jakou formu přídavku přírodní látky zvolit pro danou potravinu? V příspěvku je diskutována možnost využití rostlinných extraktů jako náhrady využívaných přídatných látek.

Úvod**Definice a základní legislativní požadavky na potravinářské přídatné látky**

Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1333/2008 definuje potravinářské přídatné látky jako látky, které se běžně nekonzumují přímo jakožto potraviny, ale záměrně se přidávají do potravin pro technologické účely popsané v tomto nařízení, jako je například konzervace potravin nebo antioxidační funkce. Toto nařízení by se mělo vztahovat na všechny přídatné látky, a proto by se seznam funkčních tříd měl aktualizovat s ohledem na vědecký pokrok a technologický vývoj. Látky by se však neměly považovat za potravinářské přídatné látky, pokud se používají za účelem dodání vůně nebo chuti nebo z výživových důvodů, jako jsou náhražky soli, vitamíny a minerály. Kromě toho by do oblasti působnosti tohoto nařízení neměly spadat ani látky považované za potraviny, jež lze používat pro technologické účely, jako například kuchyňská sůl nebo šafrán pro barvení a potravinářské enzymy (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008). Termín nezahrnuje kontaminanty nebo látky přidávané za účelem zachování nebo zlepšení nutričních vlastností (Codex Alimentarius; Fouknerová, 2018).

Podle jednotné evropské klasifikace se přídatné látky označují názvem a kódem, který se skládá z písmene E a z trojmístného nebo čtyřmístného číselného kódu. Malé písmeno uváděné za číselným kódem rozlišuje aditiva patřící do stejné skupiny látek (Nařízení EP a Rady ES č. 1169/2011; Nařízení EP a rady ES č. 1333/2008).

V legislativě se přesně definují aditivní látky povolené při výrobě potravin, dále potraviny a skupiny potravin, v nichž se mohou aditiva vyskytovat a další podmínky jejich použití. Použití přídatných látek musí být bezpečné, nesmí spotřebitele uvádět v omyl a musí být omezeno jen na případy, kdy je jejich přídavek z hlediska technologie nezbytný (Velíšek a Hajšlová, 2009; Fouknerová, 2018).

Podle původu můžeme přídatné látky dělit na syntetické, přírodně identické a přírodní. Toto dělení je ale pouze orientační, legislativa přídatné látky podle původu nerozlišuje. Přídatné látky

jsou podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008 rozděleny podle funkčních tříd na základě jejich technologické funkce. Rozlišujeme tedy konzervanty, antioxidanty, barviva, sladidla, kyseliny, regulátory kyselosti a další. Některé látky pak mají v potravině více technologických funkcí.

Problematické přídatné látky

Přídatné látky pomáhají zajišťovat mikrobiální a oxidační stabilitu potravin, přispívají k jejich textuře, barvě a chutnosti (Johnston *et al.*, 2005; Pipek *et al.*, 2016; Nikmaram *et al.*, 2018). Použití přídatných látek s sebou však může přinášet některá rizika. Uvádí se, že citliví jedinci mohou na vysoké koncentrace některých přídatných látek, případně na jejich kombinace, reagovat alergiemi, dermatitidami a teoreticky i dalšími zdravotními obtížemi (Psočková, 2017).

Mezi problematické konzervanty jsou řazeny benzoáty (E210 – E213), sorbáty (E200 – E203), parabeny (E214 – E219), dusičnany (E251 – E252), dusitany (E249 – E250) a oxid siřičitý (E220) (Carocho *et al.*, 2015). Benzoáty mohou při dlouhodobém nadužívání způsobovat metabolické potíže (Lennerz *et al.*, 2015); sorbáty mohou být podle studie Mamura *et al.* (2010) genotoxické pro krevní lymfocyty *in vivo*; parabeny mohou podpořit migrační a invazivní aktivitu rakoviny prsu *in vitro* (Carocho *et al.*, 2015). Dusitany jsou problematické z hlediska tvorby nitrosaminů při tepelném namáhání masných výrobků (>130 °C), někteří autoři rovněž zmiňují možný karcinogenní účinek dusitanů a dusičnanů při nadměrné expozici (Alahakoon *et al.*, 2015; Carocho *et al.*, 2015; Cammack *et al.*, 1999). Oxid siřičitý je problematický kvůli svému cytotoxickému a karcinogennímu účinku (Iammarino *et al.*, 2012).

Problematická mohou být i některá barviva, která mohou nepříznivě ovlivňovat činnost a pozornost dětí (Pipek *et al.*, 2016; Velíšek a Hajšlová, 2009; Nařízení EU a Rady 1333/2008). Mezi taková je řazen tartazin (E102), inditin (E132) a ponceau 4R (E124) (Carocho *et al.*, 2015). Na pranýři se periodicky objevují i syntetické antioxidanty butylhydroxytoluen (E321), butylhydroxyanisol (E320) a terc-butylhydrochinon (319). Tyto látky jsou některými studii označovány za nebezpečné kvůli své karcinogenitě a toxicitě (Bauer *et al.*, 2001), jinými jsou zase označovány za neškodné (Carocho *et al.*, 2015; Carocho a Ferreira, 2013a).

Nedůvěra konzumentů k přídatným látkám je pak posílena medializací různých nežádoucích dopadů přídatných látek. A přesto že je bezpečnost kontroverzních přídatných látek v Evropě periodicky přezkoumávána Evropským úřadem pro bezpečnost potravin (EFSA), zvyšuje se poptávka po potravinách s obsahem tzv. přírodních látek, které jsou konzumenty považovány za „bezpečnější a zdravější“ (Carocho *et al.*, 2015; Kumar *et al.*, 2015; Psočková, 2017).

Přírodní potravinářské přídatné látky

Přírodní látky nemají svou obecně platnou definici a literatura se k nim staví velmi nekonzistentně (Adams a Moss, 2008). Někteří autoři k přírodním látkám řadí pouze látky rostlinného původu (Falowo *et al.*, 2014, Ahmad *et al.*, 2013). Další k nim přiřazují bakteriociny a další antimikrobiální látky mikrobiálního původu (Adams a Moss, 2008; Pipek *et al.*, 2016). A někteří sem přiřazují i antimikrobiálně působící látky živočišného původu. Mezi jinými například bílkoviny avidin a ovotransferrin a enzym lysozym nacházející se ve vejcích, nebo látky laktoperoxidázového systému mléka, nebo i červené barvivo karmín (E120) získávaný z červce nopálového (Adams a Moss, 2008; Carocho *et al.*, 2015).

Přírodní látky otevírají možnost částečné, nebo úplné, náhrady kontroverzních aditiv. Mohou být využity jako antioxidanty, konzervanty a díky svým specifickým organoleptickým vlastnostem mohou sloužit rovněž jako barviva, ochucovadla či aroma (Falowo *et al.*, 2014; Gaywali a Ibrahim, 2014).

Přírodní přídatné látky mají stejné technologické funkce jako látky přídatné, to znamená, že se jedná o antioxidanty, konzervanty, barviva, sladidla a další funkční skupiny. Antioxidanty a barviva jsou získávány zejména z rostlinných zdrojů. Mezi jinými sem patří látky pocházející z čajovníku čínského, lilku rajčete, papriky seté, řepy červené, rozmarýnu lékařského, dobromyslu obecného, česneku kuchyňského, aceroly, révy vinné, chmele otáčivého aj. (Fouknerová, 2018; Psotková, 2017). Přírodní konzervanty mohou být mikrobiálního, živočišného i rostlinného původu. Ideálně by měly mít následující vlastnosti: měly by mít mikrobicidní účinky proti širokému spektru mikroorganismů, měly by být tepelně stabilní, snadno aplikovatelné, neměly by být ovlivněny prostředím potravin, měly by být netoxické apod. Málokterá ze známých přírodních látek, možná kromě kyseliny mléčné a jejích solí, zmíněné podmínky splňuje (Carocho *et al.*, 2015).

Přírodní látky je možné přidávat jako ingredienci, kdy je možné využít upravené, nebo celé části rostlin, případně lze použít odpad ze zpracování rostlinných materiálů. Využití přírodních látek jako surovin s sebou ale přináší řadu nevýhod. Složení účinných látek v rostlinném materiálu bývá nestandardní, závisí na klimatických podmínkách, způsobu pěstování, sklizně a zpracování (Psotková, 2017; Pipek *et al.*, 2016). Při použití přírodních látek do potravin může rovněž dojít k vnesení mikrobiální kontaminace, přírodní látky mohou být napadeny škůdci, mají omezenou údržnost apod. (Pipek *et al.*, 2016).

Lze rovněž aplikovat i samotnou účinnou látku vyextrahovanou z daného zdroje přírodních látek. Výhodou je nesporně standardizovaná koncentrace účinné látky a zlepšení údržnosti. Nevýhodou jsou omezené možnosti extrakce, které se pro potravinářské účely dají využít. Další nevýhodou využití extraktu může být to, že se v souladu s Nařízením (EU) č. 1169/2011 ke způsobu označování potravin nebude v budoucnu možné vyhnout označení takových potravin pomocí E čísla. V současnosti se vede rozsáhlá diskuse o označování potravin s přídatkem extraktů přírodních látek. Pokud dojde k obecné shodě, tak bude možná nutné označovat látky s technologickou funkcí, které jsou obsažené v daném extraktu přírodní látky. Pokud tedy výrobce například použije do masného výrobku extrakt špenátu s obsahem dusičnanů (E251 a E252), které mají „nahrazovat“ dusitan sodný (E250), bude možná v budoucnu muset přídatek dusičnanů označit. Stejná situace by nastala i u jiných extraktů, například extraktů z brusinek, které mají vysoký obsah kyseliny benzoové. Problém by nastal zejména ve chvíli, kdyby výrobce chtěl využít extrakt s účinnou látkou, která není na seznamu schválených přídatných látek. V tom případě by měl pouze dvě legální možnosti – podat žádost o schválení dané látky podle Nařízení (ES) č. 1331/2008, nebo použít zdroj přírodní látky jako surovinu. Legislativa obecně představuje pro přírodní přídatné látky výzvu. Zpoždění při schvalování nových přísad znevýhodňuje přírodní látky na trhu. Dlouhý schvalovací proces je pochopitelně dán rozsáhlým toxikologickým testováním látek, nicméně výrobcům to značně znesnadňuje vývoj nových výrobků.

Dalším faktorem, který výrobce musí zvažovat při používání přírodních přídatných látek, je jejich cena. Extrakce, purifikace, případně enzymatické přečišťování látek získaných z přírodních zdrojů jsou nákladné procesy. Přírodní látky jsou navíc méně stabilní než jejich konvenčně používané náhrady a často je nutné využít vyšší množství dané látky pro stejnou potravinu. Dalším, zatím spíše přehlíženým problémem, je preference určitých druhů rostlin jako zdrojů té které účinné látky. Preferováním určitých druhů rostlin může docházet k poškozování ekosystému z důvodu nízké variability rostlin v zemědělské krajině. V některých studiích se rovněž začíná studovat vliv mezi přírodními přídatnými látkami a syntetickými přídatnými látkami, které nemusí být ve všech případech kombinovatelné. A v neposlední řadě je nutné počítat i se sensorickou aktivitou přírodních látek rostlinného původu, které často vylučují univerzální použití daných látek pro jakoukoli potravinu (Fouknerová, 2018; Psotková, 2017; Pipek *et al.*, 2016; Carocho *et al.*, 2015).

Závěr

Ačkoli využití přírodních látek přináší výrobcům řadu úskalí, dá se očekávat, že jejich využití bude v následujících letech nabývat na důležitosti. Dá se očekávat i zvýšený nárůst schválených přírodních přídatných látek s vlastním kódem E. Otázkou zůstává, zda konzumenti budou přírodní látku s přiřazeným E- kódem vnímat ještě pozitivně a zda se dokáží ve vzrůstajícím počtu schválených přídatných látek orientovat.

Poděkování

Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 21-SVV/2019)“

Literatura

Adams, M. R., Moss, M. O. (2008): Food Microbiology. 3. ed.; The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 463 p.

Ahmad, S. R., Gokulakrishnan, P., Giriprasad, R., Yattoo, M. A. (2015): Fruit-based Natural Antioxidants in Meat and Meat Products: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55(11), 1503–1513.

Alahakoon, A. U., Jayasena, D. D., Ramachandra, S., Jo, Ch. (2015): Alternatives to nitrite in processed meat: Up to date. *Trends in Food Science & Technology*, 45, 37–49.

Bauer, A. K., Dwyer-Nield, L. D., Hankin, J. A., Murphy, R. C., Malkinson, A. M. (2001): The lung tumor promoter, butylated hydroxytoluene (BHT), causes chronic inflammation in promotion-sensitive BALB/cByJ mice but not in promotion-resistant CXB4 mice. *Toxicology*, 169, 1–15.

Cammack, R., Joannou, C. L., Cui, X.-Y., Martinez, C. T., Maraj, S. R., Hughes, M, N. (1999): Nitrite and nitrosyl compounds in food preservation. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1411, 475–488.

Carocho, M., Ferreira, I. C. F. R. (2013a): A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology*, 51, 15–25.

Carocho, M., Morales, P., Ferreira, I. C. F. R. (2015): Natural food additives: *Quo vadis?* *Trends in Food Science & Technology*, 45 (2), 284–295.

Codex Alimentarius GENERAL STANDARD FOR FOOD ADDITIVES CODEX STAN 192-1995. [online: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCODEX%2B2B192-1995%252FCXS_192e.pdf (přístup květen 2019)].

Falowo, A. B., Fayemi, P. O., Muchenje, V. (2014): Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 64, 171–181.

Fouknerová K (2018) Využití chmelových extraktů v masné výrobě. Diplomová práce. VŠCHT Praha.

Gu, R., Yang, W. (2015): Optimization of mixed preservative for low-salt Xiangxi bacon by response surface methodology. *Shipin Kexue*, 36, 46–50.

Gyawali, R., Ibrahim, S. A. (2014): Natural products as antimicrobial agents. *Food Control*, 46, 412–429.

- Iammarino, M., Taranto, A. D., Muscarella, M. (2012): Investigation on the presence of sulphites in fresh meat preparations: Estimation of allowable maximum limit. *Meat Science*, 90, 304–308.
- Johnston, J. E., Sepe, H. A., Miano, C. L., Brannan, R. G., Alderton, A. L. (2005): Honey inhibits lipid oxidation in ready-to-eat ground beef patties. *Meat Science*, 70, 627–631.
- Kumar, Y., Yadav, D. N., Ahmad, T., Narsaiah K. (2015): Recent Trends in the Use of Natural Antioxidants for Meat and Meat Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14, 796–812.
- Lennerz, B. A., Vafai, S. B., Delaney, N. F., Clish, C. B., Deik, A. A., Pierce, K. A., Ludwig, D. S., Mootha, V. K. (2015): Effects of sodium benzoate, a widely used food preservative, on glucose homeostasis and metabolic profiles in humans. *Molecular Genetics and Metabolism*, 114, 73–79.
- Mamur, S., Yüzbaşıoğlu, D., Ünal, F., Yilmaz, S. (2010): Does potassium sorbate induce genotoxic or mutagenic effects in lymphocytes? *Toxicology in Vitro*, 24, 790–794.
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1331/2008. [online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32008R1331> (přístup červenec 2019)]
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1333/2008. [online: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:354:0016:0033:CS:PDF> (přístup červenec 2019)].
- Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. [online: https://www.khspce.cz/wp-content/uploads/1169_2011.pdf (přístup duben 2018)].
- Pipek, P. (2019): Přidatné látky v masných výrobcích – věčné téma. *Maso*, 31, 4–10.
- Pipek, P., Psočková M., Škorpilová, T (2016): Přírodní přidatné látky v masných výrobcích. *Maso*, 28, 42–46.
- Psočková M (2017): Přírodní látky s antimikrobním a antioxidačním účinkem v masné výrobě. Diplomová práce. VŠCHT Praha.
- Nikmaram, N., Budaraju, S., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Cox, R. B., Mallikarjunan, K., Roohinejad, S. (2018): Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products. *Meat Science*, 145, 245–55.
- Velíšek, J., Hajšlová, J. (2009): Aditivní látky. *Chemie potravin II.*, 3. ed.; OSSIS: Tábor; kapitola 11, pp 348–404.

R 14

JAK SE PODÍLEJÍ NEROZPUSTNÉ SLOŽKY NA ANTIOXIDAČNÍ KAPACITĚ POTRAVIN

Cejpek K.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6

V mnohých potravinách je významný podíl antioxidantů obsažený v nerozpustném podílu. Většina stávajících metod používaných pro stanovení antioxidační kapacity (AOC) potravin je ovšem založena na analýze pouhých extraktů (vodných, alkoholových aj.) nebo přefiltrovaných kapalných poživatin, takže skutečná celková AOC potravin bývá mnohdy výrazně podhodnocena. Tradiční převedení nerozpustných antioxidantů do roztoku po hydrolýze vzorku se v současnosti prakticky nevyužívá, protože je spojeno s mnohými nevýhodami. V poslední dekádě se ale objevily metody umožňující měření celkové AOC bez předchozí hydrolýzy vzorku, které jsou založeny na sledování zhášení barevných radikálů antioxidanty jak v rozpustné, tak suspendované nerozpustné frakci potravin.

Mezi potraviny, ve kterých byl stanoven vysoký podíl antioxidantů v nerozpustných podílech, patří např. cereálie s vyšším obsahem vlákniny, nápoje s dispergovanými částicemi nebo složitější heterogenní systémy jako je např. šťáva z rakytníku s vyšším podílem lipidů. Bylo provedeno srovnání účinnosti používaných metod a jejich variant pro stanovení celkové antioxidační kapacity v rozpustných a nerozpustných frakcích vybraných potravin s metodami alternativními.

HOW INSOLUBLE COMPONENTS CONTRIBUTE TO THE ANTIOXIDANT CAPACITY OF FOODS

In many foods, a significant part of antioxidants is contained in insoluble fractions. However, most of existing methods used for the determination of antioxidant capacity (AOC) is based on analysis of only food extracts (aqueous, alcoholic, etc.) or filtered beverages, and thus, the actual total AOC in a particular food may be significantly underestimated. The traditional transfer of insoluble antioxidants into solution via hydrolysis of a sample is used exceptionally because of many disadvantages. In the last decade, however, some methods have emerged making the measurement of total AOC possible without prior sample hydrolysis. They are based on quenching of coloured radicals by antioxidants in both soluble and suspended insoluble food fractions.

Foods that have a high portion of antioxidants in insoluble matter include, for example, cereals high in fiber, beverages with haze, or more complex heterogeneous systems such as sea buckthorn juice with a portion of lipids. Moreover, comparison of the effectiveness of the used methods and their variants was done by determining total antioxidant capacity in the soluble and insoluble fractions of selected foods.

Problematika antioxidantů, oxidačního stresu nebo redoxního statutu patří mezi nejčastěji studované oblasti jak v potravinářství a výživě, tak ve fyziologických a lékařských disciplínách. Obsah antioxidantů v potravinách a vývoj a aplikace analytických metod pro odhad a měření antioxidační kapacity potravin jsou tématem celé řady vědeckých prací. Existence a aplikace desítek různých metod stanovení bez existence standardní nebo referenční metody, obtížná komparace výsledků a rozličné možnosti fyziologického účinku antioxidantů v lidském těle jsou těmi nejdůležitějšími příčinami nejednoznačné interpretace a relativizace získaných dat popisujících antioxidační kapacitu či aktivitu.

Antioxidanty obsažené v potravinách slouží jako inhibitory oxidace (žluknutí) a poingesci a absorpci jako jedny z exogenních faktorů pro potlačení oxidačního stresu *in vivo*. Studium antioxidantů se zaměřuje na určení jejich obsahu v potravinách, na aplikaci a optimalizaci analytických metod stanovení antioxidační kapacity (AOC) potravin a znalost fyziologických účinků antioxidantů *in vivo*. Metody stanovení AOC *in vitro* s sebou nesou svoje limity, neboť např. nedokážou podchytit synergismus nebo antagonismus, vliv koncentrace aktivní látky na antioxidační nebo prooxidační účinek, vliv prostředí (fázová rozhraní atd.), vliv zpracování potravin, skutečnou fyziologickou relevanci nebo přenos hmoty vč. antioxidantů z testované potravin (prostředí) do skutečně analyzovaného vzorku.

Metody založené na spotřebě kyslíku, stanovení peroxidového čísla nebo akcelerovaných testech stability souvisejí zejména s odhadem stupně nebo dispozice ke žluknutí. Opačná východiska představují např. identifikace a kvantifikace jednotlivých předpokládaných antioxidantů zahrnující extrakční, chromatografické a detekční techniky. Nejčastěji používaná skupina rutinních metod je založena na generování nebo zhášení radikálových struktur stanovovaných spektrofotometricky nebo fluorometricky (např. odbarvování karotenů, TRAP, ORAC, TEAC, FCR, FRAP aj. ET nebo HAT metody), a to s různou fyziologickou relevancí. K alternativám s vyšším interpretačním potenciálem patří přímý monitoring volných radikálů metodou elektronové magnetické rezonance (EPR) nebo kombinace separačních a elektrochemických metod, např. HPLC s coulometrickým a amperometrickým detektorem, které navíc umožňují při nastavení vhodného redoxního potenciálu identifikovat jednotlivé redoxně aktivní látky a odhadnout jejich možný aditivní podíl na antioxidačním účinku ve směsi. Přímé měření redoxního potenciálu oxidačně-redukční elektrodou (ORP) ve směsi zase umožňuje zohlednit přítomnost potenciálních antioxidantů s pomalou redoxní reakcí (kinetikou), kterou rutinní spektrofotometrické metody obvykle nepostřehnou.

Obvyklou limitací rutinních metod pro stanovení AOC je neúplný transfer hmoty vč. antioxidantů z analyzované potravin (matrice) do zkoumaného vzorku. Tento přenos zahrnuje chemické extrakce různými rozpouštědly nebo jejich kombinacemi a případnou podporu výtěžku extrakce nekonvenčními technikami, jakými jsou mikrovlnné záření, ultrazvuk nebo pulsní elektrické pole, dále extrakci tlakovanou kapalinou nebo superkritickou fluidní extrakci.

Jak již bylo uvedeno, výsledky získané různými metodami i jednotlivými variantami postupů jsou obtížně srovnatelné, standardní metoda neexistuje, stejně tak obsáhlá standardizovaná databáze antioxidačních kapacit jednotlivých potravin (komodit) nebo jejich skupin. Zároveň je zřejmé, že žádný extrakt nebo filtrát z principu nereprezentuje celkovou AOC (TAOC) potravin, neboť stanovení probíhá pouze v roztocích. Proto je žádoucí do analýzy zahrnout i antioxidanty, které se nacházejí v nerozpustných podílech potravin. Kromě volných a rozpustných vázaných antioxidantů se totiž v mnohých potravinách vyskytují také antioxidanty vázané na nerozpustných podílech (ať už kovalentně nebo nekovalentně), fyzicky zachycené v maticích nebo fyzicky zachycené v buněčných strukturách. Po hydrolyze nebo jiném uvolnění z matrice v horní části gastrointestinálního traktu se však může část původně nedostupných antioxidantů rovněž absorbovat. Pravděpodobně větší význam má ale přímý antioxidační účinek nerozpustných složek v tlustém střevě.

V uplynulém desetiletí se objevilo několik prací, které navrhly a nastínily možnosti metod reflektujících i přítomnost antioxidantů z nerozpustných podílů. Tradiční, ovšem pouze výjimečně používaná možnost, totiž chemická (alkalická) hydrolyza antioxidantů vázaných na nerozpustných složkách, byla opomenuta, neboť s sebou nese řadu nevýhod – vyšší náklady, nízkou reprodukovatelnost, destrukci antioxidantů a naopak vznik artefaktů s redoxním účinkem nebo uvolnění biologicky nejspíš těžko využitelných antioxidantů z pevných vazeb a kompartmentů. A tak bylo navrženo stanovení antioxidační kapacity v upraveném suspendovaném vzorku, kdy do styku s barevným radikálem, tj. činidlem při stanovení

antioxidační kapacity, přijdou jak rozpustné tak nerozpustné, jak hydrofilní tak i lipofilní antioxidanty. Ještě pokročilejší, komplexnější přístup (Global Antioxidant Response) zahrnuje simulaci gastrointestinálního trávení, sekvenční enzymovou hydrolýzu (pepsin, bakteriální enzymy), *in vitro* trávení a fermentační procesy určující biologickou dostupnost antioxidantů.

Optimalizace metod založených na stanovení antioxidantů v suspenzi vzorku vedla k jednoduchému a rychlému způsobu stanovení rozpustných a nerozpustných forem antioxidantů v jednom kroku (metoda QUENCHER). Metoda je založená na předpokladu, že dochází ke kvantitativní simultánní extrakci a reakci s činidlem v roztoku a na fázovém rozhraní pevné látky s kapalinou. Kromě eliminace falešně negativních výsledků při stanovení celkové AOC přinášejí tyto metody ve srovnání s metodami využívajícími hydrolytické kroky nižší celkové náklady a lepší reprodukovatelnost výsledků.

Ve studii, která se zabývala antioxidanty v cereáliích, jsme porovnali varianty metody stanovení celkové antioxidační kapacity v pšeničných otrubách, pukancové kukuřici, popcornu a kůrce chleba. Všechny metody využívají zhášení radikálu ABTS^{•+} - 2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazolin-6-sulfonátu) - antioxidanty jak přímo extrahovatelnými, tak i vázanými na nerozpustný podíl. Tradiční metoda (SAPE – saponification with extraction) je založena na reakci ABTS^{•+} s nerozpustnými antioxidanty převedenými do roztoku po alkalické hydrolýze, zatímco zbývající metody (QUENCHER, DIDEE a DIDAE) využívají reakci ABTS^{•+} s nerozpustnými antioxidanty vázanými na povrchu malých částic (<0,125 mm) suspendovaných v roztoku činidla. Na rozdíl od jednokrokové metody QUENCHER zahrnuje metoda DIDEE několikanásobnou extrakci vzorku a stanovení AOC odděleně ve spojeném extraktu a nerozpustném zbytku. Celková AOC cereálních vzorků stanovená metodou DIDEE dosahuje o faktor 1,15 až 2 vyšší hodnoty ve srovnání s metodou QUENCHER, zároveň ale dosahuje jen 46-88 % celkové AOC získané metodou SAPE.

Získané výsledky jsou v rozporu s dříve publikovaným zjištěními, které uvádějí, že hodnoty celkové AOC různých komodit získané použitím jednokrokové přímé metody QUENCHER jsou srovnatelné s výtěžky získanými tradiční metodou s hydrolytickým krokem (SAPE). Hodnota AOC v nerozpustných frakcích získaná postupem SAPE může být nadhodnocena, neboť část účinných funkčních skupin zejména fenolových kyselin může být součástí vazeb bez možnosti se podílet na antioxidačním účinku v potravinách a *in vivo*. Metoda DIDEE, resp. její varianta DIDAE tak může poskytovat výsledky bližší skutečné hodnotě celkové AOC než metoda SAPE. Metoda DIDAE je variantou metody DIDEE, na rozdíl od které využívá navíc extrakci do kyselého prostředí. Pro metodu DIDAE byla navíc provedena optimalizace podmínek jednotlivých kroků stanovení zahrnující poměr vzorku a činidla, reakční prostředí činidla v roztoku a suspenzi nebo reakční dobu činidla.

Uvedené metody stanovení antioxidantů v nerozpustném podílu se uplatní nejen u potravin v pevném stavu, např. cereálií s vyšším obsahem vlákniny, ale také nápojů se zákalem, které představují heterogenní, hrubě disperzní soustavy. Pro vzorky nápojů byla použita optimalizovaná metoda (DIDAF), která zahrnuje paralelní analýzu nefiltrovaných a filtrovaných nápojů. Optimalizovaná metoda byla aplikována na nefiltrovaná a kvasnicová piva, nápoje na bázi piva (radlery) a různé produkty s rakytníkem. Bylo zjištěno, že v nerozpustných frakcích těchto nápojů je soustředěna významná část antioxidantů, a to v pivech 8-33 % a radlerech 35-55 %. Množství a distribuce antioxidantů v nefiltrovaných pivech a filtrovaných pivech s přidavkem kvasnic nebo pektinu se sice může významně lišit, ale celkově lze konstatovat, že zákaly v pivech a nápojích na bázi piva obsahují významná množství antioxidantů bez ohledu na původ a charakter disperze.

Cereální výrobky obsahovaly v nerozpustných podílech asi 40-50 % celkové antioxidační kapacity (metoda DIDAE). Vysoký podíl antioxidantů v nerozpustných frakcích byl nalezen také v tak heterogenních produktech, jakými jsou rakytníkové šťávy (40-50 %, metoda DIDAF) a pomleté rakytníkové výlisky (30-50 %, metoda DIDAE).

Shrneme-li výsledky dosavadních studií, pak lze konstatovat, že nerozpustné složky cereálií, luštěnin, výlisků, ale i ovocných šťáv, stejně tak jako kvasnice, jsou nositeli významného antioxidačního účinku. Takže např. filtrace piva vede k významnému snížení jeho celkové antioxidační kapacity. Antioxidanty vázané na nerozpustných složkách poskytují větší potenciální benefit pro kondici a ochranu prostředí tlustého střeva než rozpustné antioxidanty. Pokud uvažujeme zažívací trakt jako dynamický reaktor, který obsahuje rozpustné a nerozpustné antioxidanty a různé radikály a další redoxně aktivní entity, pak rozpustné antioxidanty jsou navíc schopny regenerovat ty vázané, a prodlužují tak jejich antioxidační působení.

Literatura

- Cejpek K., Bícová M., Zemanová K., Konečný M., In: Cejpek K., Špicner J., Eds., Sborník příspěvků z XLIII. Symposia o nových směrech výroby a hodnocení potravin, 2013, 58-61.
- Čechovská L., Konečný M., Velišek J., Cejpek K.: 2012, Czech J. Food Sci., 30, 548-556.
- Gökmen V., Serpen A., Fogliano V. 2009. Trends Food Sci. Technol. 20: 278-288.
- Serpen A., Capuano E., Fogliano V., Gökmen V. 2007. J. Agric. Food Chem. 55: 7676–7681.
- Serpen A., Gökmen V., Pellegrini N., Fogliano V. 2008. J. Cereal Sci. 48: 816–820.
- Vanderhaegen B., Neven H., Verachtert H., Derdelinckx G. 2006. Food Chem. 95: 357–381.

NUTRIČNÍ KVALITA A BEZPEČNOST JEDLÉHO HMYZU

Kouřimská L.¹, Kulma M.², Homolková D.¹, Plachý V.¹

¹⁾ Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky, ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchdol

²⁾ Katedra zoologie a rybářství, ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchdol

Abstrakt

Hmyz je rozšířeným zdrojem potravin v mnoha oblastech světa. V Evropě je konzumace hmyzu neobvyklá, ale zájem o jedlý hmyz roste jak u konzumentů, tak i u výrobců potravin. Hmyz je bohatý na živiny, a v některých případech má vysoký obsah bílkovin a tuků srovnatelný s konvenčními živočišnými produkty. Obsah bílkovin v různých druzích jedlého hmyzu se pohybuje od 5 do 77 % s průměrnou hodnotou mezi 35 a 61 % vztaženo na sušinu. Průměrný obsah tuku v různých druzích jedlých druhů hmyzu se pohybuje od 13 do 33 % v sušině, přičemž některé druhy dosahují maximálního obsahu tuku i přes 70 %. Mezi polysacharidy hmyzu přítomné ve významném množství patří chitin a glykogen. Na nutriční hodnotu jedlého hmyzu má vliv mnoho faktorů, jako jsou podmínky chovu, počet jedinců v chovu, vývojové stádium a pohlaví jedinců, krmivo, způsob usmrcení a dalšího zpracování.

Jedlý hmyz je v evropském potravinářském průmyslu používán jen zřídka. Je však předmětem rostoucího zájmu jako alternativní zdroj surovin, zejména bílkovin. Rizika spojená s používáním hmyzu ve výrobě potravin nebyla dosud dostatečně prozkoumána. Důvodem je stále nedostatek vědecky podložených poznatků o bezpečnosti hmyzu a jeho změnách v průběhu zpracování. Proto je třeba pečlivě zvážit všechna mikrobiologická, chemická a fyzikální rizika konzumace jedlého hmyzu.

Úvod

Hmyz je rozšířeným zdrojem potravin v mnoha oblastech světa (Anankware et al., 2015). Celkový počet druhů jedlého hmyzu po celém světě není přesně znám, poslední odhady uvádí až 1900 druhů (Jongema, 2012). Nejčastěji konzumovaným hmyzem ve světě jsou brouci (31%), housenky a včely (18%), vosy a mravenci (14%), následované kobyilkami, sarančaty, cvrčky, cikádami, termity, vážkami, mouchami a dalšími (van Huis et al., 2013).

V Evropě je konzumace hmyzu neobvyklá, ale zájem o jedlý hmyz roste jak u konzumentů, tak i u výrobců potravin. Nejčastěji konzumovanými druhy hmyzu v Evropě jsou cvrček domácí (*Acheta domestica*), cvrček banánový (*Gryllus assimilis*), cvrček dvojskvrnný (*Gryllus bimaculatus*), cvrček krátkokřídlý (*Grylloides sigillatus*), saranče stěhovavá (*Locusta migratoria*), kobylka *Oxya fuscovittata*, saranče americká (*Schistocerca americana*), saranče pustinná (*Schistocerca gregaria*), zavíječ malý (*Achroia grisella*), bourec morušový (*Bombyx mori*), zavíječ voskový (*Galleria melonella*), housenka *Gonimbrasia bellina*, brouk *Alphitobius diaperinus*, potěmnik moučný (*Tenebrio molitor*), potěmnik brazilský (*Zophobas atratus*), mravenec *Atta laevigata*, moucha bráněnka (*Hermetia illucens*), moucha domácí (*Musca domestica*), rus domácí (*Blattella germanica*) a šváb americký (*Periplaneta americana*) (Schlüter et al., 2017).

Nutriční hodnota hmyzu

Hmyz je bohatý na živiny, a v některých případech má vysoký obsah bílkovin a tuků ve srovnání s jinými živočišnými potravinami (vepřové, hovězí a drůbeží) (Rumpold and Schlüter, 2013). Má vysoký obsah sušiny (20 až 76 %), jakož i hodnotných bílkovin. Jejich obsah je velmi variabilní díky široké škále druhů hmyzu a také v závislosti na vývojovém stádiu hmyzu, podmínkách chovu, pohlaví a dalších faktorech (Kulma et al., 2019). Hmyzí protein obsahuje zajímavá množství esenciálních aminokyselin, jako jsou tryptofan, lysin a histidin (Collavo et al., 2005). Proteiny hmyzu jsou poměrně vysoce stravitelné (77-98 %) (Ramos-Elorduy et al.,

1997). Obsah tuku hmyzu je také velmi variabilní (2-50 % sušiny), s různým obsahem mastných kyselin, jako jsou palmitová kyselina (8 až 38 %), olejová kyselina olejová (9-48 %) a až 70 % nenasycených mastných kyselin (DeFoliart, 1992). Sacharidy (2,7 až 49,8 mg na kg čerstvé hmoty) jsou reprezentovány hlavně chitinem (polymer N-acetyl-d-glukosaminu). Předpokládá se, že chitin je pro člověka nestravitelný, i když enzym chitináza byl nalezen v lidských žaludečních šťávách (Paoletti et al., 2007). Chitin jinak působí jako dietární vláknina (Muzzarelli et al., 2001). Hmyz také obsahuje stopové prvky (měď, železo, mangan, selen a zinek) a vitaminy (riboflavin, pantotenovou kyselinu, biotin, a v některých případech listovou kyselinu). Obsah stopových prvků a vitamínů hmyzu se však sezónně mění a závisí hlavně na krmivu (Adámková et al., 2017). Hmyz obsahuje enzymy, např. celulázy nebo proteázy, které by mohly být zajímavé i v různých potravinářských aplikacích (Watanabe and Tokuda, 2010; Krishnan et al., 2014).

Bezpečnost hmyzu

V roce 2015 zveřejnil Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) stanovisko k používání hmyzu jako potravin a krmiva (EFSA, 2015). Účelem tohoto dokumentu bylo identifikovat potenciální rizika celého řetězce počínajícího chovem hmyzu, přes jeho zpracování a případné izolace některých frakcí. Zvažovány jsou zejména následující aspekty: (i) zda použití a zpracování hmyzu nebo některých jeho složek způsobují nové a dosud neznámé riziko, (ii) zda jsou rizika stejná pro všechny druhy hmyzu nebo zda se liší v závislosti na druhu a stádiu vývoje, (iii) zda jsou k dispozici metody k minimalizaci nebo odstranění rizik nebo zda je třeba tyto postupy nově vyvinout. Předpokládá se, že podmínky v zařízeních pro chov hmyzu jako potravin či krmiva budou vyhovovat příslušným předpisům platným pro chov dobytka. Patří mezi ně kontrolované podmínky chovu a krmení, které zabraňují mikrobiální a chemické kontaminaci. Údaje o spotřebě celého hmyzu a rizicích spojených se získáváním hmyzu žijícím ve volné přírodě, jakož i rizika spojená s chovem včel pro med se v tomto dokumentu nezohledňují.

Z hlediska bezpečnosti potravin, které obsahují bezobratlé živočichy, mohou existovat rizika: alergií u citlivých osob, riziko kontaminací pesticidy, těžkými kovy, radionuklidy, patogenními mikroorganismy (viry, bakterie, paraziti), riziko obsahu přirozeně biologicky toxických látek (biotoxiny), nebezpečí mechanického ucpání trávicího ústrojí (bezoáry) či traumatického poškození sliznic gastrointestinálního traktu (Suchý et al., 2017).

Mikrobiologická bezpečnost hmyzu

Mikrobiota hmyzu je velmi složitá (Engel and Moran, 2013; Yun et al., 2014; Douglas, 2015). Kromě povrchu těla a ústních orgánů jsou hlavním zdrojem mikroorganismů v hmyzu jejich střeva. Použití hmyzu jako potravin s sebou nese potenciální mikrobiologické riziko, protože hmyz může sloužit jako vektor pro mikroorganismy patogenní pro člověka, zvířata a rostliny. Patogeny, které mohou být přenášeny prostřednictvím hmyzu, zahrnují viry (Hogenhout et al., 2008), riketsie (Parola et al., 2005), bakterie (Wales et al., 2010), protozoa (Koura et al., 1990), plísňe (Phoku et al., 2014), hlístice a další parazity lidského zažívacího traktu (Azambuja et al., 2005). Patogenní mikroorganismy specifické pro hmyz jsou považovány za neškodné pro člověka (Eilenberg et al., 2015). Dosud nebyly popsány žádné patogenní mikroorganismy specifické pro hmyz škodlivé i pro člověka s výjimkou několika zástupců rodu riketsia (Almuzara et al., 2011). Také zatím nebyly popsány žádné priony specifické pro hmyz nebo fakt, že by hmyz sloužil jako přirozený vektor pro priony. Nicméně, přenos prionů na zvířata a na člověka prostřednictvím konzumace hmyzu krmeného potravou obsahující priony nemůže být vyloučen.

Mikroorganismy, které se vyskytují u hmyzu a mohou být pro člověka patogenní či problematické patří k rodům *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*,

Bacillus a *Clostridium* nebo patří mezi *Enterobacteriaceae*, jako jsou *Escherichia*, *Enterobacter*, *Salmonella*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Shigella* nebo *Yersinia* (Gupta et al., 2012; Skov et al., 2004). Součástí mikrobioty na povrchu nebo ve střevech hmyzu jsou i plísně či kvasinky rodů *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria* a *Candida*.

Vzhledem k tomu, že u prakticky všech druhů hmyzu není možné střevo a jeho mikrobiální obsah odstranit, je poměr obsahu střevní mikrobioty k celkové hmotnosti hmyzu důležitý. Objem střevního traktu se pohybuje od 0,05 do 2 ml v závislosti na druhu hmyzu. Některé druhy hmyzu obsahují průměrně 10^6 - 10^{12} bakterií na mililitr obsahu střeva (Cazemier et al., 1997). Mikrobiální biomasa představuje 1 až 10 % celkového těla hmyzu a závisí na hmyzu druhu (Douglas, 2015). Při zpracování hmyzu je nutno předpokládat, že dochází k vysoké mikrobiální kontaminaci, kterou je třeba eliminovat vhodným způsobem zpracování, nejlépe tepelným zpracováním. Je třeba také poznamenat, že různé krmné substráty a podmínky chovu mohou měnit druhové spektrum střevní mikrobioty hmyzu, stejně jako vliv druhu hmyzu a stadia jeho vývoje (Yun et al., 2014; Liang et al., 2014).

Chemické a toxikologické aspekty bezpečnosti hmyzu

Výběr druhů hmyzu vhodných ke konzumaci musí rovněž zahrnovat zvážení toxinů a antinutričních látek, jako jsou oxaláty, taniny, fytáty (Ekop et al., 2010; Shantibala et al., 2014) a thiamináza (Nishimune et al., 2000). Toxiny a antinutriční látky by měly být rozlišeny podle toho, zda jsou hmyzem absorbovány z krmiva nebo syntetizovány samotným hmyzem. Podmínky chovu hmyzu musí splňovat platné předpisy o bezpečnosti potravin. Hmyz vybraný pro produkci potravin a složek potravin by proto měl být chován a uchováván tak, aby se zabránila nebo minimalizovala kumulace externě zavlečených toxinů, léků nebo antinutrientů.

Některé druhy hmyzu syntetizují látky, které jsou pro člověka toxické. Jednou z takovýchto sloučenin je například monotерpen kantaridin. V přírodě jej produkuje především brouk puchýřník lékařský (*Lytta vesicatoria*). Droga z puchýřníků je známá pod názvem španělské mušky. Kantaridin je vázán na proteiny a je součástí hemolymfy i dalších brouků z čeledi majkovitých. Toxické účinky po požití zahrnují obtíže při polykání, nevolnost a zvracení krve (Till and Majmudar, 1981). Výtažky z puchýřníka lékařského se používaly v minulosti pro výrobu nápojů lásky, neboť v nich obsažené látky vyvolávají erekci. Toto užití se však nedoporučuje, protože kantaridin je nejen afrodisiakum, ale též prudký jed a snadno lze překročit smrtelnou dávku (proto byly španělské mušky oblíbeny i mezi traviči). Na předávkování španělskými muškami údajně zemřel španělský král Ferdinand II. Aragonský. U těhotných žen se používal jako abortivum, ovšem i zde je stejný problém s nebezpečím předávkování. Známý jsou případy otravy dobytka v oblastech, kde se puchýřníci přemnožili.

Z dalších příkladů je možno uvést brouky tesaříky, kteří mohou obsahovat toluen. Potemníkovití (*Tenebrionidae*) produkují chinony a alkany (Brown et al., 1992), zatímco někteří motýli rodu *Zygaena* obsahují kyanogenní glykosidy (Zagroblyny et al., 2009). Rizikový potenciál těchto látek je třeba prozkoumat. Totéž platí pro toxiny, které mohou produkovat mikroorganismy ve střevech hmyzu, například toxiny rodu *Bacillus*, *Clostridium* a *Aspergillus*. Zatím nejsou k dispozici žádné údaje o přítomnosti toxinů v potenciálně jedlých druzích hmyzu. Tradiční konzumace hmyzu v určitých částech světa naznačuje, že jedlý hmyz nepředstavuje žádné zvýšené zdravotní riziko (Anankware et al., 2015; DeFoliart, 1999). V některých zemích, kdy jsou existující znalosti o tradičním používání hmyzu dostatečně komplexní, by toto mohlo sloužit jako základ pro prokázání "historie bezpečného používání." Toto však doposud nebylo vědecky ani systematicky zkoumáno. Pokud by ale docházelo k dalšímu zpracování hmyzu, mohly by být škodlivé složky přítomné pouze ve stopových množstvích během frakcionace obohaceny spolu se složkami žádoucími. Toxický potenciál antinutričních látek a jejich obsah by měl být proto minimalizován výběrem vhodných podmínek chovu a zpracování.

Alergenicitá hmyzu

V lékářské literatuře byly v souvislosti se spotřebou hmyzu zdokumentovány ojedinělé projevy alergie, včetně anafylaktických reakcí (Ji et al., 2008; Choi et al., 2010; Yew et al., 2012). Z členovců šlo o hmyz (např. včely, chrobáky, kobylky a šváby), pavoukovce (např. roztoče) a korýše (např. krevety). Podobné alergenní struktury byly popsány u měkkýšů (Leung et al., 1996; Kamath et al., 2013). Například tropomyosin může vyvolat alergické reakce na korýše, stejně jako na roztoče a hmyz (např. šváby) (Hemmer, 2010; Reese et al., 1999). Tento účinek byl potvrzen při zkřížené alergii na larvy potemníka moučného u pacientů s inhalační a potravinovou alergií na roztoče a korýše. Tropomyosin a argininkináza byly identifikovány jako zkřížené reaktivní proteiny. Je proto možné, že u jedinců, kteří jsou alergičtí na korýše a roztoče z domácího prachu, se také projeví alergická reakce na potraviny obsahující proteiny z larev potemníka (Verhoeckx et al., 2014). Vzhledem k poměrně vysoké frekvenci inhalačních alergií na roztoče by mohla mít část populace problémy s alergií na hmyz v porovnání s klasickými potravinovými alergiemi (Pomes and Arruda, 2014; Calderon et al., 2015).

Možná kontaminace hmyzu patogeny se známým alergenním potenciálem, jako jsou *Aspergillus* a *Penicillium*, nebo kvasinkami, jako je *Candida*, by měla být brána v úvahu jako sekundární spouštěč alergických reakcí, tj. reakcí nepřímo způsobených hmyzem. Proto je třeba přijmout taková opatření, která zajistí, aby chovaný hmyz neobsahoval mikroorganismy s alergenním potenciálem.

Hlavní alergenní struktury hmyzu jsou glykoproteiny. Jedná se převážně o proteiny, které lze zjednodušeně označit jako svalové bílkoviny (např. tropomyosin, myosin, aktin, troponin C), buněčné bílkoviny (např. tubulin), cirkulující bílkoviny (například hemokyanin, defensin) a enzymy (např. argininkináza, triosefosfátizomeráza, α -amyláza, trypsin, fosfolipáza A, hyaluronidáza). Kromě glykoproteinů jsou u členovců známé další alergenní nebo imunomodulační látky. Například galaktózo- α -1,3-galaktóza může vyvolat anafylaktické reakce (Platts-Mills et al., 2015).

Pokud jde o použití některých látek z hmyzu, tak například barvivo karmín získávané z nopálovce karmínového (*Dactylopius coccus*) bylo popsáno jako spouštěč alergických reakcí na potraviny (Wuthrich et al., 1997). Jako další molekulární strukturu s imunomodulačním potenciálem je možno uvést chitin. Bylo zjištěno, že chitin se snadno váže na viciliny - hlavní alergeny některých semen, ořechů a luštěnin jako jsou arašidy a sójové boby (Holzhauser et al., 2009).

Alergické reakce včetně anafylaktických reakcí po konzumaci hmyzu byly zatím nicméně zaznamenány jen v ojedinělých případech. Jako nejzávažnější se zatím jeví alergie na larvy potemníka moučného u jedinců trpících alergií na krevety. Bylo zjištěno, že zahřátí larev snižuje jejich alergenicitu, ale modifikuje rozpustnost alergenního proteinu (Broekman et al., 2015). Naproti tomu zkřížená alergie na tropomyosin z jiných druhů potemníků u jedinců alergických na krevety byla snížena po tepelném ošetření larev potemníků a jejich *in vitro* natrávení (van Broekhoven et al., 2016). Je třeba předpokládat, že zvýšená konzumace hmyzu nebo produktů na bázi hmyzu bude spojena se zvýšením frekvence alergických reakcí na hmyz.

Podle nařízení (ES) č. 258/97 lze od 1. ledna 2018 považovat hmyz na potravinu nového typu. Konkrétní druhy jedlého hmyzu je tedy možno uvádět na trh až po posouzení bezpečnosti a schválení, pokud nebyly v EU konzumovány ve významném množství před 15. květnem 1997. Dovoz jedlého hmyzu ze třetích zemí do EU podléhá veterinárním kontrolám.

Závěr

K zajištění kvality a bezpečnosti frakcí nebo složek pocházejících z hmyzu je třeba vzít v úvahu následující kritéria:

- Při výběru druhů hmyzu, vývojových stádií a podmínek chovu se musí zabránit mikrobiálním a toxikologickým rizikům a rizikům.

- Pro extrakci frakcí a složek potravin musí být hmyz chován za definovaných podmínek chovu a krmení, aby se zabránilo absorpci nežádoucích složek (patogenních mikroorganismů, toxinů, alergenů, antinutrientů apod.) z krmiva nebo životního prostředí.
- Jedlý hmyz musí být vyšetřen na přítomnost mikroorganismů významných pro bezpečnost. Mikroorganismy musí být inaktivovány vhodnými postupy, které povedou k účinné inaktivaci střevní mikrobioty, protože u většiny druhů hmyzu není možné trávicí trakt odstranit.
- Frakce a přísady odvozené od hmyzu musí být zkoumány s ohledem na jejich alergenicitu a imunomodulační potenciál.
- Frakce a složky potravin získané z hmyzu musí být analyticky charakterizovány s ohledem na jejich identitu, čistotu a zbytkovou hladinu potenciálně škodlivých látek.

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory projektu „Centrum pro studium vzniku a transformací nutričně významných látek v potravním řetězci v interakci s potenciálně rizikovými látkami antropogenního původu: komplexní posouzení rizika kontaminace půdy pro kvalitu zemědělské produkce“ reg.č.: CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/0000845 financovaného z EFRR.

Literatura

- Adámková, A., Mlček, J., Kouřimská, L., Borkovcová, M., Bušina, T., Adámek, M., Bednářová, M., Krajsa, J. (2017): Nutritional potential of selected insect species reared on the Island of Sumatra. *Int. J. Environ. Res. Publ. Health*, 14, 521.
- Almuzara, M. N., Palombarani, S., Tuduri, A., Figueroa, S. et al. (2011): First case of fulminant sepsis due to *Wohlfahrtiimonas chitiniclastica*. *J. Clin. Microbiol.* 49, 2333–2335.
- Anankware, P., Fening, K., Osekre, E., Obeng-Ofori, D. (2015): Insects as food and feed: a review. *Int. J. Agric. Res. Rev.* 3, 143–151.
- Azambuja, P., Garcia, E. S., Ratcliffe, N. A. (2005): Gut microbiota and parasite transmission by insect vectors. *Trends Parasitol.* 21, 568–572.
- Broekman, H., Knulst, A., den Hartog Jager, S., Monteleone, F. et al. (2015): Effect of thermal processing on mealworm allergenicity. *Mol. Nutr. Food Res.* 59, 1855–1864.
- Brown, W. V., Doyen, J. T., Moore, B. P., Lawrence, J. F. (1992): Chemical composition and taxonomic significance of defensive secretions of some Australian Tenebrionidae (Coleoptera). *J. Aust. Ent. Soc.* 31, 79–89.
- Calderon, M. A., Linneberg, A., Kleine-Tebbe, J., De Blay, F. et al. (2015): Respiratory allergy caused by house dust mites: what do we really know? *J. Allergy Clin. Immunol.* 136, 38–48.
- Cazemier, A. E., Hackstein, J. H. P., Op den Camp, H. J. M., Rosenberg, J., van der Drift, C. (1997): Bacteria in the intestinal tract of different species of arthropods. *Microb. Ecol.* 33, 189–197.
- Choi, G. S., Shin, Y. S., Kim, J. E., Ye, Y. M., Park, H. S. (2010): Five cases of food allergy to vegetable worm (*Cordyceps sinensis*) showing cross-reactivity with silkworm pupae. *Allergy*, 65, 1196–1197.
- Collavo, A., Glew, R. H., Yunk-Sheng, H., Lu-Te, C., Bosse, R., Paoletti, M. G. (2005): Housecricket smallscale farming. In: Paoletti, M.G. (Ed.): *Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails*. Science Publishers, Enfield. pp. 519–544.
- DeFoliart, G.R. (1992): Insects as human food. *Gene DeFoliart discusses some nutritional and economic aspects.* *Crop Prot.* 11, 395–399.

- DeFoliart, G. R. (1999): Insects as food: why the western attitude is important. *Annu. Rev. Entomol.* 44, 21–50.
- Douglas, A. E. (2015): Multiorganismal insects: diversity and function of resident microorganisms. *Annu. Rev. Entomol.* 60, 17–34.
- EFSA (2015): Risk profile related to production and consumption of insects as food and feed. *EFSA J.* 13, 4257–4317.
- Eilenberg, J., Vlak, J., Nielsen-LeRoux, C., Cappellozza, S., Jensen, A. B. (2015): Diseases in insects produced for food and feed. *J. Insects Food Feed*, 1, 87–102.
- Ekop, E. A., Udoh, A. I., Akpan, P. E. (2010): Proximate and anti-nutrient composition of four edible insects in Akwa Ibom State, Nigeria. *World J. Appl. Sci. Technol.* 2, 224–231.
- Engel, P., Moran, N. A. (2013): The gut microbiota of insects—diversity in structure and function. *FEMS Microbiol. Rev.* 37, 699–735.
- Gupta, A. K., Nayduch, D., Verma, P., Shah, B. et al. (2012): Phylogenetic characterization of bacteria in the gut of house flies (*Musca domestica* L.). *FEMS Microbiol. Ecol.* 79, 581–593.
- Hemmer, W. (2010): Insects as a cause for allergic reactions. *Denisia*, 381–409.
- Hogenhout, S. A., Ammar el, D., Whitfield, A. E., Redinbaugh, M. G. (2008): Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. *Annu. Rev. Phytopathol.* 46, 327–359.
- Holzhauser, T., Wackermann, O., Ballmer-Weber, B. K., Bindslev-Jensen, C. et al. (2009): Soybean (*Glycine max*) allergy in Europe: Gly m 5 (β -conglycinin) and Gly m 6 (glycinin) are potential diagnostic markers for severe allergic reactions to soy. *J. Allergy Clin. Immunol.* 123, 452–458.
- Ji, K. M., Zhan, Z. K., Chen, J. J., Liu, Z. G. (2008): Anaphylactic shock caused by silkworm pupa consumption in China. *Allergy*, 63, 1407–1408.
- Jongema, Y. (2012): List of edible insect species of the world. Wageningen, Laboratory of Entomology, Wageningen University. Available at: www.ent.wur.nl/UK/Edible+insects/Worldwide+species+list/
- Kamath, S. D., Abdel Rahman, A. M., Komoda, T., Lopata, A. L. (2013): Impact of heat processing on the detection of the major shellfish allergen tropomyosin in crustaceans and molluscs using specific monoclonal antibodies. *Food Chem.* 141, 4031–4039.
- Koura, E. A., Kamel, E. G. (1990): A study of the protozoa associated with some harmful insects in the local environment. *J. Egypt. Soc. Parasitol.* 20, 105–115.
- Krishnan, M., Bharathiraja, C., Pandiarajan, J., Prasanna, V. A. et al. (2014): Insect gut microbiome - an unexploited reserve for biotechnological application. *Asian Pac. J. Trop. Biomed.* 4, S16–S21.
- Kulma, M., Kouřimská, L., Plachý, V., Božik, M., Adámková, A., Vrabec, V. (2019): Effect of sex on the nutritional value of house cricket, *Acheta domestica* L. *Food Chem.* 272, 267–272.
- Leung, P. S., Chow, W. K., Duffey, S., Kwan, H. S. et al. (1996): IgE reactivity against a cross-reactive allergen in crustacea and mollusca: evidence for tropomyosin as the common allergen. *J. Allergy Clin. Immunol.* 98, 954–961.
- Liang, X., Fu, Y., Tong, L., Liu, H. (2014): Microbial shifts of the silkworm larval gut in response to lettuce leaf feeding. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 98, 3769–3776.
- Muzzarelli, R. A. A., Terbojevich, M., Muzzarelli, C., Miliani, M., Francescangeli, O. (2001): Partial depolymerization of chitosan with the aid of papain. In R.A.A. Muzzarelli, R.A.A. (Ed.): *Chitin enzymology*, European Chitin Society, Grottammare, pp. 405–414.
- Nishimune, T., Watanabe, Y., Okazaki, H., Akai, H. (2000): Thiamin is decomposed due to *Anopheles* spp. entomophagy in seasonal ataxia patients in Nigeria. *J. Nutr.* 130, 1625–1628.

- Paoletti, M. G., Norberto, L., Damini, R., Musumeci, S. (2007): Human gastric juice contains chitinase that can degrade chitin. *Ann. Nutr. Metab.* 51, 244–251.
- Parola, P., Davoust, B., Raoult, D. (2005): Tick- and flea-borne rickettsial emerging zoonoses. *Vet. Res.* 36, 469–492.
- Phoku, J. Z., Barnard, T. G., Potgieter, N., Dutton, M. F. (2014): Fungi in housefly (*Musca domestica* L.) as a disease risk indicator—a case study in South Africa. *Acta Trop.* 140, 158–165.
- Platts-Mills, T. A., Schuyler, A. J., Tripathi, A., Commins, S. P. (2015): Anaphylaxis to the carbohydrate side chain alpha-gal. *Immunol. Allergy Clin. North Am.* 35, 247–260.
- Pomes, A., Arruda, L. K. (2014): Investigating cockroach allergens: aiming to improve diagnosis and treatment of cockroach allergic patients. *Methods*, 66, 75–85.
- Ramos-Elorduy, J., Pino, J. M., Prado, E. E., Perez, M. A., Otero, J. L., De Guevara, O. L. (1997): Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, Mexico. *J. Food Compos. Anal.* 10, 142–157.
- Reese, G., Ayuso, R., Lehrer, S. B. (1999): Tropomyosin: an invertebrate pan-allergen. *Int. Arch. Allergy Immunol.* 119, 247–258.
- Rumpold, B. A., Schlüter, O. K. (2013): Nutritional composition and safety aspects of edible insects. *Mol. Nutr. Food Res.* 57, 802–823.
- Shantibala, T., Lokeshwari, R. K., Debaraj, H. (2014): Nutritional and antinutritional composition of the five species of aquatic edible insects consumed in Manipur, India. *J. Insect Sci.* 14, 1–10.
- Schlüter, O., Rumpold, B., Holzhauser, T., Roth, A., Vogel, R. F., Quasigroch, W., Vogel, S., Heinz, V., Jäger, H., Bandick, N., Kulling, S., Knorr, D., Steinberg, P., Engel, K.-H. (2017): Safety aspects of the production of foods and food ingredients from insects. *Mol. Nutr. Food Res.* 61, 1600520.
- Skov, M. N., Spencer, A. G., Hald, B., Petersen, L. et al. (2004): The role of litter beetles as potential reservoir for *Salmonella enterica* and thermophilic *Campylobacter* spp. between broiler flocks. *Avian Dis.* 48, 9–18.
- Suchý, p., Straková, E., Herzig, I. (2017): Nutriční hodnota bezobratlých živočichů a jejich využití ve výživě (současnost a perspektivy). *Vědecký výbor výživy zvířat, VÚŽV*, 82 s.
- Till, J. S., Majmudar, B. N. (1981): Cantharidin poisoning. *South Med. J.* 74, 444–447.
- van Broekhoven, S., Bastiaan-Net, S., de Jong, N. W., Wichers, H. J. (2016): Influence of processing and in vitro digestion on the allergic cross-reactivity of three mealworm species. *Food Chem.* 196, 1075–1083.
- van Huis, A., van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., Vantomme, P. (2013): Edible insects: future prospects for food and feed security. *FAO Forestry Paper 171*, FAO, Rome, pp. 201.
- Verhoeckx, K. C. M., van Broekhoven, S., den Hartog-Jager, C. F., Gaspari, M. et al. (2014): House dust mite (Der p 10) and crustacean allergic patients may react to food containing yellow mealworm proteins. *Food Chem. Toxicol.* 65, 364–373.
- Wales, A. D., Carrique-Mas, J. J., Rankin, M., Bell, B. et al. (2010): Review of the carriage of zoonotic bacteria by arthropods, with special reference to *Salmonella* in mites, flies and litter beetles. *Zoonoses Public Health*, 57, 299–314.
- Watanabe, H., Tokuda, G. (2010): Cellulolytic systems in insects. *Annu. Rev. Entomol.* 55, 609–632.
- Wuthrich, B., Kagi, M. K., Stucker, W. (1997): Anaphylactic reactions to ingested carmine (E120). *Allergy*, 52, 1133–1137.
- Yew, K. L., Kok, V. S. (2012): Exotic food anaphylaxis and the broken heart: sago worm and takotsubo cardiomyopathy. *Med. J. Malaysia*, 67, 540–541.

- Yun, J. H., Roh, S. W., Whon, T. W., Jung, M. J. et al. (2014): Insect gut bacterial diversity determined by environmental habitat, diet, developmental stage, and phylogeny of host. *Appl. Environ. Microbiol.* 80, 5254–5264.
- Zagrobelny, M., Dreon, A. L., Gomiero, T., Marcazzan, G. L. et al. (2009): Toxic moths: source of a truly safe delicacy. *J. Ethnobiol.* 29, 64–76.

VYUŽITÍ BAKTERIOFÁGŮ PŘI VÝROBĚ POTRAVIN

Horsáková I., Pohůnek V., Rajchl A., Ševčík R.

Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6

Souhrn

Bakteriofágy jsou zvláštní skupinou virů, jejichž hostitelem jsou nikoli buňky vyšších organismů, ale buňky bakteriální. Jedná se o nebuněčné entity dosahující rozměrů 20 až 200 nm, jejichž působením dochází k destrukci bakteriálních buněk porušením integrity buněčné membrány (bakteriální lýze). Bakteriofágy nejsou schopny atakovat buňky vyšších organismů a nepředstavují tak pro vyšší organismy žádné riziko. Díky tomu našly také uplatnění v medicíně, kde se úspěšně využívají k léčbě různých bakteriálních onemocnění, zejména těch způsobených odolnými kmeny bakterií. Vzhledem k tomu, že se významně zvyšuje počet druhů bakterií, které jsou rezistentní vůči antibiotikům a také ke konzervačním a sanitačním prostředkům používaným v potravinářství, se díky zmíněným vlastnostem přímo nabízí možnost použití bakteriofágů k jejich inhibici.

V současné době prochází průmyslové využití bakteriofágů rychlým vývojem a v některých zemích již byly schváleny preparáty na bázi bakteriofágů, které se používají v potravinářských výrobcích hlavně proti patogenním bakteriím. Využití našly například v ochraně masa a masných výrobků, v mlékárenství, v balení potravin, k zajištění čistoty potravinářských zařízení a podobně. Velkou výhodou při použití bakteriofágů v potravinářství je, že do potravin nejsou dodávány žádné dodatečné chemikálie, které by mohly ovlivňovat organoleptické vlastnosti potravin a zejména její zdravotní nezávadnost. Potravina tak zůstává čistě přírodním produktem. Jejich hlavní, avšak jedinou nevýhodou je, že každý druh bakteriofágu napadá pouze konkrétní druh bakterie nebo nanejvýš skupinu příbuzných druhů bakterií, jejich použití je tedy cílené, nezajišťují plošnou sterilitu potravin. Nevýhodou, alespoň zpočátku používání, může být také obava spotřebitelů ze zavádění živých virů do potravin. Tento příspěvek bude věnován přehledu současného stavu poznání v této oblasti. Budou zde diskutovány možné aplikace bakteriofágů v potravinářství a výhody a nevýhody jejich použití. Náš právě zahajovaný projekt směřuje k využití bakteriofágů k ošetření odpadních vod z potravinářských výrobců. Tyto vody bývají silně kontaminovány fytopatogenními mikroorganismy. Cílem projektu je zabránit jejich šíření dále do životního prostředí, kde by mohly ohrozit jak přirozené prostředí, tak zejména monokulturně pěstované plodiny.

Využití bakteriofágů v potravinářství

Bakteriofágy se využívají k redukci patogenních bakterií např. u potravin rostlinného původu: výhonků, salátů a čerstvě nakrájených plátků jablek, rajčat a potravin živočišného původu, včetně sýru vyrobeného ze syrového nebo pasterizovaného mléka a čerstvých produktů. Úspěšná biologická ochrana potravin pomocí fágů závisí na několika faktorech: vnější podmínky (např. pH, teplota), složení potravin; fyziologický stav hostitele a fágu, (např. propustnost membrány a kapsidy); koncentrace fágů a zároveň hostitele. Tyto faktory významně ovlivňují proces infekce bakterie fágem a musí být v průběhu technologického procesu výroby potravin pečlivě řešeny, aby bylo zajištěno, že fágy jsou v okamžiku použití životaschopné a aktivní pro použití jako činidla pro ochranu potravin.

Co se týče konkrétního použití bakteriofágu při výrobě potravin, tak existuje již řada komerčních preparátů, které se v potravinářství používají po celém světě. Největší důraz je kladen zejména na bakterie *E. coli*, *Campylobacter*, *Salmonella*, a *Listeria*. Tyto bakterie jsou běžnými kontaminanty přežvýkavců – ať již hovězího dobytka nebo ovcí a koz, drůbeže

a prasat, kde přežívají v gastrointestinálním traktu zvířat. Ochrana bakteriofágy se používá v první fázi již za života zvířat, a následně také pro ošetření povrchu jatečných těl, aby se snížilo riziko kontaminace masa a masných výrobků. Za života zvířat se fágy používají při předporážkovém ustájení a mohou se aplikovat jak podáváním v potravě nebo vodě, tak přímo na kůži ve formě aerosolu. V této oblasti je již provedeno množství studií, jak na kůžích kuřecích, tak na kůžích prasat nebo dobytka. Použití fágů významně snižuje počty například *Salmonella enteritis*, *S. typhimurium*, *Campylobacter jejuni*, a *C. coli* případně Shiga-toxinogenní *Escherichia coli* na povrchu jatečně opracovaných těl. Další možností je aplikace fágových preparátů na již rozbourané maso, ať již sprejováním nebo namáčením. Studie prokazují, že k významnému snížení mikroorganismů dochází nejen u masa suchozemských zvířat, jako dobytka či prasat, ale při použití těchto preparátů na mase rybím a to ve všech případech jak na mase syrovém, tak tepelně opracovaném např. uzením. Další využití můžeme najít také v mlékárenském průmyslu, kde se používají tyto preparáty na potlačení bakterií jak v mléce syrovém tak v pasterovaném a mlékárenských výrobcích jako jsou např. sýry.

V případě ošetřování rostlinných materiálů se používají preparáty působící proti bakteriím druhu *Slamonella*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *Pseudomonas*, *Yersinia* a dalším. Aplikace ochranných fágů se provádějí nejen přímo na produkty, omyté ovoce a zeleninu nebo krájené produkty, ale již přímo na plantážích, kde se rostliny pěstují. Používají se také pro ošetření povrchu výrobních zařízení a také na obalové materiály, kde se nanášejí v podobě biofilmů, obal pak poskytuje ochranu povrchu potraviny proti určitým druhům bakterií. V některých případech se také využívají bakteriofágy do absorpčních podložek, které se používají při balení potravin (např. podložky pod balené maso) aby působily jako ochrana pro balené potraviny. Další způsob využití představuje také při ošetření povrchu výrobních zařízení, zejména povrchů, které přicházejí do kontaktu s potravinami. Přípravky na bázi bakteriofágů mohou být použity jak průmyslu tak v domácnostech na ochranu ploch a povrchu před nežádoucími bakteriemi. Fágy jsou poměrně odolné k vnějším podmínkám a tak jejich působení může být dlouhodobé.

Cíle našeho projektu:

V současné době zahajujeme řešení projektu s názvem „Biologická ochrana brambor proti vybraným patogenním bakteriím“. Hlavním cílem projektu je vývoj a ověření na působení bakteriofágů založených prostředků biologické ochrany plodin, jak z názvu projektu vyplývá zejména brambor, a zemědělských komodit proti vybraným patogenním bakteriím. Do konce řešení projektu budou nalezeny a ověřeny přípravky specifické proti dvěma bakteriím u brambor. Cílovými bakteriemi tohoto projektu jsou *Pectobacterium carotovorum* a *Dickeya solani*. Jedná se o bakterie způsobující hnilobu brambor. *Pectobacterium carotovorum* je bakterie, která způsobuje zejména vnitřní hnilobu brambor a zeleniny, která se projevuje dutinami v hlízách. *Dickeya solani* způsobuje naopak povrchovou hnilobu projevující se mokřými, hnědými až tmavě hnědými místy na hlízách. Na přípravcích obsahujících příslušné bakteriofágy budou ověřovány jejich schopnosti potlačit bakterie při procesech zpracování bramborových hlíz. Budou ověřovány přímo na zpracovatelských linkách při procesech praní, balení a distribuci bramborových hlíz. Budou také ověřovány jejich účinky při moření přípravkem při výsadbě. V poslední fázi bude také snaha o popularizaci výsledků a zejména jejich přenesení do praxe.

Poděkování:

Financováno projektem Ministerstva zemědělství České republiky číslo QK1910028 „Biologická ochrana brambor proti vybraným patogenním bakteriím“,

Literatura:

1. N.K. El-DougDoug, S. C. (2019). Control of Salmonella Newport on cherry tomato using a cocktail of lytic bacteriophages. *International Journal of Food Microbiology*, 60-71.
2. Zachary D. Moye, J. W. (2018). Bacteriophage Applications for Food Production and Processing. *Viruses*, 205.
3. Lorraine Endersen, J. O. (2014). Phage therapy in the Food Industry. *Food Science*, 327-349.
4. Norton Komora, C. B. (2018). The protective effect of food matrices on Listeria lytic bacteriophage P100 application towards high pressure processing. *Food Microbiology*, 416-425.
5. Sanna M. Sillankorva, Hugo Oliveira, Joana Azeredo (2012). Bacteriophages and Their Role in Food Safety, *International Journal of Microbiology*:863945.
6. Summers W. C. (2012). The strange history of phage therapy, *Bacteriophage* 2:2, 130–133.
7. Greer G. G. (2005). Bacteriophage Control of Foodborne Bacteria, *Journal of Food Protection*, 68, 5, 1102–1111

APLIKACE METODY „LAMP“ V POTRAVINÁŘSTVÍ

Šviráková E., Bambasová L., Loupancová K.
Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha

ABSTRAKT

Metoda LAMP („loop-mediated isothermal amplification“ neboli „izotermální amplifikace zprostředkovaná smyčkou“) představuje moderní molekulárně biologickou metodu pro amplifikaci specifických sekvencí DNA a RNA pro detekci patogenních, semi-patogenních a technologicky nežádoucích mikroorganismů. Cílem práce bylo využití metody LAMP pro zpětnou detekci zdravotně a technologicky nežádoucích bakterií z kultivačních bujónů a sladké syrovátky, v laboratorních podmínkách. Experimenty byly uskutečněny se 6 sbírkovými bakteriálními kmeny (*Enterococcus faecalis* CCM 7247, *Enterococcus faecium* CCM 2328, *Escherichia coli* CCM 7395, *Klebsiella pneumoniae* CCM 8853, *Pseudomonas aeruginosa* CCM 7930, *Streptococcus* sp. CCM 4685) a 6 potravinovými průmyslovými izoláty (*E. coli* LEV 682/17, *E. coli* LEV 687/17, *E. coli* LEV 1456/17, *K. pneumoniae* LEV 700/17, *K. pneumoniae* LEV 1009/16, *K. pneumoniae* LEV 1022/17). Pro experimenty LAMP byly použity panely Eazyplex® (Amplex Biosystems GmbH, DEU), které jsou používány v klinické praxi. Bylo zjištěno, že metoda LAMP byla vhodná pro detekci testovaných bakterií na úroveň druhu. Bylo konstatováno, že metoda LAMP představuje moderní metodu pro rychlou detekci různých nežádoucích mikroorganismů s potenciálem do budoucna. Výsledky této práce mohou být využity při aplikacích metody LAMP v laboratorní praxi při cíleném jištění zdravotní bezpečnosti a jakosti potravinových surovin i výrobků, zejména tekutých.

ÚVOD

Metoda LAMP (Loop-Mediated Isothermal Amplification), překládaná do jazyka českého jako „izotermální amplifikace zprostředkovaná smyčkou“, představuje molekulárně biologickou metodu používanou pro amplifikaci specifických sekvencí nukleových kyselin (DNA nebo RNA), zejména v souvislosti s detekcí patogenních mikroorganismů. Při popisu metody je nejčastěji upřednostňována rychlost jejího provedení, relativní ekonomická nenáročnost, snadná proveditelnost v terénu, specifická, a také robustnost. V roce 2000 skupina vědců v čele s Tsugunori Notomi publikovala článek se základním popisem principu této metody, na který ještě v témže roce navázaly jiné vědecké skupiny, které začaly s jejím rozvojem a implementací do praxe (Notomi a kol., 2015).

Během vlastní reakce LAMP jsou specifické sekvence nukleových kyselin amplifikovány při stálé teplotě, kdy probíhají dvě elongační fáze, během kterých dochází k prodloužení templátového vlákna v oblasti kmenové „smyčky“. Reakce vyžaduje dvojici vnitřních primerů, které obsahují genovou sekvenci komplementární k jednomu řetězci amplifikační oblasti na 3'-konci, a dvojici primerů vnějších (Wong a kol., 2018).

V klinické praxi běžně využívaná metoda LAMP začíná postupně nalézat uplatnění i v potravinářské praxi, a to v oblasti detekce patogenních, podmíněně patogenních a technologicky nežádoucích bakterií (Hu a kol., 2018). Včasná detekce patogenů v potravinářských surovinách, a také v hotových výrobcích, je velmi důležitá při předcházení vzniku alimentárních onemocnění a otrav z potravin (Priyanka a kol., 2016).

Cílem této práce je posouzení vhodnosti molekulárně biologické metody LAMP pro rychlou detekci patogenních, podmíněně patogenních a technologicky nežádoucích bakterií v potravinářské praxi. Konkrétně se jedná o zpětnou detekci gramnegativních

a grampozitivních bakterií z modelových systémů kultivačních bujónu a sladké syrovátky v laboratorních podmínkách.

MATERIÁL A METODY

Použité bakteriální kmeny

Pro experimenty bylo použito 6 sbírkových bakteriálních kmenů (*Ent. faecalis* CCM 7247, *Ent. faecium* CCM 2328, *E. coli* CCM 7395, *K. pneumoniae* CCM 8853, *P. aeruginosa* CCM 7930, *Streptococcus* sp. CCM 4685) (Česká sbírka mikroorganismů/CCM, Brno, CZE) a 6 potravinových průmyslových izolátů (*E. coli* LEV 682/17, *E. coli* LEV 687/17, *E. coli* LEV 1456/17, *K. pneumoniae* LEV 700/17, *K. pneumoniae* LEV 1009/16, *K. pneumoniae* LEV 1022/17) (potravinářská průmyslová výroba/solovna v CZE).

Kultivační podmínky testovaných kmenů

Pro kultivace testovaných kmenů v tekutém médiu byl použit Trypton-sójový bujón (bujón TSB) (Merck KgaA, DEU) a bujón z mozkosrdcové infuze (bujón BHI) (Merck KgaA, DEU). Daný sterilní bujón byl zaočkován (inokulum 1 obj. %) suspenzí buněk konkrétního kmene. Kmeny byly aerobně kultivovány při teplotě 30 °C, respektive 37 °C v závislosti na kmeni (viz tab. 1), po dobu 24 h. Pro kultivace testovaných kmenů v pevném médiu byl použit Trypton-sójový agar (agar TSA) (Merck KgaA, DEU) a agar z mozkosrdcové infuze (agar BHI) (Merck KgaA, DEU). Daný sterilní agar byl zaočkován (inokulum 1 obj. %) suspenzí buněk konkrétního kmene. Kmeny byly aerobně kultivovány při teplotě 30 °C, respektive 37 °C v závislosti na kmeni (viz tab. 1), po dobu 72 h. Následně byly kmeny uchovány (ve zkumavkách i na Petriho miskách) v chladničce při teplotě 4 °C. Kultivační podmínky pro testované kmeny jsou sumárně uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Kultivační podmínky pro testované bakteriální kmeny

Bakteriální druh	Označení kmene	Růstové médium		Teplota/doba kultivace (°C / h)
		Kultivační bujón	Kultivační agar	
<i>Enterococcus faecalis</i>	CCM 7247	BHI	BHI	37 / 24
<i>Enterococcus faecium</i>	CCM 2328	BHI	BHI	37 / 24
<i>Escherichia coli</i>	CCM 7395	TSB	TSA	30 / 24
<i>Escherichia coli</i>	LEV 682/17	TSB	TSA	30 / 24
<i>Escherichia coli</i>	LEV 687/17	TSB	TSA	30 / 24
<i>Escherichia coli</i>	LEV 1456/17	TSB	TSA	30 / 24
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	CCM 8843	TSB	TSA	37 / 24
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 700/17	TSB	TSA	37 / 24
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 1009/17	TSB	TSA	37 / 24
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 1022/17	TSB	TSA	37 / 24
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	CCM 7930	TSB	TSA	37 / 24
<i>Streptococcus</i> sp.	CCM 4685	BHI	BHI	37 / 24

BHI... bujón/agar z mozkosrdcové infuze, TSB/TSA... Trypton-sójový bujón/agar

Příprava rekonstituované sladké syrovátky

Rekonstituovaná sladká syrovátka byla připravena smícháním sušené syrovátky (10 g) (Mogaro s.r.o., CZE) a destilované vody (90 g). Suspenze byla homogenizována na

laboratorním mixeru DI 25 Basic (IMLAB, FRA), a poté pasterována v autoklávu v proudící páře při teplotě 98 °C, po dobu 20 min. Výrobce syrovátky (Mogaro s.r.o., CZE) uvádí na obalu následující složení, vztažené na 100 g sušené syrovátky: energetická hodnota (1532 kJ / 361 kcal), tuky (0,5 g, z toho nasycené mastné kyseliny 0,3 g), sacharidy (76,0 g, z toho cukry 68,0 g), vláknina (0 g), bílkoviny (13,0 g), sůl (2,8 g).

Příprava vzorků pro metodu LAMP pro následnou detekci testovaných kmenů

Kultivační bujóny TSB/BHI (9 ml) byly zaočkovány testovanými kmeny v exponenciální fázi jejich růstu (inokulum 1 ml) a vortexovány. Alikvot (5 µl) byl pipetován do Eppendorfových zkumavek obsahujících komerční směs RALF (500 µl) (Amplex Diagnostic GmbH, DEU). Zkumavky s obsahy byly zahřívány v termobloku na teplotu 99 °C, s výdrží 2 min. Směs byla následně odstředována při otáčkách **3600 ot min⁻¹**, po dobu 30 s, při pokojové teplotě. Poté byl pipetován alikvot (25 µl) supernatantu do mikrozkušavek stripu panelu Eazyplex[®] (dodavatel: Amplex Biosystems GmbH, DEU; distributor Axon Lab spol. s r.o., CZE) obsahujícího lyofilizované reagencie. Následná reakce LAMP probíhala v reakčním termobloku Amplex Genie[®] II (Amplex Diagnostic GmbH, DEU), při teplotě 65 °C, po dobu 20 min.

Aplikace metody LAMP pro zpětnou detekci testovaných kmenů z kultivačního bujónu TSB

Vybraných 9 gramnegativních kmenů *E. coli* (CCM 7395, LEV 682/17, LEV 687/17, LEV 1456/17), *K. pneumoniae* (CCM 8843, LEV 700/17, LEV 1009/17, LEV 1022/17) a *P. aeruginosa* CCM 7930 bylo kultivováno v bujónu TSB (10 ml, inokulum 1 % obj.), při teplotě 30 °C, resp. 37 °C v závislosti na kmeni (viz tab. 1), po dobu 24 h, z důvodu dosažení požadované logaritmické fáze jejich růstu (tj. počtu buněk v rozmezí řádů 10⁷–10⁸ KTJ ml⁻¹). Suspenze buněk byly pipetovány (1 ml) do sterilního kultivačního bujónu TSB (9 ml). Pro metodu LAMP byl odebrán alikvot (5 µl) z každého ředění, který byl proměřen ve dvou paralelách pro každý kmen na reakčním termobloku Amplex Genie[®] II. Pro stanovení počtu buněk kmenů byla použita plotnová metoda (ČSN EN ISO 7218, 2008).

Aplikace metody LAMP pro zpětnou detekci testovaných kmenů ze sladké syrovátky

Vybrané tři grampozitivní kmeny *Ent. faecalis* CCM 7247, *Ent. faecium* CCM 2328 a *Streptococcus* sp. CCM 4685 byly kultivovány v bujónu BHI (10 ml, inokulum 1 % obj.), při teplotě 37 °C, po dobu 24 h, z důvodu dosažení požadované logaritmické fáze jejich růstu (tj. počtu buněk v rozmezí řádů 10⁷–10⁸ KTJ ml⁻¹). Suspenze buněk byly pipetovány (1 ml) do pasterované sladké syrovátky (9 ml). Pro metodu LAMP byl odebrán alikvot (5 µl) z každého ředění, který byl proměřen ve čtyřech paralelách pro každý kmen na reakčním termobloku Amplex Genie[®] II. Pro stanovení počtu buněk kmenů (KTJ ml⁻¹) byla použita plotnová metoda (ČSN EN ISO 7218, 2008).

Poznámka. Z důvodu vyloučení rizika falešně pozitivní zpětné detekce LAMP byla sladká sušená syrovátka nejdříve obnovena/rekonstituována, poté pasterována (při teplotě 98 °C, po dobu 20 min, v autoklávu v režimu proudící páry) a následně zaočkována testovanými kmeny (inokulum 1 obj. %).

Zamrazení a uchovávání testovaných kmenů

Do Eppendorfových mikrozkušavek (o objemu 2 ml) byl pipetován 60% vodný roztok glycerolu (0,5 ml). Mikrozkušavky byly následně sterilovány v autoklávu při teplotě 121 °C, po dobu 15 min a přetlaku 0,15 MPa (ČSN EN ISO 7218, 2008). Poté byla ke glycerolu přidána suspenze čerstvě narostlých buněk konkrétního kmene (1,0 ml). Kmeny byly předtím kultivovány v bujónu TSB/BHI, při teplotě 30 °C (platí pro kmeny: *E. coli*, *P. aeruginosa*) nebo 37 °C (platí pro kmeny: *Ent. faecalis*, *Ent. faecium*, *K. pneumoniae*, *Streptococcus* sp.), po dobu 24 h, za aerobních podmínek. Obsahy mikrozkušavek byly promíchány na vortexu, a pak uloženy do mrazicího boxu na teplotu -20 °C (Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha). Takto ošetřené kmeny vydrží přibližně 1–2 roky.

VÝSLEDKY

Aplikace metody LAMP pro zpětnou detekci testovaných kmenů z modelového systému kultivačního bujónu TSB

Z důvodu zjištění vhodnosti metody LAMP pro aplikaci do potravinářské laboratorní praxe, a zároveň pro posouzení vhodnosti panelu Eazyplex® BloodScreen GN Assay (Amplex Diagnostic GmbH, DEU) designovaného pro gramnegativní bakterie, byla uskutečněna zpětná detekce gramnegativních kmenů z modelového systému kultivačního bujónu TSB. Experimenty byly uskutečněny s následujícími 9 kmeny: *E. coli* (CCM 7395, LEV 682/17, LEV 687/17, LEV 1456/17), *K. pneumoniae* (CCM 8843, LEV 700/17, LEV 1009/17, LEV 1022/17) a *P. aeruginosa* CCM 7930, jejichž počet se pohyboval v rozmezí řádů 10^7 – 10^8 KTJ ml⁻¹. Výsledky zpětné detekce (neboli testu specifity) gramnegativních kmenů z kultivačního bujónu TSB, s využitím kitu Eazyplex® BloodScreen GN Assay (Amplex Diagnostic GmbH, DEU), jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2 Zpětná detekce gramnegativních kmenů (G⁻) z modelového systému kultivačního bujónu TSB s využitím metody LAMP a panelu Eazyplex® BloodScreen GN Assay (Amplex Diagnostic GmbH, DEU) designovaného pro G⁻ bakterie

Testovaný bakteriální G ⁻ druh	Označení kmene	Analyty detekovatelné panelem Eazyplex® BloodScreen GN Assay (panel pro G ⁻ bakterie)													
		<i>Escherichia coli</i>		<i>Klebsiella pneumoniae</i>		<i>Pseudomonas aeruginosa</i> / <i>P. fluorescens</i> / <i>P. nitida</i>		Enterobacteriaceae		Skupina CTX-M-1		Skupina CTX-M-9		Inhibiční kontrola	
		1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
<i>Escherichia coli</i>	CCM 7395	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Escherichia coli</i>	LEV 682/17	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Escherichia coli</i>	LEV 687/17	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Escherichia coli</i>	LEV 1456/17	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	CCM 8843	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+

<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 700/17	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 1009/17	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 1022/17	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	CCM 7930	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+

G... gramnegativní, +... pozitivní reakce, -... negativní reakce, CTX-M-1 skupina... specifická skupina bakterií s genem pro produkci enzymu CTX-M, CTX-M-9 skupina... specifická skupina bakterií s genem pro produkci enzymu CTX-M

Z výsledků uvedených v tab. 2 vyplývá, že u všech 9 testovaných gramnegativních bakteriálních kmenů došlo k jejich zpětné detekci z kultivačního bujónu TSB ze 100 %, a to při využití panelu Eazyplex[®] BloodScreen GN Assay (Amplex Diagnostic GmbH, DEU), designovaného pro gramnegativní bakterie. Tento panel byl navržen konkrétně pro amplifikaci genu *yfiL* u *E. coli*, genu *phoE* u *K. pneumoniae* a genu *oprL* u *P. aeruginosa*. Na základě uskutečněných experimentálních zjištění lze metodu LAMP označit za slibnou pro detekci přítomnosti bakteriálních druhů *E. coli*, *K. pneumoniae* a *P. aeruginosa* v potravinářské praxi. Tento předpoklad by však bylo dobré podložit dalšími studii a experimenty, jelikož současná odborná literatura nabízí pouze informace o využití panelů Eazyplex[®] (Amplex Diagnostic GmbH, DEU) v klinické praxi pro analýzu vzorků krve (Rödel a kol., 2017).

Na poli rychlých detekčních metod, založených na reakci LAMP, se již od roku 2005 pohybuje např. japonská společnost Eiken Chemical Co., Ltd. (JPN), která nabízí řadu komerčních panelů pro detekci patogenních mikroorganismů z potravinových matric. Nabídka je ovšem omezena na panely detekující bakterie rodu *Salmonella*, verotoxin produkující *E. coli*, kmen *E. coli* O157:H7, bakterie druhu *Listeria monocytogenes* a bakterie rodu *Campylobacter* (Eiken Chemical Co., Ltd, 2019).

Aplikace metody LAMP pro zpětnou detekci testovaných kmenů ze sladké syrovátky

Z důvodu zjištění vhodnosti metody LAMP pro aplikaci do potravinářské laboratorní praxe, a zároveň pro posouzení vhodnosti panelu Eazyplex[®] BloodScreen GP Assay (Amplex Diagnostic GmbH, DEU) designovaného pro grampozitivní bakterie, byla provedena zpětná detekce grampozitivních kmenů z modelového systému sladké syrovátky. Experimenty byly uskutečněny s následujícími třemi kmeny: *Ent. faecalis* CCM 7247, *Ent. faecium* CCM 2328 a *Streptococcus* sp. CCM 4685, jejichž počet se pohyboval v rozmezí řádů 10^7 – 10^8 KTJ ml⁻¹. Výsledky zpětné detekce (neboli testu specifity) grampozitivních kmenů ze sladké syrovátky, s využitím panelu Eazyplex[®] BloodScreen GP Assay (Amplex Diagnostic GmbH, DEU), jsou uvedeny v tab. 3.

Tab. 3 Zpětná detekce grampozitivních kmenů (G⁺) z modelového systému sladké syrovátky s využitím metody LAMP a panelu Eazyplex[®] BloodScreen GP Assay (Amplex Diagnostic GmbH, DEU) vhodného pro G⁺ bakterie

Testovaný bakteriální G ⁺ druh	Označení kmene	Analyty detekovatelné panelem Eazyplex [®] BloodScreen GP Assay (panel pro G ⁺ bakterie)															
		<i>Enterococcus faecalis</i>				<i>Enterococcus</i> s sp.				<i>Streptococcus</i> s sp.				Inhibiční kontrola			
		Paralela stanovení															
		1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
<i>Enterococcus faecalis</i>	CCM 7247	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Enterococcus faecium</i>	CCM 2328	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Streptococcus</i> sp.	CCM 4685	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+

G⁺... grampozitivní, +... pozitivní reakce, -... negativní reakce

Poznámka. Výsledky pro detekci vankomycin rezistentního *Enterococcus* fenotypu vanA, vankomycin rezistentního *Enterococcus* fenotypu vanB a *Str. pneumoniae* byly všechny negativní a nejsou v tabulce zobrazeny.

Z výsledků uvedených v tab. 3 je patrné, že u všech třech testovaných grampozitivních bakteriálních kmenů došlo k jejich zpětné detekci ze sladké syrovátky ze 100 %, a to při použití panelu Eazyplex[®] BloodScreen GP Assay (Amplex Diagnostic GmbH, DEU), navrženého pro amplifikaci specifického genu Ef0027 u *Ent. faecium*, genu *tufA* u *Enterococcus* sp. a genu *tufA* u *Streptococcus* sp. Na základě těchto zjištění lze metodu LAMP označit za slibnou pro detekci přítomnosti právě *Ent. faecium*, *Enterococcus* sp. a *Streptococcus* sp. v potravinářské praxi.

Sladká syrovátka byla pro experimenty LAMP zvolena záměrně, a to především díky obsahu hlavních živin (cukrů, tuků, bílkovin), které by mohly potenciálně negativně ovlivnit reakci LAMP. Dosavadní výsledky výzkumů totiž prokázaly, že některé potravinové matrice např. čerstvé mléko, čerstvé sýry, různé druhy masa a masových výrobků (Sheet a kol., 2016; Triloni a kol., 2017; Tasrip a kol., 2019) nemají významný inhibiční vliv na reakci LAMP i v případě, kdy příprava vzorku zahrnuje pouze jeden purifikační krok. Toto bylo konkrétně dokázáno a publikováno v odborné studii (Srisawat a Panbangred, 2015), ve které autoři zpětně detekovali přítomnost genu *stn* u *Salmonella* sp., izolované z potravinových vzorků.

ZÁVĚR

Experimenty využívající metodu LAMP s využitím panelů Eazyplex[®] BloodScreen GN / GP Assay (Amplex Diagnostic GmbH, DEU) designované pro gramnegativní / grampozitivní bakterie prokázaly, že tato metoda byla ze 100 % specifická pro všechny testované kmeny. Metoda LAMP vykazovala pro testované kmeny různé meze detekce, které se pohybovaly v rozmezí řádů 10⁰–10³ KTJ reakce⁻¹. Experimenty poukázaly na vhodnost použití metody LAMP pro zpětnou detekci gramnegativních a grampozitivních bakterií z modelových tekutých systémů – konkrétně z kultivačních bujónů TSB a BHI, a také ze sladké syrovátky.

Závěrem lze uvést, že metoda LAMP představuje rychlou, moderní, molekulárně biologickou metodu poskytující průkazné a jednoznačné výsledky při detekci patogenních, podmíněně patogenních a technologicky nežádoucích bakterií z různých tekutých matic.

Získané výsledky mohou být využitelné při budoucích aplikacích metody LAMP v oblasti potravinářství, konkrétně při cíleném zajišťování zdravotní bezpečnosti a technologické nezávadnosti potravinových surovin a výrobků.

Poděkování

Tato práce byla podpořena Ministerstvem zemědělství, Národní agenturou pro zemědělský výzkum, projektem QK1710156 (2017–2021, MZE/QK), v programu QK – Program aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017–2025 „ZEMĚ“, s dobou řešení projektu: 02/2017–12/2021. Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 21-SVV/2019).

LITERATURA

- Hu, L., Ma, M. L., Zheng, S., He, X., Hammack, S. T., Brown, W. E., Zhang, G. Development of a novel loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for the detection of *Salmonella* ser. Enteritidis from egg products. *Food Control*, **2018**, 88, 190–197.
- Notomi, T., Mori, Y., Tomita, N., Kanda, H. Loop-mediated isothermal amplification (LAMP): principle, features, and future prospects. *Journal of Microbiology*, **2015**, 53(1), 1–5.
- Priyanka, B., Patil, R. K., Dwarakanath, S. A review on detection methods used for foodborne pathogens. *Indian Journal of Medical Research*, **2016**, 144(3), 327–338.
- Rödel, J., Bohnert, J. A., Stoll, S., Wassill, L., Edel, B. Evaluation of loop-mediated isothermal amplification for the rapid identification of bacteria and resistance determinants in positive blood cultures. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, **2017**, 36(6), 1033–1040.
- Sheet, O. H., Gabrowski, N. T., Klein, G.; Abdulmawjood, A. Development and validation of a loop mediated isothermal amplification (LAMP) assay for the detection of *Staphylococcus aureus* in bovine mastitis milk samples. *Molecular and Cellular Probes*, **2016**, 30, 320–325.
- Srisawat, M., Panbangred, W. Efficient and specific detection of *Salmonella* in food samples using a stn-based loop-mediated isothermal amplification method. *BioMed Research International*, **2015**, 2015, 356401.
- Tasrip, N. A., Khairil Mokhtar, N. F., Hanapi, U. K., Abdul Manaf, Y. N., Ali, M. E., Cheah, Y. K., Mustafa, S., Mohd Desa, M. N. Loop-mediated isothermal amplification, a review on its application and strategy in animal species authentication of meat based food products. *International Food Research Journal*, **2019**, 26(1), 1–10.
- Triloni, E., Bernardi, Ch., Drago, S., Stampone, G., Pomilio, F., Cattaneop, P., Stella, S. Evaluation of a loop-mediated isothermal amplification method for the detection of *Listeria monocytogenes* in dairy food. *Italian Journal of Food Safety*, **2017**, 6(6890), 179–184.
- Wong, Y. P., Othman, S., Lau, Y. L., Radu, S., Chee, H. Y. Loop-mediated isothermal amplification (LAMP): a versatile technique for detection of microorganisms. *Journal of Applied Microbiology*, **2018**, 124(3), 626–643.
- ČSN EN ISO 7218. *Mikrobiologie potravin a krmiv – Všeobecné požadavky a doporučení pro mikrobiologické zkoušení*. Praha: Český normalizační institut, **2008**, 68.
- Eiken Chemical Co., Ltd. In: Eiken GENOME SITE. Publishing [online] **2015**. [cit. 15. 8. 2019]. Dostupné z: <http://loopamp.eiken.co.jp/e/products/>

R 18

MIKROBIOLOGICKÁ KONTROLA KVALITY PŘI VÝROBĚ DŽUSŮ A VÍN

Poliak P.
Sysmex CZ s.r.o., Brno

FIREMNÍ PREZENTACE

Mikrobiologická kontrola kvality je v potravinářství důležitou součástí výrobních procesů. Nyní je k dispozici nový efektivní způsob mikrobiologické kontroly nápojů s využitím technologie zvané průtoková cytometrie, která slouží k měření a analýze fyzikálních a chemických vlastností buněk nebo jiných biologických částic během průchodu laserovým paprskem. I když je metoda využívána zejména při studiu buněčných znaků a pro analýzy eukaryotických buněk, základní principy průtokové cytometrie je možné aplikovat i na mikroorganismy. Standardní metody mikrobiologické kontroly jsou většinou časově náročné; s využitím průtokové cytometrie a speciálních kitů lze sledovat mikrobiologické procesy efektivněji. V příspěvku budou kromě základních principů využití představeny také přístroje a reagentie zaměřené na detekci živých bakterií rodu *Alicyclobacillus* v džusech, počítání živých kvasinek v moštu, monitorování *Saccharomyces* při alkoholové fermentaci a monitorování *Brettanomyces* po alkoholové fermentaci.

MICROBIOLOGICAL QUALITY CONTROL IN JUICE AND WINE PRODUCTION

Microbiological quality control in juice production (Flow VIT® *Alicyclobacillus*)

Description of *Alicyclobacillus*

The genus *Alicyclobacillus* includes 18 identified species, and was first described in 1984.

- *Alicyclobacillus* is a spore-forming bacterium with heat resistant spores.
- *Alicyclobacillus* species can have a D-value of over 8 minutes (requiring treatment of over 8 minutes at 95°C to kill 90% of the spores).
 - alicyclobacilli are strictly aerobic; moderately acidophilic,
 - pH-value ranges between 2.0 and 6.5
 - growth temperature from 25°C to 70°C
 - optimum parameters for growth are: pH 3.5 to 5.0 and T° between 45°C and 65°C.
- When a product is spoiled by *Alicyclobacillus*, the product (juices etc.) develops a disinfectant-like odour and/or off-flavour (due to guaiacol or halophenolic compounds (HPCs) production), but the bacteria do not cause swelling of the package or discolouration of the product, nor is it pathogenic to humans.
- Not all *Alicyclobacilli* produce guaiacol or halophenolic compounds
- *Alicyclobacillus acidoterrestris* is the most harmful species
- *Alicyclobacilli* are typical bacteria in soil and enter the production process via the fruits laying on the ground

vermicon AG

The core technology of vermicon is the VIT® gene probes technology

3,5 billions of years generated unique target sites within the bacteria.

vermicon develops highly specific gene probes for these target sites and integrates them into unique assays.

This technology is included in vermicon's products.

Three steps:

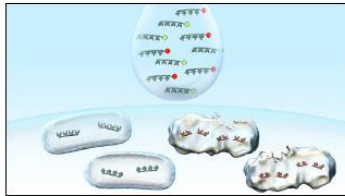
It starts with intact and living cells.

The morphologically intact bacteria are shot with gene probes.

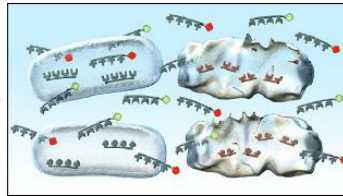
The bacteria are specifically identified and quantified.

VIT® gene probe technology

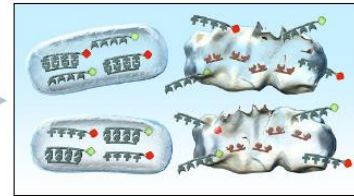
Gene probes contact the sample



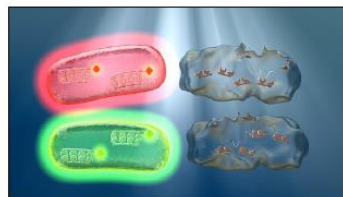
Gene probes penetrate all cells



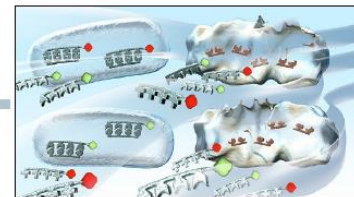
Specific gene probes bind in the cells



only living cells
specific
reliable
fast



Cells begin to shine



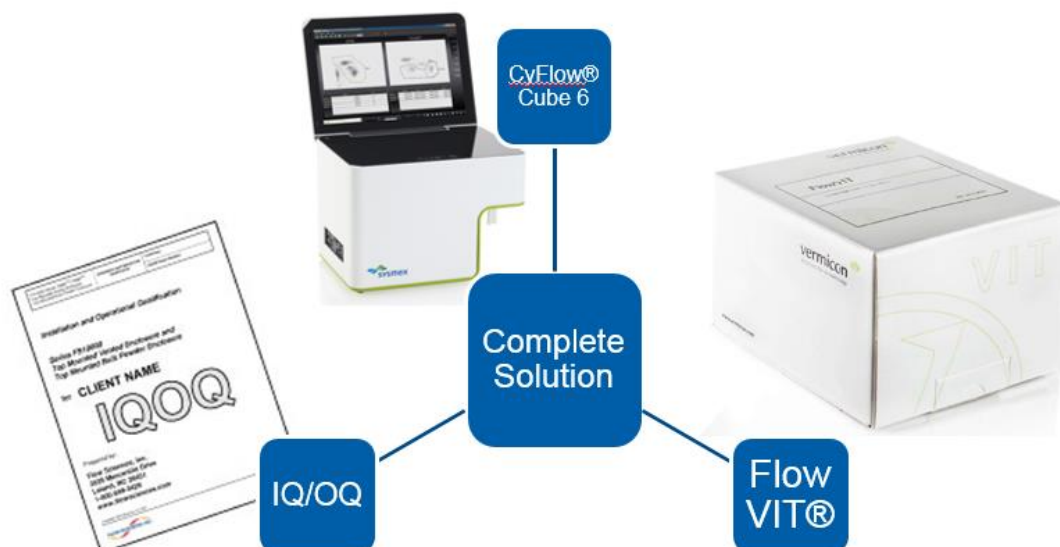
Non-specific gene probes are washed away

Flow VIT® kit benefits a simpler and faster protocol in three steps:
Permeabilizing, staining and dimming undesired fluorescence.

Flow VIT® Alicyclobacillus – Solution

Single instrument + specific Reagents + Consumables (with IQOQ!)

- CyFlow® Cube 6 + CyView & FCS Express software (no automation yet)
- Flow VIT® Alicyclobacillus kit (50 tests)
- IQ/OQ (installation quality / operational quality)



Flow VIT® Alicyclobacillus – Principles

Flow cytometry by CyFlow® Cube 6 (V2m) would allow...

... specific detection of both *Alicyclobacillus* genus and *A. acidoterrestris* with:

Rapidity: short time-to-result (compared with other methods)

Specificity: identification by highly-specific VIT® gene probes

Sensitivity: even non-cultivable microorganisms are detected

Relevance: only living microorganisms are detected

Robustness: kits, instruments and protocols are designed for industrial applications

Flow VIT® analysis using CyFlow® Cube 6

Flow VIT® and CyFlow® Cube 6 allows:

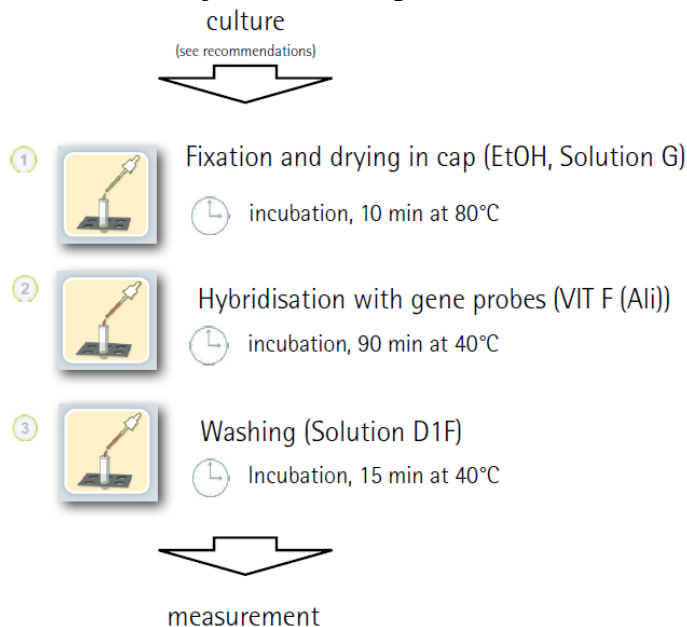
- easy handling and sample application
- fast results
- objective analysis
- objective report generation (*no calculations and interpretation of results necessary!*)
- easy handling of the device

VIT® Alicyclobacillus: safety from fruit to juice

Flow VIT® Alicyclobacillus for *Alicyclobacillus* genus & *A. acidoterrestris*







- huge time savings: Results within 2-3 days (conventional methods: 10 days)
- very robust, also for challenging samples
- detection of *Alicyclobacillus* and *A. acidoterrestris*
- during all stages of production

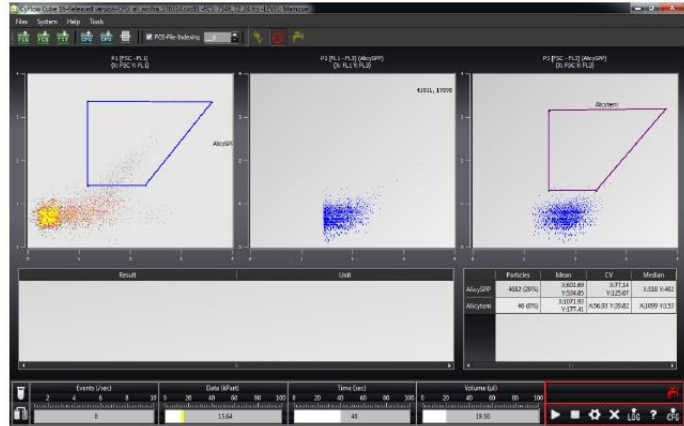
Flow VIT® Alicyclobacillus – protocols



CyFlow® Cube 6 analysis

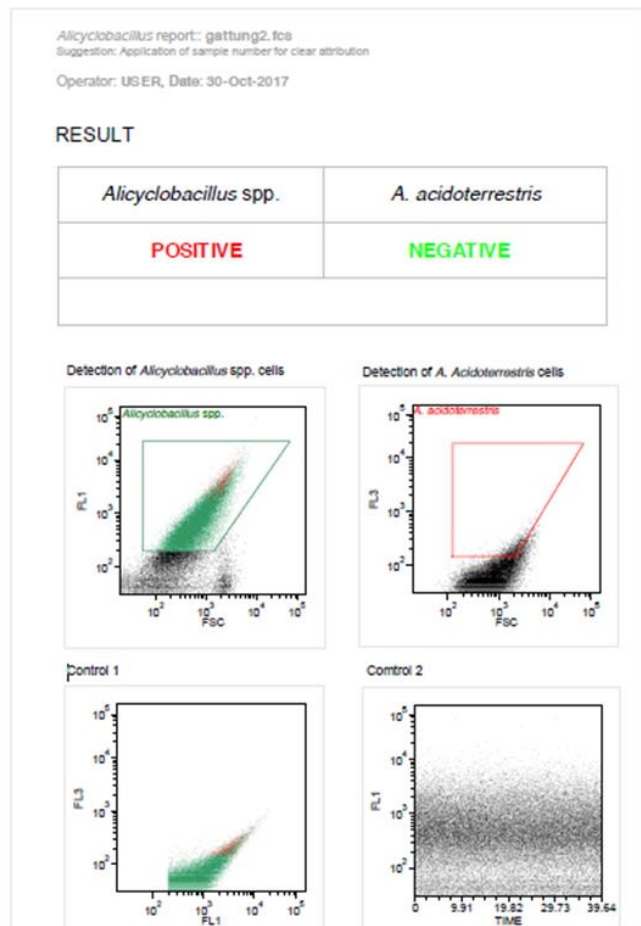
Flow VIT® Alicyclobacillus measurement

- 1  30 µl of stained sample in 750 µl PBS buffer
- 2  measurement template
 50 s (25 µl) pre-run,
 40 s (20 µl) measurement
- 3  cleaning after every run
 20 s



Report generation with FCS Express

- ready to use template for report generation
- simple result outlay: positive / negative
- print out of dot plots for quality control



Microbiological quality control in wine production (CyFlow™ BrettCount)

Description of *Brettanomyces*

Brettanomyces bruxellensis

- In the wine industry generally considered as a spoilage yeast.
- If wine becomes contaminated by brett, some vintners sterile filter it, add SO₂, or treat it with dimethyl dicarbonate. Both knowledge and experience are considered helpful in avoiding brett and the problems it can cause.
- In the wild, it is often found on the skins of fruit.

Wine applications

2 instruments + specific Reagents + Consumables (with IQOQ!)

- CyFlow® Cube 6 + CyView & FCS Express software (no automation yet)
- CyFlow® Space with or without automation

- OenoYeast™ kit (30 tests)
- CyFlow™ BrettCount (50 tests)

For more information please visit our websites (link below):

<https://cz.sysmex-flowcytometry.com/>

MOLEKULOVÁ SPEKTROSKOPIE A KONTROLA KVALITY A SLOŽENÍ POTRAVIN

Sedliaková M.
Nicolet CZ, s.r.o., Praha

FIREMNÍ PREZENTACE

Potraviny a jídlo obecně tvoří komplexní systém složený převážně z vody, tuku, bílkovin a sacharidů, vedle toho ale zahrnuje i velké množství minoritních složek. Kvalita potravinářských výrobků závisí na množství a kvalitě jednotlivých složek potravy a zahrnuje také chemické, biologické a mikrobiální faktory, které mají vliv na trvanlivost a souvisejí s nevratnými chemickými a enzymatickými reakcemi v potravinách. Požadavek na vysokou kvalitu a bezpečnost při výrobě potravin samozřejmě vyžaduje řízení celého procesu a k tomu jsou nezbytně nutné vhodné analytické nástroje pro zkoumání potravin.

Molekulová spektroskopie je historicky velmi úspěšná metoda při hodnocení kvality zemědělských produktů. Metody založené na interakci záření s hmotou jsou pro analýzu složek potravin vhodné a vyhledávané, protože není nutná příprava vzorku, poskytují rychlou analýzu a umožňují provádět analýzu několika parametrů současně při jednom měření. Navíc se řadí mezi levnější techniky. Tyto výhody se týkají zejména blízké infračervené (NIR), infračervené (IR) a Ramanovy spektroskopie. Vibrační spektroskopické techniky, ve spojení s různými chemometrickými nástroji, jsou používány pro kontrolu složení potravin, nápojů, ověřování pravosti nebo falšování, hodnocení a predikce změn kvality, které souvisejí s bezpečností potravin.

MOLECULAR SPECTROSCOPY FOR FOOD QUALITY ANALYSIS AND CONTROL.

Food is a complex system comprised predominantly of water, fat, proteins and carbohydrates together with numerous minor components. Quality of food products depends on the amount and quality of these components. The food quality includes also chemical, biological and microbial factors, which limits their shelf life and is connected with irreversible chemical and enzymatic reactions. The demand for high quality and safety in food production obviously calls for process control, which in turns requires appropriate analytical tools to investigate food.

Molecular spectroscopy has been historically very successful at evaluating the quality of agricultural products, especially food. Methods based on molecular spectroscopy are highly desirable for analysis of food components because they often require minimal or no sample preparation, provide rapid analysis, are cheap and have the potential to run multiple tests on a single sample. These advantages particularly apply to infrared (IR), near-infrared (NIR) and Raman spectroscopy. Vibrational spectroscopic techniques, in conjunction with various chemometric tools, are being applied for the determination of food or beverage composition, authentication, or adulteration, the assessment and prediction of quality and process-induced changes, and the detection of chemical or microbiological contaminants related to food safety.

STANDARDS V OBLASTI KVALITY A ZVÝŠENÍ BEZPEČNOSTI V CEREÁLNÍM OBORU DEKONTAMINACÍ SUROVIN

Filip P., Hrušková M.
Svaz průmyslových mlýnů Praha

Zdravotní nezávadnost potravin předpokládá, že vyhovují mikrobiologickým a chemickým požadavkům a neobsahují toxické produkty v množství ohrožující zdraví. Cereální výrobky také musí odpovídat deklarovaným jakostním požadavkům a mít odpovídající smyslové vlastnosti.

Formy zabezpečení uvedených požadavků mají strukturu s odlišnou mírou závaznosti pro výrobu a obchod. Legislativa EU ve formě nařízení ES 178/2002, 852/2004 a 853/2004 jsou součástí národních předpisů. Směrnice EU musí být implementovány do národní legislativy. Ve vztahu ke společnosti a spotřebiteli mají funkci certifikační orgány, validující standardy ISO 9001, ISO 22000 a HACCP. Pro výrobce jsou důležité další normativní systémy např. normy GFSI, FSSC 22000, BRC, IFS, GMP+.

Rizika týkající se bezpečnosti cereálních výrobků pochází především z pole a před zpracováním je nezbytné uplatňovat zejména nové způsoby čištění obilí. Inovace jsou založeny zejména na třídění podle měrné hmotnosti, barvy a intenzivní povrchové opracování. Výsledkem je zvýšení hygienické čistoty cereálních výrobků a užití zrna pšenice např. jako obilné vlákniny.

Cílem prezentace je představení standardů v oblasti kvality a zvýšení bezpečnosti cereálních výrobků inovací technologických postupů při zpracování pšenice.

QUALITY STANDARDS AND INCREASING OF SAFETY LEVEL IN CEREAL INDUSTRY BY MEANS OF RAW MATERIAL DECONTAMINATION

Healthy food on exceptionable level presuppose, that they satisfy microbiological and chemical requirements and did not contain toxic products in threating health amount. Cereal products must also reply to proposed quality demands and fulfil corresponded sensorial characteristics. Process of safety the declared demands constitute the complex structure with different level of obligation for production and trade, EU law in form of regulations ES 178/2002, 852/2004 and 853/2004 create parts of national orders. In relation to society and consumers play important role the certification authority with charge of validation ISO 9001, ISO 22000 and HACCP standards. In case of food producers the normative systems as GFSI, FSSC 22000, BRC, IFS, GMP+ supply important function.

Risks connected with cereal foods have originate above all in field and before milling process is necessary to take new manners of grain cleaning. Technology innovation is found on classify according to specific weight, color and apply new cleaning procedure (intensive surface elaboration). Results are connected with higher hygienic level and possibility of wheat grain using as food fiber.

Aim of presentation is to inform about standards in food quality system and increasing of cereal food safety by means of new technological process during wheat milling.

VLIV NETRADIČNÍCH PLODIN NA NUTRIČNÍ A SENZORICKÉ HODNOCENÍ TĚSTOVIN

Švec I.¹, Vítová M.¹, Sekerová H.¹, Kallasová E.¹, Jiříčková K.¹, Hrušková M.²

¹ Ústav sacharidů a cereálií, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6

² Svaz průmyslových mlýnů ČR, Marie Cibulkové 394/19, 140 00 Praha 4

Ivan.Svec@vscht.cz

Souhrn

V cereální laboratoři VŠCHT Praha byla vytvořena a optimalizována metodika pro laboratorní výrobu těstovin typu kolínek. Podle platné legislativy je možno pro změnu barvy těstovin použít pouze přírodní barviva, jako jsou průmyslově používané karotenoidy. Náhradou části pšeničné mouky polohrubé těstářenské barevnými rostlinnými pudry ze sušených rajčat, petržele, mrkve se mění nejen barva výsledného produktu – také spotřebitelská jakost ve smyslu zvýšení hmotnosti a zvětšení objemu po uvaření včetně chuti a celkové přijatelnosti. Přídavkem mouk z prosa, kukuřice, pohanky, sóji a lupiny do pšeničných a semolinových těstovin byl v různé míře ovlivněn obsah bílkovin. Jejich podíl byl vyšší ve druhé skupině zejména pro těstoviny s luštěninovými moukami (např. pro jednovaječné pšeničné a bezvaječné semolinové se sójou 15,3 a 19,9 %). Obsah rezistentního škrobu významně narostl po uvaření (z 0,50-0,77% na 1,71-2,79% pro semolinové). Stran barvy se semolinové těstoviny se díky vyššímu obsahu karotenoidů vyznačovaly méně intenzivní světlostí L*, ale rozdíly v odstínu žluté (chromacita b*) nebyly díky 20% přídavku netradičních plodin tak výrazné. Sensoricky byly dobře přijatelná kolínka s rajčatovým pudrem nebo semolinová s kukuřičnou moukou, zatímco lupina a zejména sója negativně ovlivnily vůni a částečně i chuť těstovin. Podobně lze modifikovat nutriční hodnotu a sensorický profil bezlepkových těstovin na bázi kukuřičné mouky, bramborového škrobu a karboxymethylcelulózy.

Úvod

Cereální výrobky jsou nedílnou součástí jídelníčku evropské a severoamerické civilizace a podle údajů FAOSTAT je spotřeba pšenice a výrobků z ní přibližně rovna 140 a 106 kg/os/rok (<https://www.indexmundi.com/agriculture/>; data pro EU-27 a USA+Kanadu za rok 2017). Podle ČSÚ se ve stejném roce zkonsumovalo na obyvatele přibližně 120 kg pšenice, z toho 50 kg pšeničného a 10 kg trvanlivého pečiva. Těstoviny tvoří minoritní položku ve spotřebním koši, v ČR se konzumace pohybuje kolem 6 kg na osobu a rok (srovnatelně se stády EU s výjimkou Itálie). Z tohoto pohledu lze pšeničnou mouku označit za základní energetický zdroj ve výživě, poskytující bílkoviny, vlákninu a vitamíny skupiny B. V praxi používané netradiční plodiny rozšiřují nabídku cereálních výrobků, stejně jako znamenají nutriční přínos (snížení podílu škrobu, zvýšení obsahu bílkovin a vlákniny). Obohacené výrobky lze tak cílit na vybranou skupinu spotřebitelů, mj. na pacienty s intolerancí lepku.

Právě základní recepturní složení pšeničných těstovin mouka – voda – sušená vejce umožňuje jednoduchým způsobem modifikovat také barvu konečného výrobku přídavky celozrnných mouk, mouk z netradičních plodin, nebo zeleninovými pudry např. ze sušených rajčat či petrželové nati.

Cílem této práce bylo na laboratorní těstářenské lince Cereální laboratoře VŠCHT Praha vyrobit základní a modifikované varianty pšeničných jednovaječných, semolinových bezvaječných stejně jako bezlepkových těstovin. Těstoviny byly hodnoceny během výroby a dále v sušeném a uvařeném stavu. Barva sušených kolínek byla kvantifikována objektivně pomocí spektrofotometru Minolta CM 2006d. Nutriční přínos mouk kukuřičné, prosné, sójové,

lupinové a pohankové a pudrů z rajčat, mrkve, špenátu a petrželové nati byl prověřen ve smyslu obsahů bílkovin, celkové vlákniny TDF a rezistentního škrobu.

Materiál a metody

Základní pšeničná mouka polohrubá těstářská (M) byla dodána průmyslovým mlýnem Delta Praha – Jaroslav Chochole (roky výroby 2009 a 2010). Stejný mlýn zprostředkoval také dodávku semolinové mouky (rok výroby 2010). Základní navážka je 750 g mouky a 280 ml vody (26 °C po pšeničné a semolinové, 41 °C pro bezlepkové těstoviny). Sušená vaječná melanz byla zakoupena od společnosti Zeelandia ČR Malšice, k ostatním surovinám byla přidávána v množství 10,5 g (odpovídá 1 čerstvému vejci). Pro přípravu bezlepkových těstovin byla použita kukuřičná mouka, bramborový škrob a karboxymethylcelulóza (CMC), vyrobené v roce 2010 (dodavatelé Kukuřičný mlýn Mrzkovice a Lyckeby Amylex Horažďovice) v poměru 94,5:4,5:1. Receptura ve všech případech obsahuje chlorid sodný v čistotě p.a. (0,5 hm. % na mouku), vyrobený firmou Ing. Petr Švec – PENTA s.r.o. Ostatní použité suroviny rostlinného původu byly zakoupeny v kamenných prodejnách specializovaných na zdravou výživu; recepturní podíly jsou 20 hm. % pro netradiční mouky a 3 hm. % v případě zeleninových pudrů.

Těstoviny vyráběné na těstářském lisu Korngold TR70 jsou hodnoceny během lisování (lisovatelnost, tj. soudržnost, tvarová deformita a teplota těstovin do 40 °C), v sušeném a uvařeném stavu jak senzory (tvar, celistvost povrchu, barva, očkovitost), tak objektivně znaky vaznost a bobtnavost (Hrušková *et al.* 2011). Celkový obsah bílkovin, vlákniny a rezistentního škrobu byl stanoven v jednotlivých výrobcích pomocí přístroje Kjeltec 1002 podle metody EN ISO 20483 a pomocí enzymatických kitů Megazyme podle AOAC 985.29 a AOAC 2002.02. Spektrofotometrické stanovení barvy těstovin bylo publikováno v článku uvedeném výše (Hrušková *et al.* 2011).

Statistické hodnocení získaných výsledků bylo provedeno pomocí analýzy rozptylu v programu Statistica 13.0 (Statsoft, USA) na hladině P = 95 %.

Výsledky a diskuse

Kvalita čerstvých a sušených těstovin

V souborech pšeničných jednovaječných a semolinových bezvaječných těstovin bez a s přísadou kukuřičné, prosné, sójové, lupinové a pohankové mouky byla lisovatelnost dobrá, teplota vylisovaných kolínek nepřekročila 40 °C. Vyšší podíl tuku v sójové mouce v obou případech usnadnil lisovatelnost, na druhou stranu byly tvar čerstvých těstovin mírně až středně deformován (oslabení pevnosti těsta). Kvůli přítomnosti obalových vrstev v pohankové mouce (tedy semletí neloupané pohanky) vykazovala tato varianta těstovin dílčí míru očkovitosti (tmavých teček v jinak rovnoměrně zbarveném povrchu kolínek).

Zpracovatelnost pšeničné jednovaječné varianty nebyla 3% přísadou zeleninových ovlivněna, teplota všech vzorků nepřekročila technologický limit 40 °C. Barva čerstvých těstovin odpovídala přísadě a odstín byl rovnoměrný na celém povrchu kolínek.

V případě kukuřičných bezlepkových bez a s přísadou prosné, sójové, nebo pohankové mouky byla lisovatelnost uspokojivá, ale těsta byla tužší díky zesílené absorpci vody CMC i přes vyšší teplotu recepturní vody (41 °C) – při konstantní rychlosti odřezávacího nože byly vyrobené těstoviny kratší. Barva kontrolních kukuřičných těstovin vizuálně dominovala i po přísadách uvedených netradičních surovin, s výjimkou sójové mouky se však vyskytla pruhovitost – střídání světlejších a tmavších pásů po obvodu výrobků. Předjetí tomuto jevu by bylo možno intenzivnějším předmícháním sypké směsi, když hnětací hřeben těstářského lisu během 10 min přípravy těsta pro homogenizaci nedostačoval. Výše zmíněná očkovitost vlivem pohankové mouky byla zaznamenána i v tomto případě.

Spotřebitelská kvalita ve smyslu tvaru 11 pšeničných jednovaječných a 6 semolinových variant těstovin se neodlišovala; mírně horší tvar byl během senzorické analýzy identifikován pro čtveřici bezlepkových (Tab. 1). Celistvost povrchu kolínek nebyla rovněž na změně receptury významněji závislá, hladký povrch měly i základní bezlepkové těstoviny. Prosná, pohanková a sójová mouka v podílu 20 % však způsobily dílčí rozpraskání povrchu kolínek. Očkovitost byla znatelná po přidavku pohankové a lupinové mouky.

Z pohledu konzumenta je důležitý objem sušených těstovin – mezi čtyřmi porovnávanými soubory byly malé, ovšem statisticky významné rozdíly mezi soubory semolinových a pšeničných jednovaječných s netradičními moukami proti resp. pšeničným jednovaječným zeleninovými pudry a kukuřičným bezlepkovým těstovinám (Tab. 1).

Z pohledu cíleného nutričního přínosu přidávaných netradičních složek se uplatnily kukuřičná, sójová a pohanková mouka. V případě bezlepkových těstovin bývají deficientní složkou také bílkoviny – pro obě luštěninové mouky lze v tomto směru předpokládat významné zvýšení.

Stran objektivního posouzení vlivu základní mouky na barvu sušených těstovin se potvrdila jak vyšší sytost žlutého, tak červeného odstínu (koordináty b*, resp. a*) semolinových těstovin; kukuřičná a lupinová mouka klasickou barvu těstovin podpořily, především pro pšeničnou jednovaječnou variantu. Ostatní netradiční suroviny barvu kolínek mírně ztmavily, úbytek žlutosti byl významnější pro semolinové (Obr. 1)

Kvalita uvařených těstovin

Rozdíly v jakosti vyrobených těstovin po uvaření byly větší než v případě sušených (Tab. 2). Vaznost udává objem přijaté vody, bobtnavost pak nárůst objemu těstovin – podle Anderle et al. (1996) by měl objem po uvaření narůst na 300 – 400 %. Porovnáním dat v Tab. 1 a Tab. 2 lze postřehnout, že když objem sušených těstovin klesal, vaznost se zvyšovala. Hodnoty vaznosti se pohybovaly v intervalu 143 až 268 %, což koresponduje s daty zjištěnými jak pro laboratorně, tak průmyslově vyrobené těstoviny (128-173 %, resp. 126-160 %; Hellingerová 2012). Naproti tomu 20% přídavek mouky z jarního tritordea způsobil zvýšení vaznosti pšeničných jednovaječných těstovin z 228 na 321 %; v případě semolinových těstovin byla změna srovnatelná (z 215 na 336 %; Hrušková et al. 2008). Lupinová mouka v podílu 10 hm. % však vaznost pšeničných bezvaječných těstovin z laboratorního pokusu významně nezměnila (135 % a 139 %; Hrdličková 2009).

Nárůst objemu vzorků po uvaření byl statisticky nejvyšší pro pšeničné jednovaječné těstoviny se zeleninovými pudry (hodnoty přes 3,0 tj. přes 300 %); Hrdličková (2009) a Hellingerová (2012) zjistily zvětšení objemu v rozsahu 2,9 – 4,3; extrém mohou představovat komerční pšeničné těstoviny s nopalovou moukou, které vykazaly bobtnavost 15,0 Hellingerová (2012). Mouka z tritordea bobtnavost těstovin nezměnila (Hrušková et al. 2008).

Podle předpokladu byl tvar semolinových těstovin po uvaření ve všech pěti obohacených variantách lepší než pro pšeničné jednovaječné protějšky. Podobně uvařená kolínka se zeleninovými pudry měla tvar mírně deformovaný (Tab. 2). Barva těstovin vlivem varu jednoznačně vybledla, zejména pro obarvené vzorky. Po uvaření se také zvýraznila pruhovitost. Chuť a vůně odpovídaly recepturnímu složení, ve většině případů byly přijatelné; sójová mouka a petrželová nať způsobily nahořklou dochuť, mrkvové těstoviny se vyznačovaly netypickým příchutem (data neuvedena).

Tab. 1 Porovnání jakostních a senzorických znaků 4 souborů sušených těstovin

Varianta těstovin		Objem (ml)	RS* suš. (%)	Tvar suš. (body)	Povrch suš. (body)	Očkovitost (body)
Semolinové bezvaječné s netradičními moukami ¹	S0v	88 a	0,50 a	5	5	4
	S0v-Pr	96	0,57	5	4	4
	S0v-Ku	96	0,57	5	5	4
	S0v-Po	92 97 a	0,55 0,59 a	5	4	2
	S0v-So	100	0,77	5	5	5
	S0v-Lu	101	0,48	5	4	2
Pšeničné jednovaječné s netradičními moukami ¹	P1v	92 ab	0,71 ab	4	5	4
	P1v-Pr	94	0,49	5	4	3
	P1v-Ku	99	2,55	5	5	4
	P1v-Po	92 94 ab	0,68 1,06 b	5	5	2
	P1v-So	94	0,75	4	5	4
	P1v-Lu	93	0,81	5	4	2
Pšeničné jednovaječné se zeleninovými pudry ²	P1v	118 c	0,71 ab	5	5	4
	P1v-Ra	117	0,34	5	5	5
	P1v-Šp	118 118 c	0,34 0,38 a	5	5	5
	P1v-Mr	120	0,42	5	4	4
	P1v-Pe	118	0,40	5	5	5
	Bezlepkové jednovaječné s netradičními moukami ³	BZL	118 c	0,99 ab	4	5
BZL-Pr		120	1,07	3	3	2
BZL-Po		118 120 c	1,61 1,53 b	3	3	3
BZL-So		122	1,90	4	3	3

* RS - rezistentní škrob

¹ S0v, P1v - semolinové bezvaječné, resp. pšeničné jednovaječné; Pr, Ku, Po, So, Lu - komerční prosná, kukuřičná, pohanková, sójová a lupinová mouka (20 hm. %)

² P1v - pšeničné jednovaječné; Ra, Šp, Mr, Pe - pudr z rajčat, špenátu, mrkve karotky a petrželové nati (3 hm. %)

³ BZL - bezlepková směs (kukuřičná mouka, 5% bramborový škrob, 1 % CMC); Pr, Po, So - komerční prosná, pohanková a sójová mouka (20 hm. %)

a-c: průměry skupin ve sloupcích označené stejným písmenem nejsou statisticky rozdílné (P = 95 %)

Pozn.: hedonické parametry senzorického profilu vyloučeny z analýzy rozptylu (5 bodů - nejvyšší kvalita)

Tab. 2 Porovnání jakostních a senzorických znaků 4 souborů uvařených těstovin

Varianta těstovin		Vaznost (hm. %)	Bobtnavost (-)	RS* uvař. (%)	Tvar uvař. (body)	Barva uvař. (body)
Semolinové bezvaječné s netradičními moukami ¹	S0v	215 bc	2,0 a	1,77 ab	5	5
	S0v-Pr	214	1,9	1,90	5	4
	S0v-Ku	220	1,9	2,79	5	5
	S0v-Po	237 213 bc	2,0 1,9 a	2,27 2,35 ab	4	4
	S0v-So	192	1,8	3,05	5	3
	S0v-Lu	203	1,8	1,72	4	3
Pšeničné jednovaječné s netradičními moukami ¹	P1v	244 d	1,8 a	4,35 c	3	4
	P1v-Pr	268	2,0	1,66	4	4
	P1v-Ku	266	1,9	4,27	4	5
	P1v-Po	264 236 c	2,0 1,9 a	3,31 2,96 bc	3	3
	P1v-So	168	1,8	3,23	5	3
	P1v-Lu	212	1,9	2,33	5	3
Pšeničné jednovaječné se zeleninovými pudry ²	P1v	180 abc	3,4 c	1,67 ab	3	4
	P1v-Ra	143	3,2	1,71	3	5
	P1v-Šp	158 154 ab	3,2 3,1 bc	1,25 1,38 a	3	4
	P1v-Mr	169	2,9	1,66	4	4
	P1v-Pe	145	3,1	0,91	4	5
	Bezlepkové jednovaječné s netradičními moukami ³	BZL	134 a	2,89 b	1,87 ab	4
BZL-Pr		189	3,2	1,94	4	5
BZL-Po		186 189 abc	3,6 3,3 bc	2,86 2,59 bc	3	3
BZL-So		192	3,1	2,96	3	5

* RS - rezistentní škrob

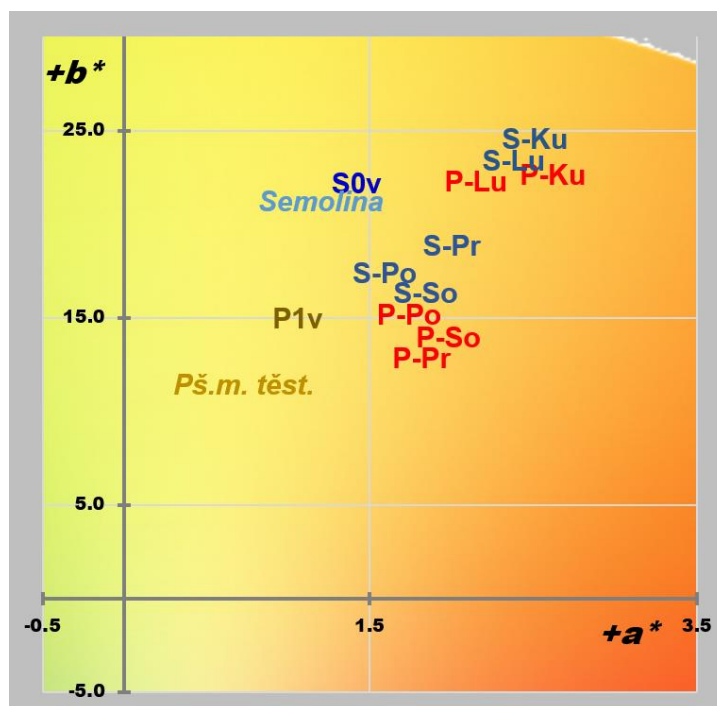
¹ S0v, P1v - semolinové bezvaječné, resp. pšeničné jednovaječné; Pr, Ku, Po, So, Lu - komerční prosná, kukuřičná, pohanková, sójová a lupinová mouka (20 hm. %)

² P1v - pšeničné jednovaječné; Ra, Šp, Mr, Pe - pudr z řajčat, špenátu, mrkve karotky a petrželové nati (3 hm. %)

³ BZL - bezlepková směs (kukuřičná mouka, 5% brambrový škrob, 1 % CMC); Pr, Po, So - komerční prosná, pohanková a sójová mouka (20 hm. %)

a-c: průměry skupin ve sloupcích označené stejným písmenem nejsou statisticky rozdílné (P = 95 %)

Pozn.: hedonické parametry senzorického profilu vyloučeny z analýzy rozptylu (5 bodů - nejvyšší kvalita)



Obr. 1 Porovnání vlivu základní mouky na barvu sušených těstovin s přidavky netradičních mouk (CIE Lab koordináty a^* – červenost, b^* – žlutost). P1v, S0v – pšeničné jednovaječné, resp. semolinové bezvaječné těstoviny (kontrola); Ku, Lu, Po, Pr, So – kukuřičná, lupinová, pohanková, prosná a sójová mouka (podíl v receptuře 20 hm. %)

Závěr

Práce dokládá možnost jednoduché úpravy barvy i nutriční hodnoty bezvaječných semolinových, pšeničných jednovaječných a bezlepkových kukuřičných bezvaječných těstovin. Přidávky celozrnných mouk z pseudoobilovin typu pohanky nebo luštěninových jako lupinové lze významně zvýšit obsah vlákniny, rezistentního škrobu a potažmo i bílkovin ve všech uvedených druzích těstovin při zachování dobré lisovatelnosti i celkové jakosti těstovin po uvaření.

Literatura

Anderle P., Schwarz H., Borůvková V., Štěpánková V.: Zbožiznalství: poživatiny – potraviny, pochutiny. SNTL Praha, 2. vyd., 1996, 249 s. ISBN 80-902-1103-8.

Hellingerová P.: Vliv použitých surovin na kvalitu a senzoričnou jakost těstovin. Diplomová práce, Mendelova univerzita, Brno, 2008. 54 s.

Hrdličková E.: Lupina jako zlepšující surovina pro výrobu těstovin. Diplomová práce, Mendelova univerzita, Brno, 2009. 96 s.

Hrušková M., Vítová M. (2007): Laboratorní testárenský pokus. Mlynářské noviny, XVIII: 7–9.

Hrušková M., Sekerová H., Švec I., Vaculová K., Martinek P. (2008): Vliv přidavku tritordea a netradičních materiálů jarního ječmene s bezpluchým zrnem na kvalitu těstovin. Obilnářské listy 101(4): 109–114.

Hrušková M., Švec I., Sekerová H. (2011): Colour analysis and discrimination of laboratory prepared pasta by means of spectroscopic methods. Czech J. Food Sci., 29: 346–323.

<https://www.indexmundi.com/agriculture/>, staženo 22.6.2019.

SPEKTRÁLNÍ CHARAKTERIZACE SUŠENEK S OBSAHEM SUŠENÉHO RAKYTNÍKU

Tobolková B.¹, Jelemenská V.¹, Kukurová K.¹, Ciesarová Z.¹, Smoláriková E.², Papánková B.³

¹Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav potravinársky – Odbor chémie a analýzy potravín, Priemyselná 4, 824 75 Bratislava, Slovenská republika

²Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita v Bratislave, Radlinského 2101/9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika

³Fakulta prírodných vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave, Nám. J. Herdu 2, 917 01 Trnava, Slovenská republika

Úvod

Klasické sušenky, ktoré sa vyrábajú z bežných surovín (pšeničná múka, cukr, tuk, voda a soľ) jsou sice bohaté na sacharidy, ale chýbajú jim dôležité nutričné složky (vitamíny, vláknina, minerály) [1]. S tým súvisí zvyšujúca sa poptávka po cereálnych výrobkoch s pridanou hodnotou. Najčastejšie sa jedná o výrobky pripravované z netradičných plodín ako je pohanka, amarant, ryža, fazole alebo cizrna. Nutričné vlastnosti sušeniek je možné zvýšiť i nahrazením časti múky prírodnými složkami. Kromě sušených výlisků z mrkve [2,3] nebo prášku ze zeleného čaje [4], které byly úspěšně použité pro zvýšení nutriční hodnoty pšeničných sušenek, lze použít sušené výlisky z rakytníku (SVR), což je vedlejší produkt po lisování rakytníkové šťávy. Aplikace SVR v trvanlivém pečivu představuje potenciální možnost, jak efektivněji využít v nich obsažené bioaktivní látky (polyfenoly, flavonoidy, karotenoidy) v porovnání s čajovým výluhem, který se z tohoto materiálu obvykle připravuje.

Cílem práce bylo porovnat vliv 10% substituce sušeného rakytníku různé zrnitosti na vybrané spektrální charakteristiky (antioxidační aktivita, celkové polyfenoly a flavonoidy a barevné charakteristiky) pohankové, pšeničné a žitné mouky a z nich připravených sušenek.

Materiál a metody

Na přípravu sušenek byla použita pohanková (B), pšeničná (W) a žitná mouka (R), přičemž 10 % mouky bylo nahrazeno homogenizovanými sušenými výlisky rakytníku různé zrnitosti: hrubá (B, velikost částic > 1 mm), a jemná (C, velikost částic < 1 mm). Spolu s kontrolním vzorkem (A), bez sušených výlisků, byly upečené máslové sušenky podle receptury uvedené v naší předcházející práci [5].

Antioxidační a radikál-zhášející aktivita byla monitorována pomocí elektronové paramagnetické rezonance (EPR) s využitím ABTS^{•+} kation-radikálu (výsledky vyjádřeny jako hodnoty Trolox ekvivalent – TEAC) [6].

Celkový obsah polyfenolů (TPC) byl stanoven pomocí Folin-Ciocalteuvého činidla (výsledky byly vyjádřené jako ekvivalent kyseliny gallové – GAE, g/kg) [6]. Celkový obsah flavonoidů byl stanoven pomocí chloridu hlinitého a dusitanu sodného (výsledky byly vyjádřené jako rutin ekvivalent – RE, g/kg) [7].

Jednotlivé barevné charakteristiky sušenek v systému CIE $L^*a^*b^*$ byly vypočítané z naměřených reflexních spekter podle [8].

Na statistické porovnání experimentálních dat byla použita metoda ANOVA – Tukey HSD test pro porovnání významnosti rozdílů skupinových průměrů. Za statisticky významné byly považované rozdíly s hodnotou $P < 0,05$.

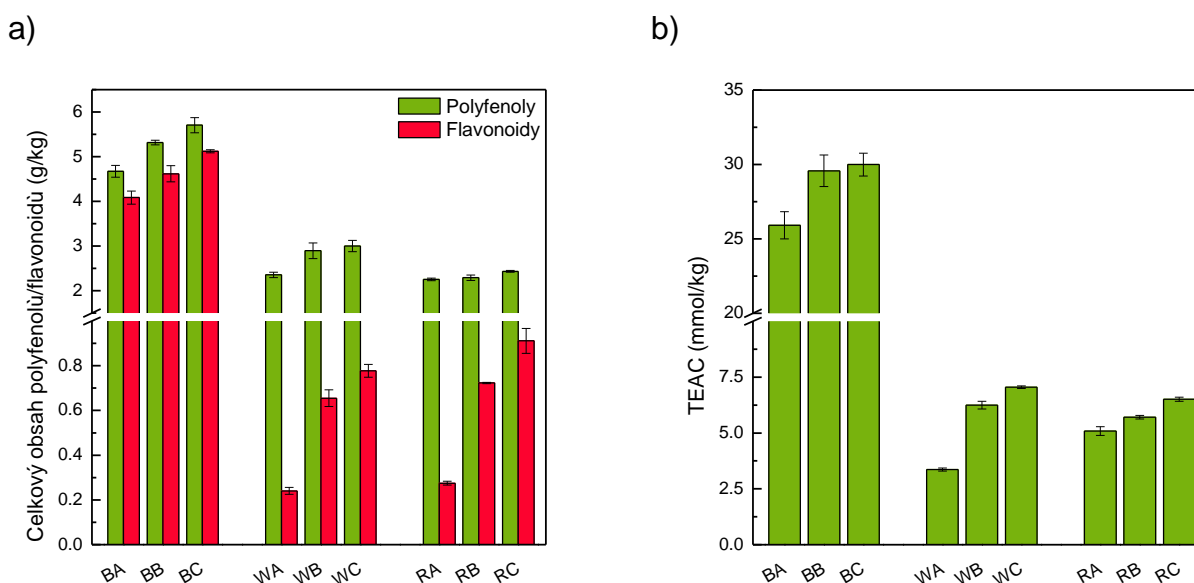
Výsledky a diskuze

Antioxidační vlastnosti

Sušené výlisky rakytníku představují bohatý zdroj polyfenolů a flavonoidů. V hrubé frakci SVR (velikost částic > 1 mm) byla koncentrace celkových polyfenolů $24,69 \pm 0,58$ g/kg a koncentrace flavonoidů $5,17 \pm 0,50$ g/kg. Naproti tomu v jemné frakci byla koncentrace celkových polyfenolů a flavonoidů vyšší, $28,39 \pm 0,76$ g/kg, resp. $5,39 \pm 0,34$ g/kg. Antioxidační aktivita vyjádřená jako

TEAC byla přibližně o 18 % vyšší u jemné frakce SVR ($199,73 \pm 3,73$ mmol/kg) v porovnání s frakcí hrubou ($168,77 \pm 2,36$ mmol/kg), což představuje statisticky významný rozdíl ($P < 0,05$). Tyto rozdíly mezi oběma frakcemi lze vysvětlit rozdílnou velikostí částic. Větší množství částic menší velikosti umožňuje během extrakce vyšší extrahovatelnost antioxidantně působících látek [2,9].

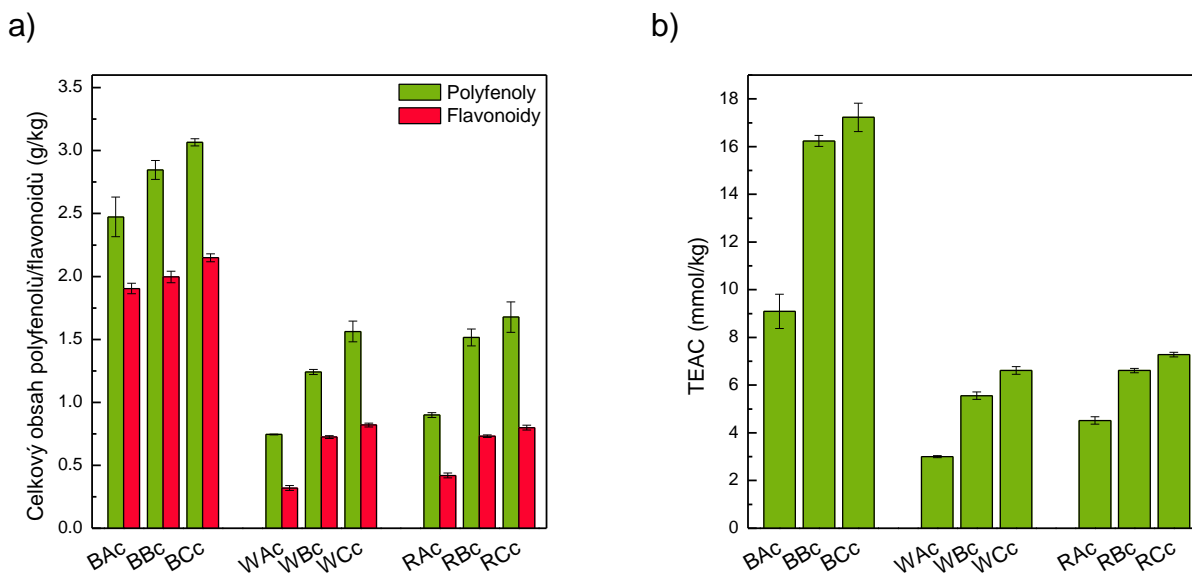
Co se týká porovnání jednotlivých druhů mouk použitých na přípravu sušenek, pohanková mouka představuje bohatý zdroj polyfenolů a flavonoidů (obr. 1a). Následná substituce mouky homogenizovanými výlisky rakytníku vedla k zvýšení jejich koncentrace, v případě hrubé frakce o cca 13 %, v případě jemné frakce o cca 22 %. Naproti tomu, pšeničná a žitná mouka obsahují přibližně o 50 % méně celkových polyfenolů v porovnání s pohankovou moukou. Koncentrace celkových flavonoidů je v obou moukách zanedbatelná (cca 0,20 g/kg). Substituce části mouky výlisky rakytníku se projevila nárůstem nejen celkových polyfenolů a flavonoidů, ale i antioxidantní aktivity (obr. 1b), přičemž tento nárůst byl výraznější při aplikaci jemnější frakce výlisků.



Obrázek 1. a) Celkový obsah polyfenolů (GAE, g/kg) a flavonoidů (RE, g/kg) a **b)** antioxidantní aktivita (TEAC) pohankových, pšeničných a žitných mouk (BA/WA/RA - pohanková/pšeničná/žitná mouka; BB/WB/RB - pohanková/pšeničná/žitná mouka s 10 % hrubé frakce SVR; BC/WC/RC - pohanková/pšeničná/žitná mouka s 10 % jemné frakce SVR).

Z obr. 2a je zřejmé, že během pečení došlo k přibližně 50% poklesu TPC a TFC v porovnání s moukami a moučnými směsmi, což naznačuje, že antioxidantně působící látky v analyzovaných moukách jsou náchylné na změny během pečení. Tento pokles může být způsoben změnou chemické struktury fenolických sloučenin, možnou polymerizací vedoucí k redukované extrahovatelnosti a oxidaci těchto látek [10-12]. Během pečení došlo i k statisticky významnému poklesu antioxidantní aktivity (obr. 2b), přičemž tento pokles byl nejvýraznější u pohankových sušenek. To pravděpodobně souvisí s poklesem koncentrace celkových polyfenolů a flavonoidů, což naznačují i silné korelace mezi těmito parametry ($r_{TEAC-TPC} = 0,9037$, $r_{TEAC-TFC} = 0,9841$).

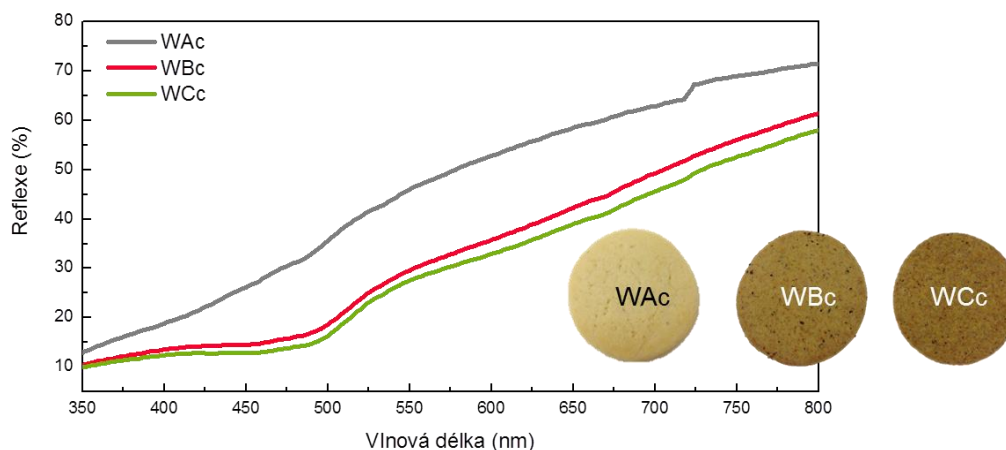
Ve vzorcích sušenek, bez ohledu na druh použité mouky, klesá koncentrace celkových polyfenolů a flavonoidů, ale i antioxidantní aktivita v pořadí sušenky s jemnou frakcí SVR > sušenky s hrubou frakcí SVR > sušenky bez SVR (kontrola), přičemž v pohankových sušenkách byly stanoveny přibližně dvojnásobné koncentrace celkových polyfenolů a flavonoidů v porovnání s pšeničnými a žitnými sušenkami. Zůstal tedy zachovaný stejný trend změn jako v případě mouk a kompozitních moučných směsí.



Obrázek 2. a) Celkový obsah polyfenolů (GAE, g/kg) a flavonoidů (RE, g/kg) a **b)** antioxidační aktivita (TEAC) pohankových, pšeničných a žitných sušenek (BAC/WAC/RAC - pohankové/pšeničné/žitné sušenky kontrola; BBC/WBC/RBC - pohankové/pšeničné/žitné sušenky s 10 % hrubé frakce SVR; BCC/WCC/RCC - pohankové/pšeničné/žitné sušenky s 10 % jemné frakce SVR).

Barevné charakteristiky

Barevné charakteristiky sušených výlisků rakytníku různé zrnitosti, pohankové, pšeničné a žitné mouky, kompozitních moučných směsí a z nich připravených sušenek jsou uvedeny v tabulce 1. Jemná frakce SVR byla charakterizována vyšší světlostí (L^*) a podílem červené (a^*) a žluté barvy (b^*) než hrubá frakce, i když ze statistického hlediska je tento rozdíl nevýznamný ($P > 0,05$). 10% substituce sušenými výlisky rakytníku vedla k ztmavnutí pohankové, pšeničné i žitné mouky, tzn. že světlost se snižuje, přičemž při použití jemné frakce SVR byly stanoveny nejnižší hodnoty L^* . Naproti tomu, hodnoty a^* a b^* se postupně zvyšují; nejvyšší hodnoty těchto parametrů byly stanoveny v moučných směsích a sušenkách s jemnou frakcí SVR. Nejmarkantnější změny barvy byly pozorovány u pšeničných mouk a sušenek (obr. 3).



Obrázek 3. Reflexní spektra pšeničných sušenek ve viditelné oblasti spektra (WAc – pšeničné sušenky kontrola, WBc – pšeničné sušenky s 10 % hrubé frakce SVR, WCc – pšeničné sušenky s 10 % jemné frakce).

Z tabulky 1 je zřejmé, že během pečení došlo k statisticky významnému poklesu ($P < 0,05$) světlosti a k zvýšení trichromatických složek a^* a b^* . Podle dostupné literatury jsou tyto změny barvy připisované Maillardovým reakcím a karamelizaci cukru během pečení, kdy vznikají hnědé pigmenty.

Tyto reakce jsou ovlivňované řadou faktorů, jako je aktivita vody, pH, teplota, obsah cukrů, typ a poměr aminosloučenin [11,13].

Pšeničné mouky a sušenky byli světlejší v porovnání s pohankovými a žitnými. SHAFI a kol. [13] předpokládají, že světlejší barva pšeničných sušenek je způsobená tím, že obsahují méně proteinů, což má za následek nižší tvorbu produktů Maillardových reakcí. Podle TAKATY a kol. [14] je všeobecně známé, že barva mouk je ovlivňována obsahem fenolických látek.

Na základě uvedených skutečností lze konstatovat, že barva sušenek je ovlivňována řadou faktorů, např. druhem použité mouky, velikostí částic použité frakce, procentem substituce, ale i samotnými podmínkami pečení.

Tabulka 1. Barevné charakteristiky v systému CIE $L^*a^*b^*$ pohankové, pšeničné a žitné mouky, kompozitních moučných směsí a z nich připravených sušenek.

Vzorky	L^*	a^*	b^*
Hrubá frakce SVR	54,38 ± 0,38	13,99 ± 0,11	25,53 ± 0,56
Jemná frakce SVR	54,82 ± 0,11	14,30 ± 0,07	26,08 ± 0,22
BA - pohanková mouka	83,02 ± 0,82	1,89 ± 0,12	8,01 ± 0,32
BB - pohanková mouka + 10 % hrubé frakce SVR	78,76 ± 1,04	3,53 ± 0,35	13,96 ± 0,45
BC - pohanková mouka + 10 % jemné frakce SVR	77,10 ± 1,13	4,20 ± 0,23	15,46 ± 0,25
BAC - pohankové sušenky	70,88 ± 0,96	6,87 ± 0,07	16,12 ± 0,15
BBc - pohankové sušenky s 10 % hrubé frakce SVR	67,39 ± 0,38	8,76 ± 0,16	23,55 ± 0,30
BCc - pohankové sušenky s 10 % jemné frakce SVR	66,87 ± 0,64	9,16 ± 0,17	23,63 ± 0,18
WA - pšeničná mouka	90,93 ± 0,41	0,67 ± 0,02	9,98 ± 0,02
WB - pšeničná mouka + 10 % hrubé frakce SVR	84,54 ± 0,58	2,80 ± 0,09	12,36 ± 0,05
WC - pšeničná mouka + 10 % jemné frakce SVR	82,58 ± 0,61	3,49 ± 0,00	14,02 ± 0,11
WAc - pšeničné sušenky	82,04 ± 0,54	4,58 ± 0,20	27,38 ± 0,48
WBc - pšeničné sušenky s 10 % hrubé frakce SVR	69,14 ± 0,19	9,63 ± 0,09	29,65 ± 0,34
WCc - pšeničné sušenky s 10 % jemné frakce SVR	69,21 ± 0,44	9,67 ± 0,14	31,08 ± 0,39
RA - žitná mouka	88,03 ± 0,19	0,87 ± 0,01	7,52 ± 0,02
RB - žitná mouka + 10 % hrubé frakce SVR	85,83 ± 0,47	1,56 ± 0,04	8,48 ± 0,06
RC - žitná mouka + 10 % jemné frakce SVR	84,98 ± 0,52	1,89 ± 0,08	9,03 ± 0,14
RAC - žitné sušenky	77,73 ± 0,39	4,62 ± 0,03	25,19 ± 0,11
RBc - žitné sušenky s 10 % hrubé frakce SVR	69,89 ± 0,13	9,06 ± 0,03	30,19 ± 0,12
RCc - žitné sušenky s 10 % jemné frakce SVR	69,11 ± 0,19	9,04 ± 0,10	29,37 ± 0,18

Závěr

Sušené výlisky rakytníku byly aplikované do pohankových, pšeničných a žitných sušenek jako potenciální zdroj biologicky aktivních látek, přičemž 10% substituce výlisků pozitivně ovlivnila celkový obsah polyfenolů a flavonoidů, jako i antioxidační aktivitu. Bez ohledu na druh mouky, jako efektivnější se ukázala být substituce mouky jemnější frakcí výlisků. Další činnost bude směřovat k studiu, jak uvedená substituce ovlivňuje texturní vlastnosti sušenek a tvorbu procesních kontaminantů vznikajících při pečení cereálních výrobků.

Poděkování

Príspevek byl vytvořený realizací projektu APVV-17-0212 „Bioaktívne látky rakytníka rešetliakového a ich uplatnenie vo funkčných potravinách“ a projektu APVV-16-0088 „Komplexné využitie rastlinnej biomasy v biopotravinách s pridanou hodnotou“. Výzkum podporuje MPRV SR v rámci úlohy „Zvýšenie konkurencieschopnosti nových a inovovaných potravinárskych výrobkov slovenskej produkcie“.

Literatura

- [1] Choo, C.L. – Aziz, N.A.A. Effects of banana flour and β -glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles. *Food Chemistry*, 119, 2010, pp. 34–40.
- [2] Ahmad, M. – Wani, T.W. – Wani, S. M. – Masoodi, F. A. – Gani, A. Incorporation of carrot pomace powder in wheat flour: effect on flour, dough and cookie characteristics. *Journal of Food Science and Technology*, 53, 2016, pp. 3715-3724.
- [3] Sahni, P. – Shere, D. M. Physico-chemical and sensory characteristics of carrot pomace powder incorporated fibre rich cookies. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 36, 2017, pp. 327-331.
- [4] Ahmad, M. – Baba, W.N. – Wani, T.A. – Gani, A. – Gami, A – Shah, U. – Wani, S. M. – Masoodi, E.A. Effect of green tea powder on thermal, rheological & functional properties of wheat flour and physical, nutraceutical & sensory analysis of cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 2015, pp. 5799-5807.
- [5] Ciesarová, Z. – Kukurová, K. – Jelemenská, V. – Papánková, B. Sušené výlisky rakytníka v cereálnom pečive. *Trendy v potravinárstve*, 23, 2018, pp. 7-12.
- [6] Polovka, M.;Šťavíková, L.;Hohnová, B.;Karásek, P.;Roth, M.; Offline combination of pressurized fluid extraction and electron paramagnetic resonance spectroscopy for antioxidant activity of grape skin extracts assessment, *Journal of Chromatography A*, 2010, **1217**(51), 7990-8000,
- [7] Šně, E; Seglina, D.; Galoburda, R.; Krasnova, I.; Content of phenolic compounds in various sea buckthorn parts, *Proceedings of the Latvian Academy of Science*, 2013, **67**(4/5), 411-415,
- [8] Durec, J. – Tobolková, B. – Kolek, E. Kolorimetrické hodnocení rostlinných nápojů v barevném systému CIE L*a*b*. *Trendy v potravinárstve*, 23, 2018, pp. 44-50.
- [9] Barak, S. – Mudgil, D. – Khatkar, B.S. Effect of flour particle size and damaged starch on the quality of cookies. *Journal of Food Science and Technology*, 51, 2014, pp. 1342-1348.
- [10] Jan, U. – Gani, A. – Ahmad, M. – Shah, U. – Baba, W.N. – Masoodi, F. A. – Maqsood, S. – Gani, A. – Wani, I.A. – Wani, S. M. Characterization of cookies made from wheat flour blended with buckwheat flour and effect on antioxidant properties. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 2015, pp. 6334-6344.
- [11] Sharma, P. – Gujral, H.S. Cookie making behavior of wheat-barley flour blends and effects on antioxidant properties. *LWT – Food Science and Technology*, 55, 2014, pp. 301-307.
- [12] Alton, A. – McCarthy, K.L., Maskan, M. Effect of extrusion process on antioxidant activity, total phenolis and β -glucan content of extrudates developed from barley-fruit and vegetable by-products. *International Journal of Food Science and Technology*, 44, 2009, pp. 1263-1271.
- [13] Shafi, M. – Baba, W.N. – Masoodi, A. – Bazaz, R. Wheat-water chestnut flour blends: effect of baking on antioxidant properties of cookies. *Journal of Food Science and technology*, 53, 2016, pp. 4278-4288.
- [14] Takata, K. – Yanaka, M. – Fujita, Y. – Ishikawa, N. Evaluation of the grain and flour quality in near-isogenic wheat waxy and double-null wx proteins. *Breeding Science*, 57, 2007, 79-83.

ANALÝZA RIZIKA VZNIKU PROCESNÝCH KONTAMINANTOV V NOVÝCH DRUHOCH CEREÁLNYCH VÝROBKOV S OBSAHOM RAKYTNÍKA

Kukurová K.¹, Ciesarová Z.¹, Jelemenská V.¹, Papánková B.², Daško L.¹, Horváthová J.¹

¹ Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava, SK

² Fakulta prírodných vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave, Trnava, SK

Nové druhy cereálnych výrobkov s obsahom sušeného rakytníka (*Hippophae rhamnoides* L.) predstavujú významný zdroj mnohých biologicky aktívnych látok s potenciálnym zdravím prospešným účinkom. Prídavok rakytníka však zároveň zvyšuje riziko vzniku procesných kontaminantov počas pečenia výrobkov z dôvodu významného zastúpenia aminokyseliny asparagín, ktorá je hlavným prekursorom tvorby akrylamidu, čo sa potvrdilo aj v prezentovanej štúdii, v ktorej boli porovnávané rôzne druhy matric kompozitných múčnych zmesí s hľadiska vybraných druhov obilnín (pšenica, raž a pohánka) a zrnitosti mletého sušeného rakytníka. Jemná frakcia sušeného rakytníka s veľkosťou častíc < 1 mm oddelená z hrubého mletia sitovaním viedla k zlepšeniu chuťových a texturálnych vlastností výrobkov, najmä zvýšením krehkosti a lepšej vyváženosti chuťových deskriptorov. Z hľadiska vzniku teplom indukovaných procesných kontaminantov je však potrebné upozorniť na zvýšené riziko vzniku akrylamidu v porovnaní s hrubo mletým sušeným materiálom. Z hľadiska jednotlivých druhov múk bola najnižšia tvorba akrylamidu pozorovaná v pohánkových sušienkach (14 µg/kg – 119 µg/kg), vyššia v ražných (48 µg/kg – 313 µg/kg) a najvyššia v pšeničných sušienkach (64 µg/kg – 655 µg/kg). Vplyv jednotlivých frakcií sušeného materiálu rakytníka do kompozitných múčnych zmesí na tvorbu 5-hydroxymetylfurfuralu (HMF) v rámci tohto experimentu nebol pozorovaný.

Podakovanie: Príspevok vznikol v rámci projektu APVV-17-0212 „Bioaktívne látky rakytníka rešetliakového a ich uplatnenie vo funkčných potravinách“ a projektu APVV-16-0088 „Komplexné využitie rastlinnej biomasy v biopotravinách s pridanou hodnotou“. Výskum podporuje MPRV SR v rámci úlohy „Zvýšenie konkurencieschopnosti nových a inovovaných potravinárskych výrobkov slovenskej produkcie“. Podakovanie patrí spoločnosti PD Tvrdošovce za poskytnutie výskumného materiálu.

RISK ANALYSIS OF PROCESSING CONTAMINANTS FORMATION IN NOVEL CEREAL PRODUCTS WITH SEA BUCKTHORN.

*New types of cereal products with sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) represent significant source of many biologically active substances with potential health benefits. At the same time, the addition of sea buckthorn increases the risk of processing contaminants during baking due to presence of amino acid asparagine, which is a major precursor of acrylamide formation, that was confirmed in the presented study comparing different types of composite flour mixtures with respect to selected cereal species (wheat, rye and buckwheat) and specific granulation of dry sea buckthorn powder. The fine fraction of dry sea buckthorn with a particle size <1 mm separated from the first grinding of sea buckthorn powder resulted in improved taste and textural properties of the products, in particular by increasing crunchiness and balance of taste descriptors. However, the formation of heat-induced processing contaminant acrylamide was increased significantly compared to full-milled fraction of dry sea buckthorn. In terms of individual flour types, the lowest acrylamide formation was observed in buckwheat biscuits (14 µg/kg - 119 µg/kg), higher in rye (48 µg/kg – 313 µg/kg) and the highest in wheat products (64 µg/kg - 655 µg/kg). The impact of selected granulation fractions of dry sea buckthorn material in composite flour mixtures on the formation of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) was not observed during presented study.*

OCCURRENCE OF FURFURYL ALCOHOL DURING ROASTING OF COFFEE

Murkovic M.¹, Albouchi A.², Swasti R.³

¹ Graz University of Technology, Institute of Biochemistry, Petersgasse 12/2, 8010 Graz;

² International University for Science & Technology, Dar'ā, Syria;

³ Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Indonesia

Introduction:

Furfuryl alcohol is a compound that is not commonly found in foods in higher concentrations, except in roasted coffee. The reason for this single occurrence is not clearly solved but it is definitely related to the high temperatures of roasting. The temperature at which furfuryl alcohol is formed at higher concentrations is in the range of the roasting temperature which can be up to 270 °C.

Purpose:

Furfuryl alcohol can be activated to a highly reactive compound by sulfotransferases in the human metabolism. This sulfated compound can react with the DNA forming adducts and induce mutations. As coffee is practically the only known commodity which contributes to the exposure the purpose of the experiments was to investigate the formation and measure the concentrations in coffee which will be a contribution to estimate the exposure to furfuryl alcohol.

Methods:

HPLC analysis is done using a C8-RP measuring the UV absorption at 217 nm.

Roasting is carried out using 80 g of coffee in a Probat laboratory roaster (normally ca. 8 min).

Results:

In the standardized coffee brews the concentration of furfuryl alcohol is in the range of 55 to 68 µg/ml. Practically all furfuryl alcohol is extracted during brewing. The formation kinetics show a peak quickly after the onset of roasting and after that a decrease, which can be attributed to evaporation and polymerisation. The furfuryl alcohol emission during roasting, is high (up to 57%) leading to a lower amount of furfuryl alcohol determined in samples roasted under these conditions.

The maximum concentration of furfuryl alcohol is reached faster with higher roasting temperatures. It has to be pointed out that the highest amount of furfuryl alcohol observed was at 240 °C (512 µg/g) and that the amount of furfuryl alcohol produced at 180 °C was the lowest in the experiments described here (92 µg/g).

Conclusions:

Furfuryl alcohol is formed during roasting of coffee. At present, it is not possible to reduce the amount of furfuryl alcohol in the coffee without changing the roasting conditions significantly.

ZHODNOCENÍ REFORMULACÍ MASNÝCH VÝROBKŮ PŘÍDAVKEM OŘECHŮ EVALUATION OF REFORMULATION OF MEAT PRODUCTS BY ADDING NUTS

Hrubá M., Pivoňka J., Kulišťáková Cahlíková N., Kuna M., Rajchl A.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28 Praha 6

Abstract

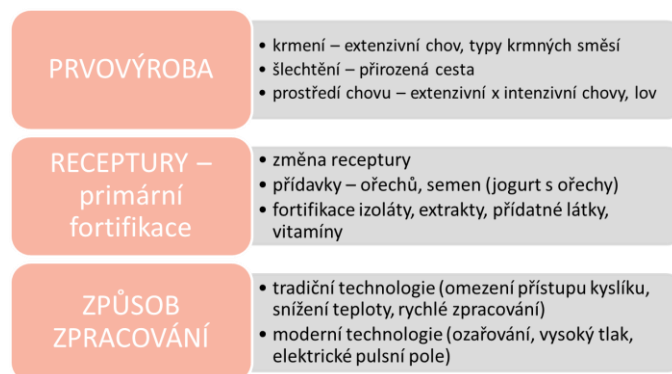
The incidence of chronic non-infectious diseases (mainly obesity, hypertension, type 2 diabetes and atherosclerosis) has been on the rise in the recent years. These diseases do not show symptoms for several years to decades. Risk factors for chronic non-infectious diseases include poor nutrition and lack of physical activity. In particular, excessive intake of salt, sugars and saturated fatty acids is considered problematic. Consumers perceive food enrichment through pure nutrient isolates or additives rather negatively, so for example, the addition of unconventional but attractive and well-known ingredients such as dry nuts is considered a way to improve the nutritional value of the reformulated products. However, the addition of these components is often problematic due to production reasons. The aim of the study was to design recipes of meat products with reduced saturated fatty acids content and enriched with ingredients with polyunsaturated fatty acids. Within the study were analysed available meat products on the market for basic nutrient content and fatty acids profile and furthermore test production of soft sausages with the addition of dry nuts and flax fibre took place.

Abstrakt

Výskyt chronických neinfekčních onemocnění (především obezity, hypertenze, cukrovky 2. typu a aterosklerózy) je v posledních letech na vzestupu. Tato onemocnění nevykazují příznaky po dobu několika let až desetiletí. Mezi rizikové faktory chronických neinfekčních onemocnění patří nesprávná výživa a nedostatek pohybové aktivity. Za problematický je považován především nadměrný příjem soli, cukrů a nasycených mastných kyselin. Spotřebitelé vnímají obohacování potravin prostřednictvím čistých izolátů živin nebo přídatných látek spíše negativně, proto je za cestu zlepšování výživové hodnoty reformulovaných výrobků množné považovat například přídavek netradičních, avšak pro spotřebitele atraktivních a známých složek, jako jsou například suché skořápkové plody. Přídavek těchto složek je však mnohdy z technologických důvodů problematický. Cílem studie bylo navrhnout receptury masných výrobků se sníženými obsahy nasycených mastných kyselin a obohacenými o složky s obsahem polynenasycených mastných kyselin. V rámci studie byly analyzovány dostupné masné výrobky v tržní síti na obsah základních živin a profil mastných kyselin a dále proběhla testovací výroba měkkých salámů s přídavkem suchých skořápkových plodů a lněné vlákniny.

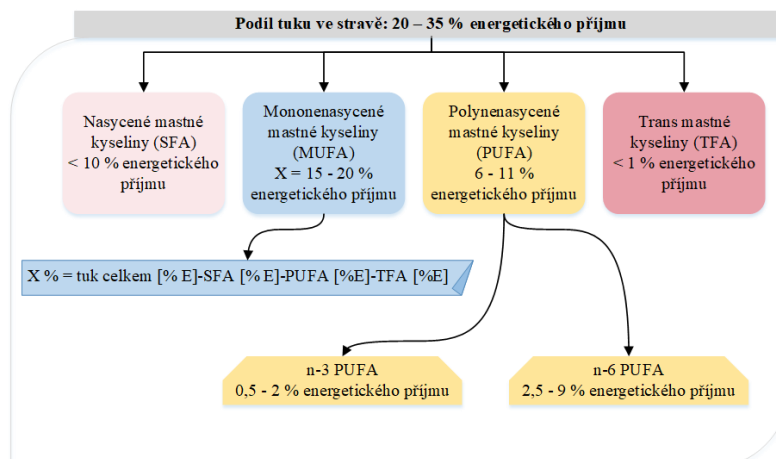
Úvod

Reformulace potravin jsou aktuálním tématem v potravinářském průmyslu. Obrázek 1 shrnuje, jaké jsou možné způsoby reformulací.



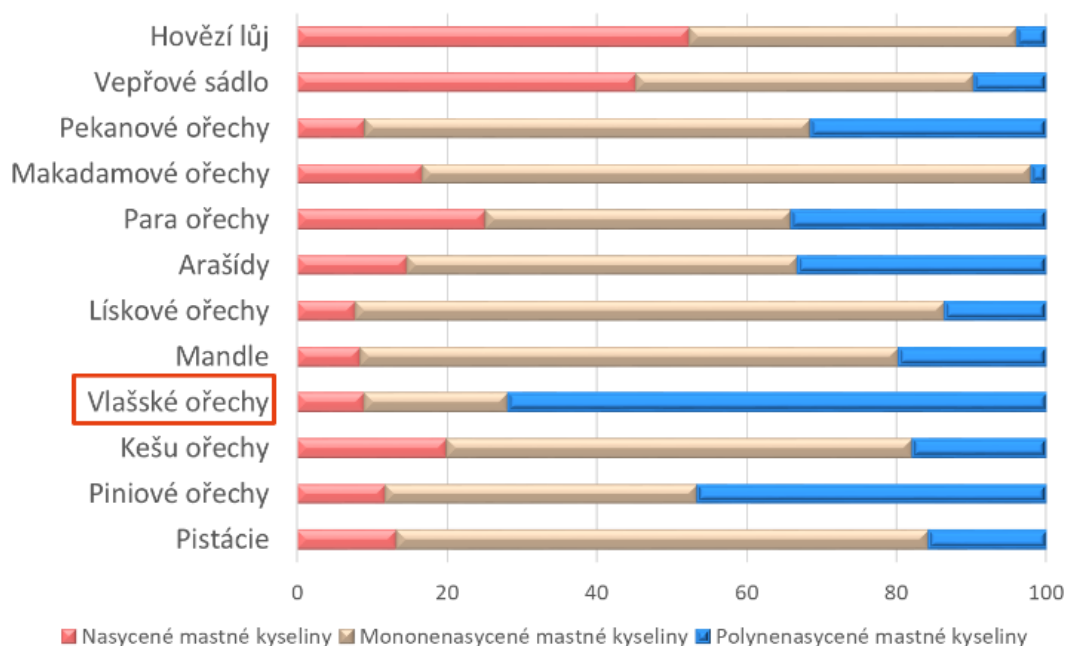
Obrázek 1: Způsoby reformulací

Cílem reformulací je snížit především nadměrný příjem soli, cukrů a nasycených mastných kyselin. Z toho důvodu reformulace potravin úzce souvisí se správnou výživou. S výživou je spojeno mnoho doporučení a některá se v průběhu let mírně měnila, zejména se to týká příjmu tuků. Například podle doporučení WHO 2003 by měl být příjem tuků do 30 % celkové energetické hodnoty, přičemž při příjmu tuků hraje hlavní roli jejich složení [3;4]. Obrázek 2 ukazuje doporučené složení tuků ve stravě podle doporučení FAO 2010 [1; 2]. V současné době už není doporučován poměr polynenasycených mastných kyselin ω -3: ω -6 1:5 podle FAO 2010, je kladen důraz na složení příjmu tuků, jak je uvedeno na Obrázku 2.



Obrázek 2: Příjem a složení tuků ve stravě podle FAO 2010

V rámci práce jsme se rozhodli zaměřit na fortifikaci primární receptury formou přísady ořechů, které se liší svým složením, viz Obrázek 3. Z Obrázku 3 vyplývá, že nejvyšší podíl polynenasycených mastných kyselin mají vlašské ořechy. Z tohoto důvodu byla pro receptury masných výrobků zvolena částečná náhrada živočišných tuků za vlašské ořechy. Cílem bylo u testovaných výrobků dosáhnout na výživová tvrzení podle nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1924/2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin.



Obrázek 3: Složení mastných kyselin jednotlivých druhů skořápkových plodů [10; 11]

Materiál a metodika

Pro testování byly vyrobeny měkké salámy s přidavkem vlašských ořechů. Pro přípravu receptury testovaných masných výrobků byl použit systém GEHA pro třídění výrobního masa z důvodu, že má přesnější požadavky na jednotlivá výrobní masa. V Tabulce 1 je uvedena použitá receptura měkkého masného výrobku. Tato receptura byla využita jako standard a následně byly vyrobeny měkké salámy s 6 % a 9 % přidavkem vlašských ořechů. [5;6]

Tabulka 1: Receptura standardu měkkého salámu [8]

%	H2	V3	V6	DSS	pepř	polyfosfát	muškátový ořech	vlašské ořechy
Standard	33,1	38,6	12,0	1,8	0,1	0,6	0,04	0,0
Přídavek 6 % a 9 % vlašským ořechům ke standardu								

Výsledky a diskuse

Možnost využití výživových tvrzení byla ověřena nejdřív výpočtem (Obrázek 4) a následně analytickým zkoušením (Obrázek 5).

	Zdroj bílkovin	S vysokým obsahem bílkovin	S vysokým obsahem nenasycených tuků	Se sníženým obsahem nasycených mastných kyselin	Se sníženým obsahem tuku	Zdroj omega-3 mastných kyselin	S vysokým obsahem mononenasycených tuků
Standard							
Přídavek vlašských ořechů 6%							
Přídavek vlašských ořechů 9%							

Obrázek 4: Možnost využití výživových tvrzení u měkkých masných výrobků s přídavkem vlašských ořechů – ověřeno výpočtem (zelená pole = výrobek dosahuje na výživové tvrzení; oranžové pole = výrobek dosahuje na výživové tvrzení s odchylkou < 5 %; červené pole = výrobek nedosahuje na výživové tvrzení)

	Zdroj bílkovin	S vysokým obsahem bílkovin	S vysokým obsahem nenasycených tuků	Se sníženým obsahem nasycených mastných kyselin	Se sníženým obsahem tuku	Zdroj omega-3 mastných kyselin	S vysokým obsahem mononenasycených tuků
Standard							
Přídavek vlašských ořechů 6%							
Přídavek vlašských ořechů 9%							

Obrázek 5: Možnost využití výživových tvrzení u měkkých masných výrobků s přídavkem vlašských ořechů – ověřeno analytickým zkoušením (zelená pole = výrobek dosahuje na výživové tvrzení; červené pole = výrobek nedosahuje na výživové tvrzení)

Porovnání možností dosažení na výživové tvrzení výpočtem a analytickým zkoušením ukázalo shodu 83 %, rozdíl mezi výpočtem a zkouškou v laboratoři byl způsoben rozdílnou kvalitou vstupní suroviny oproti předpokladu a také nerovnoměrnou homogenitou výrobku. Tento výsledek potvrdil, že musí být kladen důraz na systém třídění masa na vstupu suroviny do výroby a zajistit rovnoměrnou homogenitu vlašských ořechů ve výrobku (Obrázek 6).

Mezi výhody měkkých salámů s vlašskými ořechy patří výživová hodnota výrobků (zejména profil mastných kyselin) a atraktivita výrobku pro spotřebitele. Nevýhodou reformulací masných výrobků přidavkem ořechů je vnesení nového alergenu do výroby, homogenita výrobku a sezonní dostupnost vlašských ořechů, s čímž souvisí zajištění správného skladování vlašských ořechů mimo sezonu.



Obrázek 6: Problém s homogenitou připravených měkkých salámů s přidavkem vlašských ořechů

Závěrem je důležité konstatovat, že reformulace masných výrobků přidavkem ořechů je možná, ale má svá úskalí. Z dostupných ořechů jsou v podstatě vhodné pouze vlašské z důvodu vysokého obsahu polynenasycených mastných kyselin. Úpravy výživové hodnoty masných výrobků představují nadále výzvu pro výrobce a to zejména s ohledem na technologické a senzorické změny. Výrobek, který byl v rámci experimentu vyvinutý, však tvoří mezi masnými výrobky novou tržní kategorii a jako takový musí být i správně pojmenován a propagován.

Poděkování

Realizováno s podporou projektu č. QK1910100 Vliv reformulace na trvanlivost a fyzikálně-chemické vlastnosti potravinářských výrobků je podpořen z „Programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017-2025: ZEMĚ“

Literatura

- [1] Food and nutrition paper *Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation.*; FAO, 2010.
- [2] Jimenez-Colmenero F, (2000) Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends in Food Science & Technology* 11, 56-66
- [3] World Health Organization (2003) *The World Health Report 2003 Shaping the Future.*
- [4] Akční plán č. 2: Správná výživa a stravovací návyky populace na období 2015–2020 (2015) *Zdraví 2020 Národní strategie ochrany a podpory zdraví a prevence nemocí*, Ministerstvo zdravotnictví ČR.
- [5] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise 87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnice Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004.

- [6] Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin.
- [7] Šedivý V, (2006) České masné výrobky, nakladatelství OSSIS.
- [8] Vyhláška č. 69/2016 Sb. Vyhláška o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich.
- [9] Závěry Rady o zlepšování potravinářských výrobků (2016/C 269/04). *Informace orgánů, institucí a jiných subjektů evropské unie*, Rada Evropské unie, 2016.
- [10] <http://ndb.nal.usda.gov>; 20.9.2018
- [11] <https://frida.fooddata.dk>; 20.9.2018

POROVNÁNÍ KVALITY MASOVÝCH KONZERV

Beňo, F., Pohůnek, V., Šviráková, E., Ševčík, R.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28 Praha 6

Úvod

Údržnost a kvalita sterilovaných masových konzerv byla a stále je důležitým tématem. K hodnocení jejich kvality a zdravotní nezávadnosti se využívají především mikrobiologické a chemické parametry. Ještě před druhou světovou válkou převládala domácí výroba konzerv nad průmyslovým zpracováním. U těchto druhů zpracování se lišily i využití obalové materiály, zatímco průmysl dával přednost pevným kovovým obalům, u domácích konzerv převládalo balení do skleněných obalů. V práci jsou porovnávány kvalitativní znaky současně vyráběných produktů s produkty, které byly vyrobeny v domácích podmínkách v době druhé světové války. K jejich výrobě byly využity zavařovací sklenice REX od firmy O. Löwy – sklárna Mštinov (1919-1938).

Experimentální část

Cílem měření bylo zjistit, v jakém stavu jsou po přibližně 70 letech skladování masové konzervy ve sklenici a srovnat jejich kvalitativní parametry s masovými konzervami vyráběnými dnešními moderními postupy. Nebyla známa přesná receptura ani jedné ze starých konzerv a ani podmínky výroby a „skladování“. Jedinou informací o těchto masových konzervách je, že byly nalezeny v oblasti Sudet v troskách budovy. Lze tedy předpokládat, že teplota skladování významně kolísala.

Materiál a metodika

Celkem bylo analyzováno a porovnáváno 9 vzorků masových konzerv, z toho 4 nově vyráběné konzervy (**Obr. 1**) a 5 konzerv starých (**Obr. 2**). V obrázcích není zobrazen vzorek č. 4, ten byl totiž z měření vyřazen kvůli pokročilé autolýze a nebylo s ním tedy dále pracováno. Ze čtyř nově vyráběných vzorků byl jeden označen jako polokonzerva, zbývající tři jsou konzervy.



Obr. 1: Masové konzervy (vzorek 7 -9) a plokonzerva (vzorek 10) vyráběné dnešní technologií



Obr. 2: Masové konzervy z období 2. světové války

Pro mikrobiologický rozbor byla použita plotnová metoda (ČSN EN ISO 7219, 2008). K posouzení kvality masných výrobků byl stanoven počet sporulujících aerobních mikroorganismů (*Bacillus* spp.) a anaerobních mikroorganismů (*Clostridium* spp.).

Dále bylo stanoveno thiobarbiturové číslo (kritérium oxidace lipidů), které udává koncentraci sekundárních oxidačních produktů lipidů (TBARS). U destilací získaného roztoku byla měřena absorbance při vlnové délce 538 nm. Thiobarbiturové číslo bylo následně vyjádřeno jako koncentrace malondialdehydu C_{MA} [$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$].

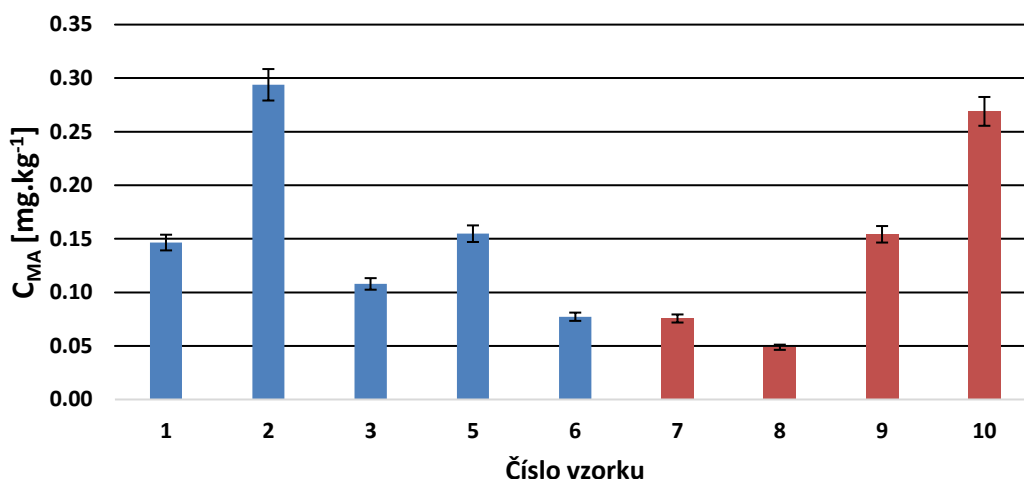
Dalším ukazatelem oxidace lipidů je číslo kyselosti, které vyjadřuje obsah volných mastných kyselin v tuku a vyjadřuje se jako hmotnost KOH (v mg), který je potřeba k neutralizaci kyselin obsažených v 1 g tuku [mg KOH/g tuku]. Hodnotí stupeň hydrolytického štěpení tuku, tedy jeho rozklad na glycerol a volné mastné kyseliny, které hodnotu ČK zvyšují.

Ke kvalitativnímu stanovení obsahu těkavých látek byla použita headspace SPME metoda plynové chromatografie v kombinaci s hmotnostně spektrometrickým detektorem (GC/MS).

V neposlední řadě byl stanoven obsah masa, tuku a celkový obsah soli a sensorické hodnocení. Obsah masa byl stanoven výpočtem přes koeficient po stanovení celkového obsahu bílkovin. Stanovení volného tuku bylo provedeno pomocí extrakční metody dle Soxhleta, kdy je nejprve vzorek vysušen s mořským pískem a následně je z něj extrahován tuk v extrakční aparatuře pomocí petroletheru. Sůl, resp. sodík, byla stanovena pomocí AAS (atomová absorpční spektrometrie). Sensorická analýza byla provedena pouze olfaktometricky, kdy byla hodnocena intenzita vůně a její příjemnosti.

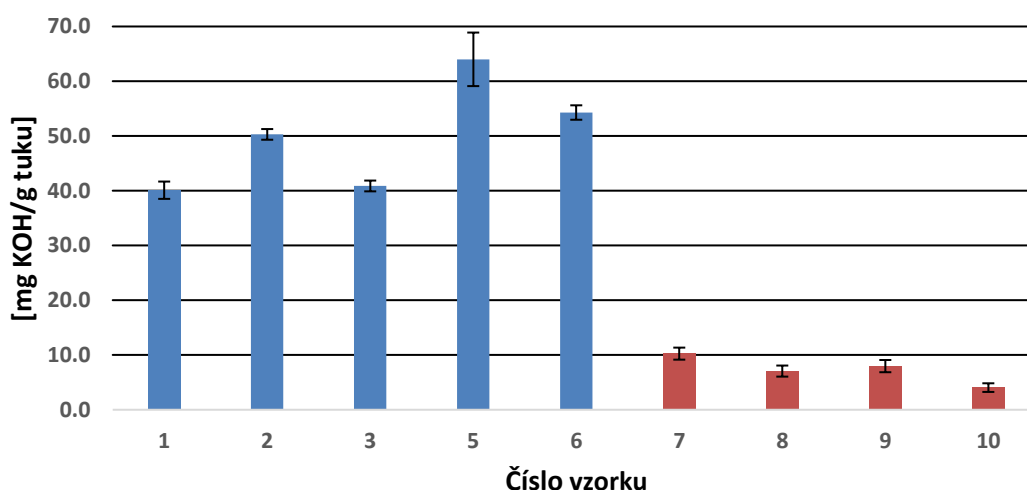
Výsledky a diskuse

V žádném ze vzorků nebyly nalezeny sporulující aerobní mikroorganismy, ale ve čtyřech z pěti vzorků starých konzerv byly nalezeny sporulující anaerobní mikroorganismy v rozmezí $10^1 - 10^2$ KTJ/g. Ostatní sledované kvalitativní znaky byly srovnatelné s dnes vyráběnými produkty. Na **Obr. 3** je možné pozorovat koncentraci sekundárních oxidačních produktů lipidů (TBARS) u jednotlivých analyzovaných vzorků. Nejvyšší koncentraci obsahoval jeden ze vzorků starých konzerv a druhou nejvyšší pak obsahovala nová masová polokonzerva.



Obr. 3: TBARS; 1-6 staré konzervy, 7-10 nové konzervy

Číslo kyselosti (**Obr. 4**) potvrdilo, že u starých konzerv proběhla ve větší míře oxidace lipidů, což se dalo podle předpokladů očekávat. Jednalo se o přibližně 4x vyšší hodnoty. Nicméně nové konzervy měly číslo kyselosti vyšší, než je legislativně povoleno, což může svědčit o použití méně kvalitní suroviny nebo o způsobu použité technologie, například nevhodně vedeného tepelného ošetření.



Obr. 4: Čísla kyselosti; 1 - 6 staré konzervy, 7 - 10 nové konzervy

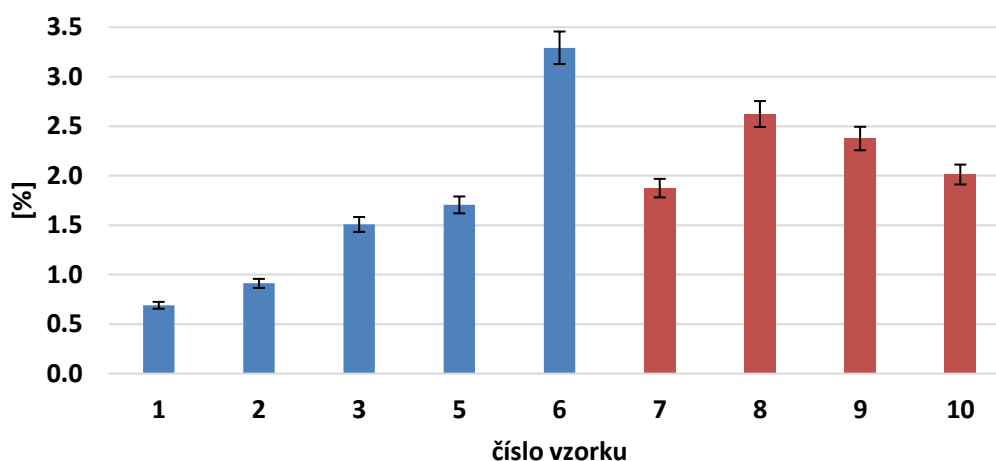
Jak nové tak staré konzervy obsahovaly těkavé látky, které jsou zodpovědné za aroma vařeného, pečeného či grilovaného masa a tuku. Jedná se zejména o: 2-pentylfuran, pentan, 2-ethylcyklobutanol, anhydrid kyseliny octové, 3-methyl-1-butanol, heptan, hexanal, 1-hexanol, 3-methyl-1-butanol. Analýza těkavých látek potvrdila, že nové konzervy mají bohatší profil těkavých látek, a to zejména kvůli přísadkám kořenících směsí. U nových konzerv byly identifikovány látky zodpovědné za aroma kmínu: D-limonen, carvon, o-cymen; petržele: α a β -pinen, α -falandren a dalších koření. U starých vzorků mohl být profil těkavých látek snížen z důvodu stáří a typu obalu, kdy se jedná o konzervové sklenice se skleněným víčkem s gumovým těsněním.

Většina starých konzerv měla vyšší obsah masa na 100 g výrobku (**Tab. 1**). To bylo zřejmě způsobeno tím, že došlo během tak dlouhé doby „skladování“ k odpaření vody a nadhodnocení výsledků. Obsah tuku starých konzerv byl výrazně vyšší než u nových konzerv. Obsah tuku deklarovaný výrobcí nových konzerv odpovídal provedené analýze.

Tab. 1: Obsah tuku a masa

			STARÉ KONZERVY					NOVÉ KONZERVY			
Parametr	Jednotka	Nejistota	1	2	3	5	6	7	8	9	10
Celkové proteiny	%	6 %	17,4	19,6	12,4	24,8	16,6	19,7	17,9	14,1	14,5
Kolagen	%	10 %	1,71	2,79	1,19	2,69	1,72	2,47	1,74	2,86	1,58
Obsah masa	g/100g	10 %	117	130	84,5	141	111	105	99,3	86,5	88,2
Tuk	%	5 %	51,5	44,8	68,5	25,5	34,7	10,5	13,5	19,2	18,7

Obsah soli byl nižší u starých konzerv oproti konzervám novým. Tento fakt může souviset se současnými stravovacími návyky. Nové konzervy obsahovaly přibližně o 0,5 % více soli (NaCl), než je deklarováno na obalech. Stanovení soli bylo provedeno pomocí AAS přes sodík, některé složky výrobků obsahující sodík mohou celkový obsah soli navyšovat.

**Obr. 5:** Obsah soli (NaCl); 1 - 6 staré konzervy, 7 - 10 nové konzervy

Senzorické hodnocení ukázalo, že všechny staré vzorky měly intenzivní masové aroma, pouze jeden z nich měl přípach kvůli žluknutí. Nové konzervy byly vnímány pozitivně, nicméně jejich vůně a masové aroma nebylo až tak intenzivní. Navíc jeden ze vzorků nových konzerv vykazoval intenzivní zápach vlivem žluknutí lipidů.

Poděkování

Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 21-SVV/2019). Poděkování také patří paní prof. Vlkové (FAPPZ – ČZU) za poskytnutí vzorků.

Závěr

V žádném ze vzorků nebyly nalezeny sporulující aerobní mikroorganismy. Ve 4 z 5 vzorků starých konzerv byly nalezeny sporulující anaerobní mikroorganismy v rozmezí 10^1 - 10^2 KTJ/g. Druhá nejvyšší koncentrace TBARS byla ve vzorku nové konzervy. Nové konzervy mají bohatší profil těkavých látek. Staré konzervy měly vyšší obsah masa na 100 g a vyšší obsah tuku. Nejvyšší obsah soli ve vzorku č. 6.. Sledované kvalitativní znaky jsou srovnatelné s dnes vyráběnými produkty. Z technologického pohledu jsou staré konzervy výborným objektem pro další zkoumání, kdy není výjimkou nalézt staré masové konzervy, které lze bez obav zkonzumovat.

Literatura

Featherstone, S., *Microbiology of canned food in A Complete Course in Canning and Related Processes*, 2015, pp. 3–25.

Kardash, E. and Tur'yan, Y. I., 2005. *Acid Value Determination in Vegetable Oils by Indirect Titration in Aqueous-alcohol Media*. Croat. Chem. Acta, 2005, **78**(1): p. 99-103.

Wood, J. D., et al., *Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review*, Meat Science, 2004, **78**, 343-358.

Berk, Z., *Thermal processing*, Food Process Eng. Technol., 2009, pp. 355–373

METROFOOD - VÝZKUMNÁ INFRASTRUKTURA V EU A V ČR

Kouřimská L.¹, Klouček P.², Páček L.³

¹⁾ Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky, ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchdol

²⁾ Katedra kvality a bezpečnosti potravin, ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchdol

³⁾ Centrum projektů, inovací a transferu technologií, ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha 6 - Suchdol

Abstrakt

METROFOOD-CZ (Infrastruktura pro propagaci metrologie v potravinářství a výživě v České republice) je nová velká výzkumná infrastruktura v oblasti potravin a výživy. Hlavním cílem METROFOOD-CZ je provozovat a podporovat nový interdisciplinární výzkum v oblastech od primární zemědělské výroby, zpracování a technologie potravin, až po kvalitu, autenticitu, bezpečnost a vysledovatelnost potravin, surovin a produktů. METROFOOD-CZ umožňuje využití špičkového přístrojového vybavení pro analýzu zemědělských produktů a potravin, možnost experimentů na pokusných políčkách a stájích, vývoj nových potravinářských výrobků a testování inovativních technologií a zároveň špičkové odborníky v oblasti agro-potravinářského sektoru i příslušné metrologii. METROFOOD-CZ sdružuje hlavní výzkumné instituce v oblasti primární zemědělsko-potravinářské produkce a kvality zemědělských produktů, výživy a potravin (ČZU v Praze), technologie a zpracování potravin (VÚPP Praha) a v oblasti chemie a analýzy potravin, bezpečnosti a kvality potravin (VŠCHT v Praze).

METROFOOD-CZ je českým národním uzlem evropské výzkumné infrastruktury METROFOOD-RI „Infrastructure for promoting metrology in food and nutrition“. Tato výzkumná infrastruktura sdružuje již 48 partnerů z 18 zemí. V roce 2018 byla zařazena na Cestovní mapu Evropského strategického fóra pro výzkumné infrastruktury (ESFRI RoadMap) v oblasti Health & Food. Evropské strategické fórum pro výzkumné infrastruktury je strategickým nástrojem pro rozvoj vědecké integrace Evropy a pro posílení jejího mezinárodního dosahu. RoadMap zahrnuje výzkumné infrastruktury celoevropského zájmu, které splňují dlouhodobé potřeby evropských výzkumných komunit. V souladu s tím vypracovalo MŠMT Cestovní mapu ČR velkých infrastruktur pro výzkum, experimentální vývoj a inovace. METROFOOD-CZ je zapsán v tomto seznamu velkých infrastruktur.

Výzkumná infrastruktura METROFOOD

METROFOOD-CZ je nová výzkumná infrastruktura (VI) v ČR v oblasti potravin a výživy. Hlavním cílem METROFOOD-CZ je provozovat a podporovat nový interdisciplinární výzkum v oblastech od primární zemědělské výroby, zpracování a technologie potravin, až po kvalitu, autenticitu, bezpečnost a vysledovatelnost potravin, surovin, produktů a doplňků stravy. METROFOOD-CZ umožňuje nejen využití špičkového přístrojového vybavení pro analýzu zemědělských produktů a potravin, možnost experimentů na pokusných políčkách a stájích, vývoj nových potravinářských výrobků a testování inovativních technologií, ale zároveň špičkové odborníky v oblasti agro-potravinářského sektoru i příslušné metrologii. V rámci portfolia svých činností se METROFOOD-CZ zaměřuje na vývoj a validaci analytických metod pro stanovení kvality, bezpečnosti a autenticity potravin, krmiv a surovin, tvorbu nových referenčních materiálů pro zajištění jakosti v oblasti analýzy potravin a přírodních produktů. V rámci otevřeného přístupu nabízí METROFOOD-CZ svoje unikátní experimentální i přístrojové kapacity vědecké i aplikační sfěře ve formě expertních analýz, využití jedinečné analytické instrumentace, možnosti vývoje nových výrobků a testování hygienicko-toxikologické, nutriční a senzorické jakosti potravin. Koncovými uživateli mohou být veřejné a soukromé výzkumné laboratoře a výzkumné skupiny působící v různých oblastech (metrologie v potravinářství, chemie a analýza potravin, složení potravin, výživa, kvalita a bezpečnost potravin, falšování potravin a surovin, technologie zpracování zemědělských produktů a výroba potravin, zemědělská prvovýroba apod.) potravinářské společnosti, spotřebitelé, instituce, dozorové orgány a služby. Kromě toho nabízí METROFOOD-CZ i služby v oblasti vzdělávání odborníků

i veřejnosti, výzkumu, vývoji, možnosti přístupu do databází složení potravin, analytických metod a kontaktů na mezinárodní odborníky v oblasti kvality potravin a výživy.

METROFOOD-CZ je českým národním uzlem Evropské výzkumné infrastruktury METROFOOD-RI "Infrastructure for promoting metrology in food and nutrition" (www.metrofood.eu). Tato infrastruktura sdružuje již 48 partnerů z 18 zemí. V roce 2016 získala statut „Emerging project“ a v roce 2018 se jí podařilo dostat se v rámci evropských výzkumných infrastruktur na Cestovní mapu ESFRI v oblasti Health & Food. METROFOOD-RI usiluje do budoucna o získání statutu ERIC.

METROFOOD-CZ je doposud jediná VI v České republice v oblasti zemědělství, výživy a potravinářských věd, která se zabývá multidisciplinární oblastí vyžadující odborné znalosti např. chemie, biologie, biochemie, výživy, dietetiky, toxikologie, potravinářské technologie, obecné metrologie, environmentálních věd, agroekologie, agronomie a chemie životního prostředí. METROFOOD-CZ poskytuje mnoho služeb různým kategoriím uživatelů: výzkumníkům, akademickým pracovníkům, agenturám pro kontrolu potravin a inspekcím, obchodníkům s potravinami, spotřebitelům a široké veřejnosti. Tito koncoví uživatelé mohou být: veřejné a soukromé výzkumné laboratoře a výzkumné skupiny působící v mnoha vědních oblastech (metrologie, analytická chemie, analýza potravin, složení potravin a výživa, kvalita a bezpečnosti potravin, zpracování potravin; epidemiologické studie a analýza rizik); potravinářské společnosti; instituce a služby (vzdělání, výzkum, distribuce potravin, dodávky vstupů). METROFOOD-CZ vytváří most mezi metrologií a aplikačními oblastmi zemědělství, kvality a bezpečnosti potravin, sledovatelnosti potravin, lidského zdraví a výživy, udržitelnosti a bezpečnosti životního prostředí. Hlavními nástroji budou spolupráce, podpora a komunikace.

Socioekonomický přínos METROFOOD-CZ

Mezi základní socioekonomické přínosy METROFOOD-CZ patří výchova mladých odborníků, podpora legislativy prostřednictvím zajištění kvality dat generovaných při analýze potravin a přírodních produktů, a podpora špičkových projektů s ohledem na zvýšení efektivity a zavádění inovací do zemědělství a potravinářství. Výsledky budou mít dopad na zvýšení prestiže české vědy a na růst konkurenceschopnosti českých výrobků s vysokou přidanou hodnotou.

Mezi další zásadní socioekonomické výzvy patří zajištění dostatku potravin a zemědělských surovin při jejich udržitelné produkci. Velkým tématem řešeným VI je otázka kvality a bezpečnosti potravin a s tím související problematika výživy obyvatelstva. METROFOOD-CZ představuje velmi důležitou příležitost pro rozvoj zemědělsko-potravinářského sektoru a pro posílení role České republiky na evropské i mezinárodní úrovni. METROFOOD-CZ sdružuje výzkumné instituce v oblasti zemědělsko-potravinářské produkce a kvality zemědělských produktů (Česká zemědělská univerzita v Praze), potravinářské technologie (Potravinářský výzkumný ústav Praha) a potravinářské chemie, bezpečnosti a analýzy potravin, a výživy (Vysoká škola chemicko-technologická v Praze). Tato infrastruktura funguje v úzké spolupráci se Státní zemědělskou a potravinářskou inspekcí, Státním veterinárním ústavem, Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským, národními referenčními laboratořemi. RI je úzce spjata s dalšími českými institucemi (např. Česká společnost chemická, Výzkumný ústav mlékárenský, Česká společnost pro výživu, Česká technologická platforma pro potraviny, potravinářská komora ČR apod.).

Instituce METROFOOD-CZ

METROFOOD-CZ sdružuje hlavní výzkumné instituce v oblasti primární zemědělsko-potravinářské produkce a kvality zemědělských produktů, výživy a potravin (ČZU v Praze – koordinátor výzkumné infrastruktury), technologie a zpracování potravin (VÚPP Praha) a v oblasti chemie a analýzy potravin, bezpečnosti a kvality potravin (VŠCHT v Praze).

Technologické zázemí výzkumné infrastruktury na České zemědělské univerzitě se skládá z několika stěžejních analytických přístrojů, zařízení a laboratoří používaných pro přípravu vzorků, analýzu a provádění biologických testů za účelem posouzení kvality a bezpečnosti zemědělských produktů. Mezi základní zařízení patří 500 MHz NMR Bruker AVANCE III a separační přístroje

s hmotnostním spektrometrem s vysokým rozlišením: GC-QTOF Agilent 7200, LC-QTOF Bruker IMPACT II a MALDI-TOF Bruker AUTOFLEX. Tato zařízení se používají pro analýzu zahrnující širokou škálu analytů a jsou svým založením vhodné zejména pro tzv. necílovou analýzu. Extrakce a příprava vzorku je prováděna víceúčelovými extraktory a odstředivkami a pomocí preparativní HPLC Dionex Ultimate 3000. Pro specifické analýzy a vyhodnocení testů biologické aktivity slouží multiplate reader BioTek Synergy H1. Všechna zařízení a laboratoře jsou řízeny zkušenými osobami a jsou součástí nově vzniklého centra Agromics (Mezifakultní centrum pokročilé analýzy zemědělských produktů). Součástí RI na ČZU je také Laboratoř chemie životního prostředí s HPLC Agilent 1260 Infinity a ICP MS Agilent 7700x poskytující analýzu prvků, izotopů a sloučenin v zemědělských a potravinářských matricích. Kromě toho ČZU provozuje několik experimentálních a skleníkových zařízení a stájí určených pro výživové a polní pokusy, ochranu rostlin a šlechtitelské programy včetně ekologického zemědělství a integrovaných zemědělských systémů. Experimentální terénní stanice zahrnují i certifikovanou ekologickou plochu využívanou pro studium tradičních odrůd polních plodin, zejména obilovin, brambor, léčivých a aromatických rostlin, které mohou být zdrojem validovaných materiálů pro další studie. Celkově tato kombinace vytváří jedinečný soubor zdrojů, které tvoří základní kostru infrastruktury METROFOOD-CZ.

VŠCHT, reprezentovaná Ústavem analýzy potravin a výživy, disponuje rozsáhlým souborem moderních analytických technik, které slouží jak pro výuku studentů magisterského a doktorského studia, tak i pro realizaci výzkumných projektů a expertíz pro externí subjekty v následujících oblastech: (i) hodnocení nutriční a senzorické kvality potravin, včetně posouzení vlivu zpracovatelských technologií na změny bioaktivních látek; (ii) kontrolu chemické bezpečnosti potravinářských surovin, potravin a doplňků stravy se zaměřením na environmentální kontaminanty, rezidua pesticidů a přírodní toxiny (rostlinné i mikrobiální); (iii) hodnocení autenticity potravin či doplňků stravy a odhalení jejich falšování; (iv) monitoring kontaminace složek životního prostředí a biomonitoring. Jednou z klíčových podmínek pro efektivní realizaci expertních analýz, které pracoviště realizuje v režimu akreditace dle ISO 17025, je dostupnost špičkové instrumentace, především pokročilých chromatografických technik ve spojení s hmotnostní spektrometrií (MS). Pracoviště disponuje různými GC-MS systémy (single Q, QqQ, ITD, HRTOF, Q-HRTOF), GCxGC-TOFMS systémem i LC-MS systémy (QqQ, HRTOF, Q-HRTOF Q-orbitrap, Q-TOFMS iontovou mobilitou), nicméně s ohledem na progresivní rozvoj v oblasti technologii, elektroniky a softwarového vybavení, dochází k dynamickému zlepšování pracovních charakteristik a expanzi aplikačních funkcí. Předpokladem pro udržení kompetitivnosti na národní a mezinárodní úrovni a zajištění špičkových analýz je tak kontinuální obnova a zavádění aktuálních technických inovací. Právě tento přístup - důrazný akcent na inovace, umožnil pracovišti VŠCHT participaci v řadě projektů včetně mezinárodních jako je 5 – 7 Framework Program, HORIZON 2020, Norské fondy, COST a další.

Výzkumný ústav potravinářský Praha disponuje kompletním zařízením na stanovení různých biologicky aktivních látek, kontaminantů, antioxidační aktivity a vybavením pro biotechnologie, mikrobiologické analýzy a matematické modelování růstu a chování mikroorganismů. Dále disponuje zařízením na stanovení různých potravinových alergenů. Instrumentální vybavení zahrnuje PCR, Kjeltec, HPLC-MS/MS, HPLC-UV, HPLC-RI, HPLC-FLD, GC-FID, amylograf, texturometr, viskozimetr, spektrofotometr UV/VIS, ELISA, ultrazvukovou lázeň, sprayovou sušárnu, fermentor, laboratoř senzorické analýzy a mikrobiologickou laboratoř. Od roku 1982 Ústav spravuje a aktualizuje Databázi bezpečnostních výrobků a od roku 1982 Sbírkou průmyslově využitelných mikroorganismů.

METROFOOD-CZ je českým národním uzlem Evropské výzkumné infrastruktury METROFOOD-RI "Infrastructure for promoting metrology in food and nutrition" (www.metrofood.eu). Tato infrastruktura sdružuje již 48 partnerů z 18 zemí. V roce 2016 získala statut „Emerging project“ a v roce 2018 se jí podařilo dostat se v rámci evropských výzkumných infrastruktur na Cestovní mapu ESFRI v oblasti Health & Food. METROFOOD-RI usiluje do budoucna o získání statutu European Research Infrastructure Consortium (ERIC).

Poděkování

Tato práce vznikla za podpory projektu MŠMT METROFOOD-CZ, č. LM2018100.

METROFOOD-CZ, ŠANCE SPOLUPRÁCE PRO VÝZKUM I PRŮMYSL

Klouček P.¹, Kouřimská L.¹, Hajšlová J.², Pulkrabová J.², Urban M.³, Laknerová I.³

¹ ČZU v Praze;

² VŠCHT Praha;

³ Výzkumný ústav potravinářský Praha

METROFOOD-CZ je nová výzkumná infrastruktura v ČR v oblasti potravin a výživy. Hlavním cílem METROFOOD-CZ je provozovat a podporovat nový interdisciplinární výzkum v oblastech od primární zemědělské výroby, zpracování a technologie potravin, až po kvalitu a bezpečnost potravin a sledovatelnost surovin a produktů. METROFOOD-CZ umožňuje nejen využití špičkového přístrojového vybavení pro analýzu zemědělských produktů a potravin, možnost experimentů na pokusných poličkách a stájích, vývoj nových potravinářských výrobků a testování technologií, ale zároveň špičkové odborníky v oblasti agro-potravinářského sektoru. V rámci portfolia svých činností se METROFOOD-CZ zaměřuje na vývoj a validaci analytických metod pro stanovení kvality, bezpečnosti a autenticity potravin, krmiv a surovin, tvorbu nových referenčních materiálů pro analýzu potravin. V rámci otevřeného přístupu nabízí METROFOOD-CZ svoje unikátní experimentální i přístrojové kapacity vědecké i aplikační sféře ve formě expertních analýz, využití jedinečné analytické instrumentace, možnosti vývoje nových výrobků a testování hygienicko-toxikologické, nutriční a senzorické jakosti potravin. Koncovými uživateli mohou být veřejné a soukromé výzkumné laboratoře a výzkumné skupiny působící v různých oblastech (metrologie v potravinářství, chemie a analýza potravin, složení potravin, výživa, kvalita a bezpečnost potravin, falšování potravin a surovin, technologie zpracování zemědělských produktů a výroba potravin, zemědělská prvovýroba apod.), potravinářské společnosti, spotřebitelé, instituce, dozorové orgány a služby. Kromě toho nabízí METROFOOD-CZ i služby v oblasti vzdělávání odborníků i veřejnosti, výzkumu vývoji, možnosti přístupu do databází složení potravin, analytických metod a kontaktů na mezinárodní odborníky v oblasti kvality potravin a výživy.

METROFOOD-CZ, CHANCE FOR COOPERATION WITH RESEARCH AND INDUSTRY

METROFOOD-CZ is the new Research Infrastructure in the Czech Republic in the field of agriculture, nutrition and food sciences which addresses a multidisciplinary field requiring expertise in e.g. chemistry, biology, biochemistry, nutrition, dietetics, toxicology, food technology, general metrology, environmental sciences, agro-ecology, agronomy and environmental chemistry. It will deliver many different services addressed to different categories of users: researchers/academics, food control and inspection agencies, Food Business Operators (FBOs), consumers and more in general citizens. The end-users could be: public and private research laboratories and research groups operating in different fields (metrology, analytical chemistry, food analysis, food composition and nutrition research; food security; food quality & safety; food processing; epidemiological studies and risk analysis); food companies; institutions and services (education, research, extension, input supply) that support and connect demand and supply and the government policies regarding health, nutrition and agriculture; who seek to meet specific objectives of food security, food quality, production efficiency, livelihoods and environmental conservation in both the medium and long term. METROFOOD-CZ creates the bridge between metrology and the application fields of agriculture, food quality and safety, food traceability, human health and nutrition, sustainability and environmental safety. The main tools will be cooperation, support and communication.

VLIV INOKULACE *F. CULMORUM* NA KVALITU ŠESTI ODRŮD PŠENICE

Jirsa O., Polišínská I., Sedláčková I.

Agrotest fyto, s.r.o., Havlíčkova 2787/121, 767 01 Kroměříž

Úvod

Napadení obilovin patogeny *Fusarium* vyžaduje pozornost a odpovídající ochranu nejen v podmínkách našeho zemědělství, ale všude na světě, kde se obiloviny pěstují. Intenzita napadení a jejich škodlivost jsou v konkrétní oblasti velmi variabilní v závislosti na ročníku. Důsledky napadení můžeme rozdělit do tří skupin: 1) ztráty na výnose, 2) kontaminace zrna toxickými metabolity – mykotoxiny a 3) zhoršení technologické kvality zrna. Klasy jsou kolonizovány nejčastěji v období kvetení, kdy houba snadno proniká do pletiv vyvíjejícího se zrna. Napadení může vést k úplné nekróze a zaschnutí klásku nebo části a dokonce i celého klasu. Pokud se zrno vyvine, má obvykle typické symptomy, které zahrnují bělavou nebo narůžovělou barvu, povlak jakoby křídového charakteru a obvykle je lehčí ve srovnání se zdravým zrnem.

Vlivem napadení obilnin patogeny *Fusarium* dochází také ke změnám v obsahových látkách zrna, jako jsou bílkoviny a sacharidy (škrob, celulóza a hemicelulóza). Houby totiž tyto zásobní látky zrna, které jsou bohatým zdrojem energie, využívají jako zdrojů vlastní výživy a pro zlepšení jejich využitelnosti produkují enzymy, kterými je modifikují a rozkládají. To má pak za následek změny v technologické kvalitě napadeného zrna.

Cílem práce bylo prostudovat, jak inokulace patogenem *F. culmorum* ovlivní technologickou kvalitu pšenice, a to u odrůd různé kvality, jaká bude úroveň kontaminace těchto odrůd mykotoxinem DON a vliv na výnos.

Materiál a metody

Materiál použitý v této studii zahrnoval šest odrůd pšenice ozimé: Dagmar – třída A, Genius – E, Julie – E, Lear – C_K (pečivárenská), Matchball – A a Tobak – B. Polní pokusy byly provedeny ve dvou sklizňových letech – 2016 a 2017, na dvou lokalitách – Kroměříž (KM) a Zubří (ZU), a ve dvou variantách – s přirozenou infekcí (N) a inokulací *F. culmorum* v době kvetení (I). Rozbory sklizeného zrna byly provedeny po sklizni (T0) a po roce skladování (T52) v běžných skladovacích podmínkách. Mletí zrna bylo provedeno na laboratorní mlýnu Bühler MLU-202 s vlhčením zrna na 15,5% a odležením přes noc, všechny dílčí frakce mouky byly smíchány a výsledná mouka byla před rozbory odležena alespoň týden.

Obsah DON byl stanoven metodou ELISA s limitem kvantifikace 20 µg/kg pomocí kitů RIDASCREEN®DON and RIDACREEN®FAST DON podle instrukcí výrobce (R-Biopharm AG, Německo). Podle standardních metodik byly stanoveny kvalitativní parametry: obsah příměsí a nečistot – ČSN 46 1100-2, objemová hmotnost – ČSN EN ISO 7971-3, hmotnost tisíce zrn – ČSN EN ISO 520, vlhkost – ČSN EN ISO 712, popel – ČSN ISO 2171, obsah hrubých bílkovin – ICC Standard No. 167, obsah lepku a gluten index – ČSN EN ISO 21415-2,3, Zelenyho test – ČSN EN ISO 5529, číslo poklesu – ČSN EN ISO 3093, farinograf – ICC Standard No.115/1. Pokusné pečení bylo provedeno podle vlastní metodiky z množství mouky odpovídající 300 g mouky při 14% vlhkosti. Těsto bylo připraveno z 5,4 g suchého droždí (1,8 %), 4,5 g soli (1,5 %), 5,58 g cukru (1,86 %), 0,015 g kyseliny askorbové (0,005 %), bez úpravy čísla poklesu pomocí sladové mouky. Množství přidané vody odpovídalo vaznosti stanovené farinograficky.

Výsledky a diskuse

Intenzita napadení zrna

V inokulovaných variantách byla úroveň kontaminace mykotoxinem DON v obou letech vyšší v KM, než v Zubří (obr. 1), a to téměř desetinásobně. Lišila se také meziročně – v roce 2016 byla na

obou lokalitách vyšší, než v roce 2017. V roce 2016 měla v KM nejvyšší obsah DON odrůda Tobak (20612 µg/kg), dále Julie (16783 µg/kg) následována odrůdou Lear (7655 µg/kg); v Zubří obdobně Tobak (2336 µg/kg), pak Lear (1661 µg/kg) a Julie (521 µg/kg). V roce 2017 měl v KM nejvyšší obsah DON Tobak (2675 µg/kg), následován odrůdami Lear (877 µg/kg) a Genius (779 µg/kg); v Zubří byl Tobak (347 µg/kg) srovnatelný s odrůdou Genius (346 µg/kg) a následován odrůdou Lear (137 µg/kg). Nejnižší úroveň kontaminace měly odrůdy Matchball a Dagmar, případně také Julie v Zubří 2017. Obsah DON v neinokulovaných variantách byl nízký a žádná z odrůd ani zdaleka nepřekročila limit pro potravinářskou pšenici. Nejvyšší obsah DON v podmínkách přirozené infekce měla odrůda Tobak v KM v roce 2016, a to 79 µg/kg.

Vliv inokulace na výnos byl podstatný zejména v roce 2016 v KM. V neinokulovaných kontrolách byly dosaženy velmi vysoké výnosy, od 12,4 t/ha (Genius) po 13,9 t/ha (Matchball). Nejvíce byl po inokulaci redukován výnos u odrůd Julie (-32 %), Tobak (-31 %) a Lear (30 %), které měly také nejvyšší obsah DON. Napadení se u nich projevilo také snížením HTZ. V roce 2017 byl v KM výnos průkazně snížen jen u nejvíce napadené odrůdy Tobak. V Zubří bylo snížení výnosu patrné jen v roce 2016, a to v mnohem menší míře, než v KM, což odpovídá tamní nižší úrovni napadení. K největší redukci došlo u odrůdy Lear (-6 %) a Tobak (-4 %).

Vliv infekce na kvalitu zrna a mouky

Objemová hmotnost (OH) se v KM vlivem infekce statisticky průkazně snížila v obou letech. V roce 2016 zde byla OH v průměru přes všechny odrůdy v neinokulované variantě 78,9 kg/hl, vlivem inokulace byla snížena na 71,3 kg/hl. Redukce OH se v tomto roce týkala všech odrůd, nejvýrazněji odrůdy Julie. V roce 2017 byl pokles vzhledem k nižší úrovni napadení méně výrazný (průměr pro všechny odrůdy: bez inokulace 80,5 kg/hl, po inokulaci 79,4 kg/hl), statisticky však byl průkazný. Také v Zubří byla OH v inokulované variantě u většiny odrůd nižší, rozdíly oproti kontrolám však nebyly průkazné. Souvislost mezi obsahem DON a redukcí OH se projevila hlavně v roce 2016, kdy korelační koeficient mezi DON a OH byl vysoce průkazný a záporný, tj. čím vyšší obsah DON, tím nižší OH ($r = -0,64$). Také v roce 2017 byl záporný, ale neprůkazný ($r = -0,17$).

Číslo poklesu (FN) v inokulovaných variantách bylo ve srovnání s neinokulovanou kontrolou v roce 2016 průkazně nižší, a to v průměru pro všechny odrůdy v KM o 40 s, v Zubří o 29 s. K redukci došlo u všech odrůd, nejvíce reagovala odrůda Tobak v Zubří (snížení o 62 s) a Genius v KM (o 60 s). V roce 2017 se vliv inokulace na FN výrazněji neprojevil. Ve variantě bez inokulace bylo FN vyšší v roce 2016 (KM 366 s; Zubří 332 s) než v roce 2017 (KM 337 kg/hl; Zubří 284 s). Nejvyšší FN měla v obou letech na obou lokalitách odrůda Genius (KM 2016: 420 s; Zubří 2016: 386 s; KM 2017: 398 s; Zubří 2017: 355 s).

Obsah hrubých bílkovin (NL) inokulace v KM zvýšila, a to v roce 2016 v průměru všech odrůd z 11,5 % na 12,5 %, v roce 2017 ze 12,6 % na 13,1 %. V roce 2017 se jednalo o statisticky průkazný rozdíl. I když bylo zvýšení NL v roce 2016 po inokulaci v průměru větší, mezi reakcí jednotlivých odrůd byly značné rozdíly, proto není vliv průkazný. Zatímco i přes velmi vysokou úroveň kontaminace zůstal obsah NL u odrůd Genius, Dagmar a Julie téměř beze změny, u odrůd Lear, Matchball a Tobak došlo k jejich zvýšení přibližně o pětinu. V Zubří došlo v obou letech po inokulaci k mírnému (neprůkaznému) poklesu NL. V neinokulované variantě odpovídal obsah NL až na výjimky v KM zařazení odrůd do příslušných kvalitativních tříd, v Zubří byl obsah NL obecně značně nižší.

Vlivem inokulace kvalita bílkovin vyjádřená Zelenyho testem u většiny odrůd poklesla, a to zejména v roce 2016. Průkazný byl tento pokles v Zubří, kde se týkal všech odrůd. V KM byly mezi odrůdami značné rozdíly: zatímco hodnoty Zelenyho testu u odrůd Julie, Dagmar, Tobak a Genius významně poklesly, u odrůd Lear a Matchball zůstaly nezměněné. V pokusech byla úroveň Zelenyho testu poměrně nízká celkově, pravděpodobně kvůli nižší úrovni dusíkaté, která byla nedostačující vzhledem k dosaženým vysokým výnosům.

Základní vlastnosti mouky korelovaly se zrnem v obsahu DON ($r = 0,99$), NL ($r = 0,98$), Zelenyho hodnotě ($r = 0,98$) i FN ($r = 0,90$).

Změny parametrů zrna po roce skladování

Výsledky našeho pokusu potvrzují známý fakt, že veškerá opatření proti kontaminaci obilovin fuzáriovými mykotoxiny musí být realizována během vegetace na poli. Po naskladnění lze činit pouze opatření předcházející dalšímu zvyšování kontaminace. V rámci statistického hodnocení celého pokusu jsme sice zjistili mírný pokles obsahu DON, ten se však projevil jen u některých variant. Pozitivním zjištěním je, že v průběhu skladování nedocházelo k dalšímu systematickému zvyšování kontaminace. Je třeba vzít v úvahu, že skladování probíhalo za vhodných podmínek, při velmi nízké vlhkosti zrna a skladováno bylo zrno přečištěné. U změn některých kvalitativních parametrů nebyl rozdíl mezi vlivem skladování na inokulované a neinokulované zrno (obr. 2). Týkalo se to zejména nárůstu čísla poklesu a mírného snížení objemové hmotnosti u některých odrůd. Významně naopak inokulace ovlivnila změny vyvolané skladováním v obsahu a zejména ve kvalitě bílkovin, vyjádřené Zelenyho sedimentačním testem, ke kterým došlo téměř u všech odrůd. Charakter změn byl však natolik ovlivněn jednotlivými faktory (lokalita, odrůda, ročník), že jej nelze zobecnit. Nejvíce se pokles kvality bílkovin projevil u elitní odrůdy Julie.

Závěr

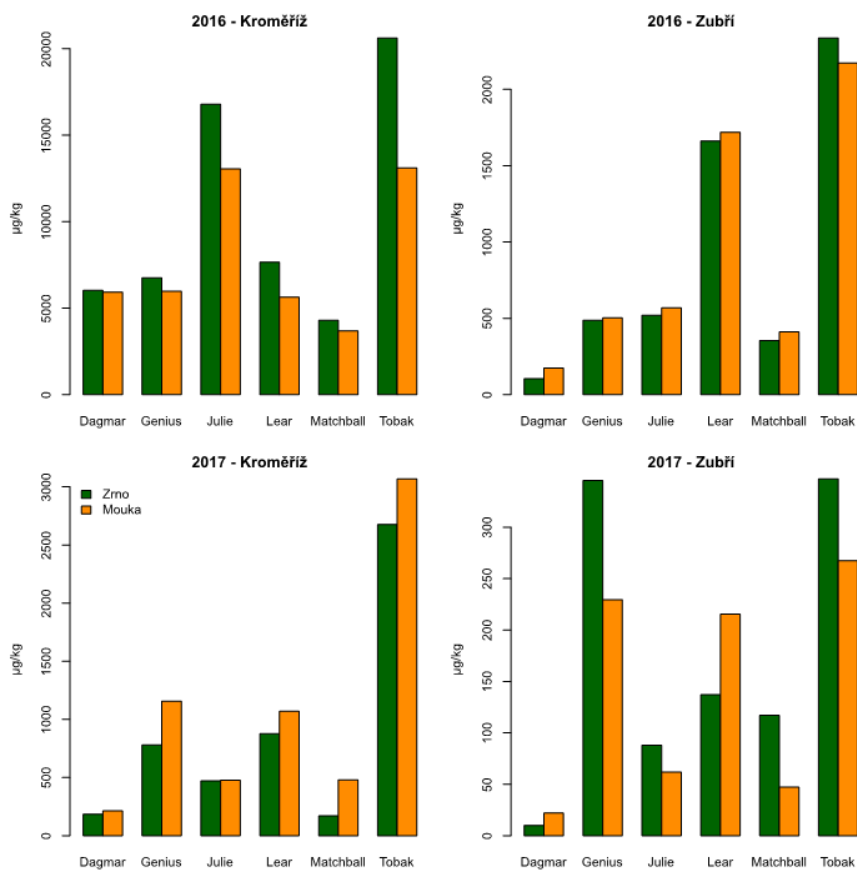
- Nejvyšší výnosové ztráty (až 32 %) byly spojeny s nejvyšší úrovní kontaminace DON (až 20600 µg/kg).
- Napadení ovlivnilo technologickou kvalitu zrna, zejména OH, FN a Zelenyho hodnotu. Obsah bílkovin příliš ovlivněn nebyl.
- Zhoršení kvality se projevilo i pro DON mezi 500–1000 µg/kg.
- Pekařské charakteristiky byly ovlivněny silným napadením v KM v roce 2016.
- Obsah DON po skladování mírně poklesl.
- Nárůst FN a mírné snížení OH u některých odrůd po skladování – nevýznamný vliv inokulace.
- Významný vliv inokulace na změny po skladování v obsahu a kvalitě bílkovin (Zelenyho test), ale charakter změn nelze zobecnit (vliv ostatních faktorů).

Použitá literatura

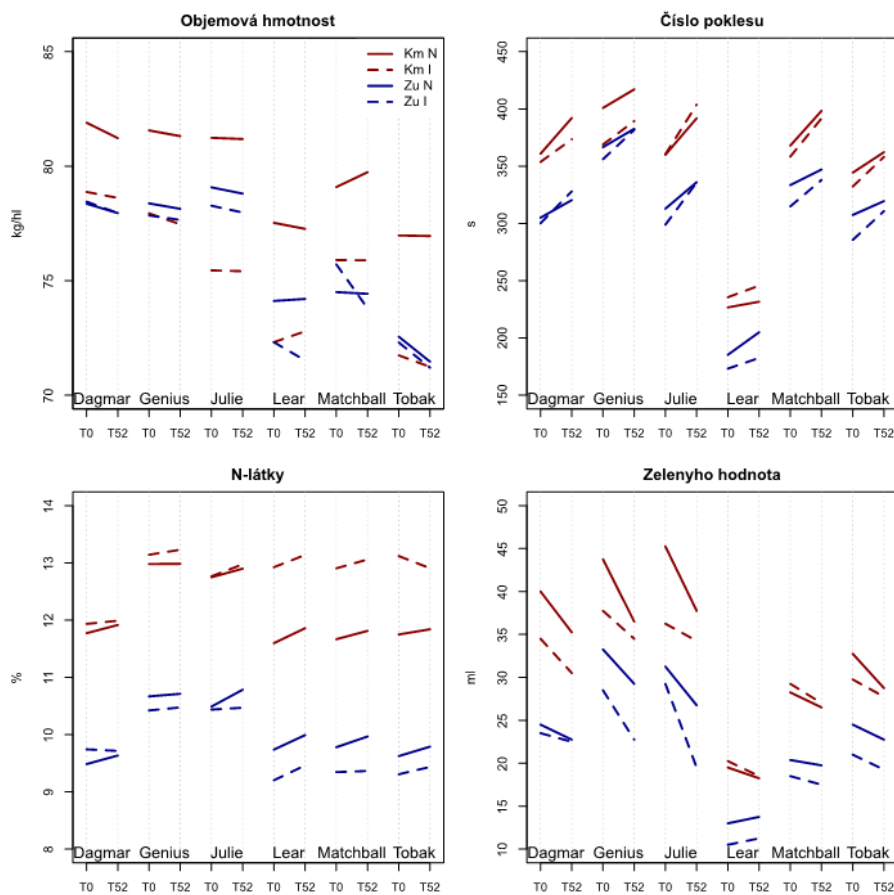
Polišenská, I.; Jirsa, O.; Sedláčková, I. Vliv klasových fuzárií na kvalitu odrůd pšenice. *Úroda* **2018**, 66, 10, 14–18.

Polišenská, I.; Vaculová, K.; Jirsa, O.; Sedláčková, I.; Frydrych, J. Vliv inokulace *F. culmorum* na kvalitu pšenice a na změny během skladování. *Úroda* **2019**, 67, 7, 52-54, 56.

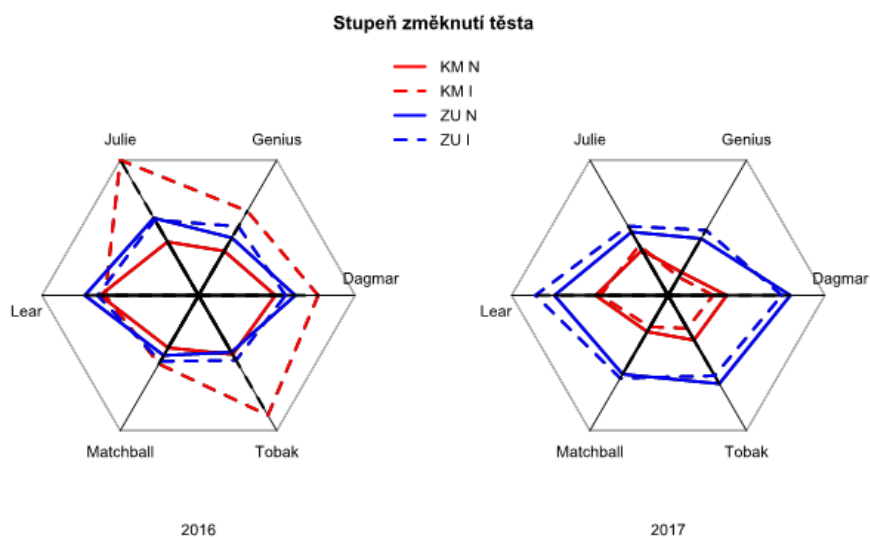
Tato práce byla podpořena Ministerstvem zemědělství ČR (QJ1510206 a institucionální podpora MZE-RO1118). Prezentace byla podpořena Českou technologickou platformou pro potraviny při Potravinářské komoře ČR.



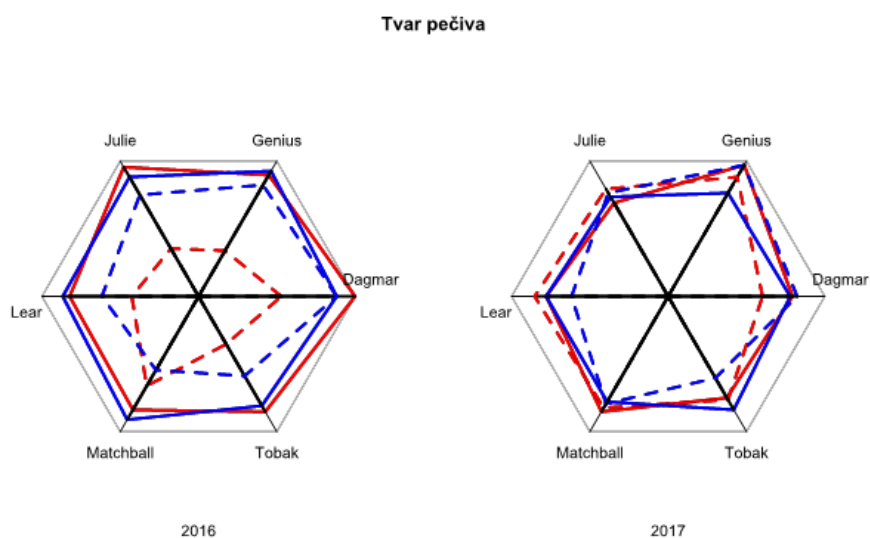
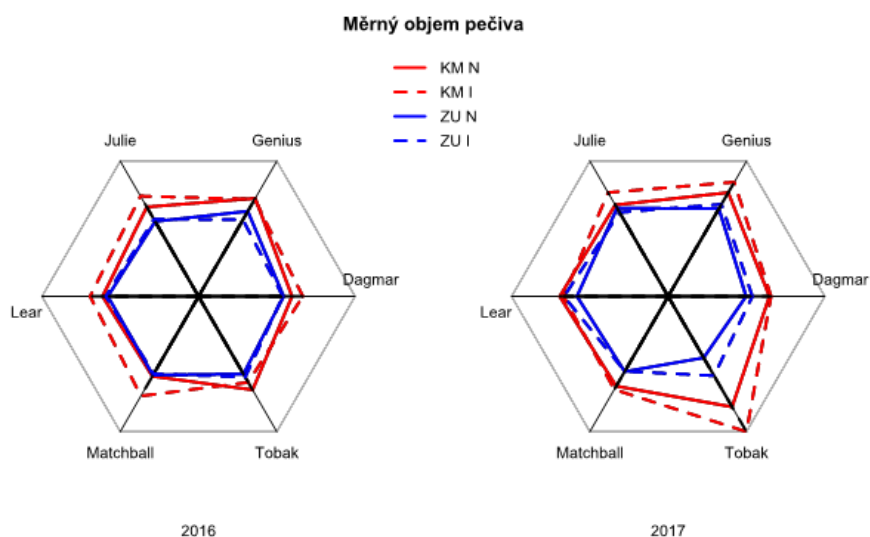
Obr. 1 Obsah deoxynivalenolu (DON) v zrna a mouce inokulované varianty po sklizni.



Obr. 2 Změna základních parametrů zrna po roce skladování.



Obr. 3 Reologické hodnocení mouky na přístroji Brabender Farinograf – rozdíly ve stupni změknutí těsta. Max = 185 FJ, min = 0.



Obr. 4 Pekařský pokus – rozdíly měrném objemu pečiva (M_o) a tvaru pečiva (poměr výšky k šířce – v/d). Max $M_o = 4,48 \text{ g/cm}^3$, max v/d = 0,68, min = 0.

P 2

MOŽNOSTI ZVÝŠENÍ NUTRIČNÍ HODNOTY POMAZÁNEK PŘIDÁNÍM VLÁKNINY A PSEUDOObILOVIN

Šmídová Z., Mašková E., Mutalová K., Málková H.
Výzkumný ústav potravinářský Praha, Radiová 7, 102 00

ABSTRACT

According to a growing number of people suffering from chronic diseases caused by Western life style more emphasis is given to reformulation of various foods in order to improve their nutrition value. In order to spread these reformulations abroad the Platform for reformulations was established. The reformulations aim at reduction or substitution of a „problematic“ component, change of technology or lowering the energy value of the product. In this aspect a spread based on creamy cheese and pseudocereals with the addition of broccoli was developed. The spread is enriched with dietary fibre, whose sources is flax seed fibre. Pseudocereals represent a valuable source of essential amino acids, unlike the classical cereals (wheat, barley, rye and oat and their cross-breeds) as well as a source of dietary fibre and contain polyunsaturated fatty acids, too. Another important component of the spread is the rape seed oil, rich in unsaturated fatty acids in a proper ratio. Thus, the reformulated food products represent for the consumer a good source of valuable nutrients.

ÚVOD

Potřeba vyvážené stravy je v současné době velmi důležitá, vzhledem k nárůstu osob trpících civilizačními nemocemi. V jejich prevenci ale i léčení sehrává významnou úlohu zvýšená konzumace rostlinné stravy, příjem vlákniny a nenasycených mastných kyselin, snižování spotřeby cukrů a soli. Denní příjem vlákniny by měl představovat 30 g (Tláškal a kol., 2016). V rámci těchto doporučení se vyvinula snaha o reformulování výrobků, s cílem zlepšit nutriční hodnotu již konzumovaných výrobků změnou receptury, technologie, snížením množství „problematické složky“ případně její náhradou, nebo snížením energetické hodnoty. Aby se veřejnost mohla o těchto výrobcích dozvědět, byla založena Platforma pro reformulace (<http://www.reformulace.cz>). S tímto ohledem byly vyvinuty pomazánky na bázi tvarohu, s obsahem pseudoobilovin s vyváženým složením esenciálních aminokyselin na rozdíl od klasických obilovin (pšenice, žito, ječmen, oves a jejich kříženci). Dále pomazánky obsahují rostlinnou vlákninu a řepkový olej, výborný zdroj nenasycených mastných kyselin ve vhodném poměru. Zdrojem rostlinné vlákniny je lněná vláknina. S ohledem na snížení obsahu soli byly na ochucení využity bylinky.

MATERIÁL A METODY

Cílem práce je vývoj pomazánky na bázi tvarohu a pseudoobilovin, s přídavkem brokolice nebo luštěniny, vlákniny, zdroje nenasycených mastných kyselin a snížením obsahem soli. Pomazánky byly připraveny s následujícím složením: tvaroh 41 % hm., vařené pseudoobiloviny 37 % hm., vařená brokolice (příp. vařená červená čočka) 20 % hm., lněná vláknina 1,2 % hm., řepkový olej 0,4 %. Na ochucení byly použity sušené bylinky. Všechny suroviny byly dohromady smíchány za vzniku pomazánky vhodné konzistence.

VÝSLEDKY

Získané pomazánky byly analyzovány na obsah bílkovin a celkové a nerozpustné vlákniny. Uvedeny a diskutovány jsou jen výsledky pro pomazánku s brokolicí (Tab. 1).

Tab. 1. Obsah bílkovin a celkové a nerozpustné vlákniny v pomazánkách s přidavkem vařené brokolice.

Pomazánka	Bílkoviny (%)	Celková vláknina (%)	Nerozpustná vláknina (%)
1. Quinoa + brokolice	10,17	1,33	0,24
2. Amarant + brokolice	12,55	2,22	1,20

Ze získaných výsledků vyplývá, že pomazánka s quinoou i amarantem má obsah bílkovin nad 10 %. Při porovnání pomazánky s quinoou a s amarantem byl vyšší obsah bílkovin zjištěn u pomazánky s amarantem. Vzhledem ke stejné použité receptuře pro obě pomazánky můžeme konstatovat, že amarant je vhodnějším zdrojem rostlinných bílkovin než quinoa.

Co se týká obsahu celkové i nerozpustné vlákniny, tyto byly rovněž vyšší u pomazánky s amarantem. Vzhledem k použité receptuře obsahuje amarant více vlákniny než quinoa.

Na základě zhodnocení výsledků se jako nutričně výhodnější pseudoobilovina ke konzumaci jeví amarant.

Na ochucení byly použity sušené bylinky, čímž se snížilo množství použité soli na 0,2 % při velmi uspokojivém chuťovém vjemu. Při obsahu soli 0,2 g/100 g výrobku je na pomazánky možné podle Nařízení (ES) č. 1924/2006 použít výživové tvrzení – potravina s nízkým obsahem sodíku/soli. Nižší obsah soli byl dosažen využitím bylinek.

ZÁVĚR

Přídavek pseudoobilovin, vlákniny a řepkového oleje do pomazánek na bázi mléčného výrobku zvyšuje jejich nutriční hodnotu a představují tak potravinu s obsahem všech základních živin – bílkovin, sacharidů, vhodných tuků a i vlákniny. Pomazánku pak stačí namazat na zeleninu nebo použít jako dip. Přidání bylinek (sušených nebo čerstvých) zároveň umožňuje použití menšího množství soli na dochucení. Takto reformulovaný výrobek představuje pro konzumenta vhodný zdroj cenných živin.

Práce vznikla v rámci institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace VÚPP, v.v.i. za rok 2019, číslo rozhodnutí MZE-RO0319 a projektu výzkumné infrastruktury METROFOOD-CZ, grant MŠMT: LM2018100.

LITERATURA

Nařízení (ES) č. 1924/2006 ze dne 20. prosince 2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin. Dostupné [17.7.2019] z

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1924&from=CS>

Platforma pro reformulace, dostupné [17.7.2019] <http://www.reformulace.cz/>

Tláškal, P., Blatná, J., Dlouhý, P., Dostálová, J., Perlín, C., Pivoňka, J., Kunová, V., Štiková, O. (2016) Výživa a potraviny pro zdraví. Společnost pro výživu, z.s. Praha.

BEZLEPKOVÉ PEČIVO Z PSEUDOCEREÁLÍI OBOHACENÉ O BÍLKOVINY A VLÁKNINU

Šmídová Z., Málková H., Mašková E., Mutalová K.
Výzkumný ústav potravinářský Praha, Radiová 7, 102 00

ABSTRACT

The only therapy possibility for the people with gluten intolerance is the lifelong gluten-free diet. Gluten-free products available on the market consist mainly of various starches, but contain reduced amounts of high-quality proteins, dietary fiber, minerals and vitamins. Their nutritional value is lower. On the other hand, pseudocereals constitute suitable gluten-free ingredients, containing balanced essential amino acids composition, dietary fiber, unsaturated fatty acids, minerals, vitamins and other biologically important substances.

The aim of the work was to develop gluten-free long-life biscuits with higher nutrition value due to the content of proteins and dietary fiber. The product is prepared on the basis of creamy cheese (cottage cheese) and flour from pseudocereals (quinoa) with the addition of other gluten-free flours (e.g. sorghum). To some biscuits a red lens flour was added. Thanks to these ingredients the biscuits represent a valuable source of essential amino acids. The product was enriched with flax seed fiber, too. Due to the used ingredients this gluten-free product represents for the consumer a good source of valuable nutrients.

ÚVOD

Pro lidi s nesnášenlivostí lepku představuje bezlepková výživa jedinou možnost léčby, a tato dieta musí být celoživotní. Na trhu dostupné bezlepkové výrobky jsou většinou vyrobeny na bázi různých škrobů, obsahují větší množství tuků, energie, ale nižší obsah kvalitních bílkovin, vlákniny, některých minerálních látek a vitaminů B komplexu, což má vliv na jejich nutriční hodnotu. Obsahují malé množství vlákniny, která má mnohé pozitivní účinky na trávicí soustavu, ale její spotřeba je v naší zemi nízká. Je doporučeno konzumovat 30 g vlákniny denně (Tláskal a kol., 2016). V tomto ohledu představují pseudoobiloviny (pohanka, quinoa) vhodnou surovinu, protože mají vyvážené složení esenciálních aminokyselin, obsahují vlákninu a též nenasycené mastné kyseliny (kyselinu linolovou), mnohé minerální látky, vitaminy a další biologicky významné látky (flavonoidy a fenolové kyseliny) (Šmídová, 2017). Další využitelnou obilovinou je teff (*Eragrostis tef*), bezlepková obilovina z čeledi lipnicovitých původem z Afriky, kde se z ní vyrábí tradiční etiopská placka, „injera“. Teff obsahuje všechny esenciální aminokyseliny, železo, vápník, draslík, hořčík, některé vitaminy a vlákninu. Cílem práce byl vývoj bezlepkového trvanlivého slanečného pečiva s vyšší nutriční hodnotou s ohledem na obsah bílkovin a vlákniny.

MATERIÁL A METODY

Bezlepkové trvanlivé slané pečivo s vyšším obsahem bílkovin a vlákniny bylo připraveno na bázi tvarohu (38 % hmotn.) a mouky z pseudoobilovin (quinoa) nebo bezlepkových obilovin (teff) v množství 28 % hmotn., s přidavkem mouky z dalších bezlepkových obilovin (např. čirok) nebo z luštěnin (červená čočka) v množství 10 % hmotn. Výrobek byl dále obohacen lněnou vlákninou v množství 1,0 % hmotn. S použitím těchto surovin představuje pečivo výborný zdroj všech esenciálních aminokyselin a i vlákniny. Výrobek dále obsahuje vejce, rostlinný tuk, guarovou gumu a sůl. Výrobek je ochucen bylinkami (sušená petrželová nať a kopr). Obsah soli je 0,8 % hmotn. Těsto po smíchání a vytvarování bylo pečeno v elektrické troubě po dobu 10 min. při 170 °C.

VÝSLEDKY

Byla vyvinuta receptura na slané bezlepkové sušenky (Obr. 1), poté byly sušenky upečeny a po ochlazení homogenizovány a analyzovány na obsah bílkovin a celkové a nerozpustné vlákniny (Tab. 1).

Tab. 1. Obsah bílkovin a celkové a nerozpustné vlákniny v bezlepkových slaných sušenkách.

Sušenka	Bílkoviny (%)	Celková vláknina (%)	Nerozpustná vláknina (%)
1. Quinoa + čirok	11,73	6,06	3,75
2. Teff + čirok	9,95	7,53	4,96
3. Quinoa + červená čočka	12,22	9,58	4,70
4. Teff + červená čočka	10,31	9,81	2,94

Stanovený obsah bílkovin v jednotlivých sušenkách byl v rozmezí přibližně 10 až 12 %, obsah celkové vlákniny 6 až 10 % a nerozpustné vlákniny 3 až 5 %. Vzhledem k obsahu vlákniny vyššímu než 6g/100 g je možné pro sušenky podle Nařízení (ES) č. 1924/2006 použít výživové tvrzení – potravina s vysokým obsahem vlákniny.

Sušenky s obsahem mouky z červené čočky obsahovaly více bílkovin než jejich alternativy s čirokovou moukou. Při porovnání sušenek z quinoj a z teffu pozorujeme vyšší obsah bílkovin u sušenek z quinoj. Zdrojem bílkovin v sušenkách je tvaroh, dále (pseudo)obiloviny a též mouka z červené čočky.

Nejvíce celkové vlákniny obsahovaly sušenky s obsahem mouky z červené čočky (s teffovou nebo quinoovou moukou). Obsah celkové vlákniny je vyšší u sušenek s teffovou moukou.

Na ochucení sušenek byly použity bylinky, které umožnily použití menšího množství soli při příjemném sensorickém vjemu. Pekařské výrobky bývají často nezanedbatelným zdrojem soli, avšak v uvedených výrobcích k uspokojivé slané chuti stačilo použít sůl v množství maximálně 0,8 %.



Obr. 1. Bezlepkové slané sušenky

ZÁVĚR

Použití mouky z pseudoobilovin a luštěnin do bezlepkového pečiva vede ke zvýšení obsahu bílkovin v pečivu, které tak představuje výborný zdroj esenciálních aminokyselin. Vzhledem k obecně nízkému obsahu vlákniny v bezlepkových výrobcích je velmi vhodné přidávat do výrobků vlákninu nebo mouku z luštěnin. Bezlepkové pečivo se tak stává pro konzumenta vhodným zdrojem cenných živin.

Práce vznikla v rámci institucionální podpory na dlouhodobý koncepční rozvoj výzkumné organizace VÚPP, v.v.i. za rok 2019, číslo rozhodnutí MZE-RO0319 a projektu výzkumné infrastruktury METROFOOD-CZ (grant MŠMT: LM2018100).

LITERATURA

Nařízení (ES) č. 1924/2006 ze dne 20. prosince 2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin. Dostupné [17.7.2019] z <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1924&from=CS>

Šmídová, Z. (2017) Canihua (*Chenopodium pallidicaule*) - bezlepková plodina. Výživa a potraviny, 6: 156-159

Tláskal, P., Blatná, J., Dlouhý, P., Dostálová, J., Perlín, C., Pivoňka, J., Kunová, V., Štiková, O. (2016) Výživa a potraviny pro zdraví. Společnost pro výživu, z.s. Praha.

FORTIFIKACE VAFLÍ SYROVÁTKOVÝM PROTEINOVÝM KONCENTRÁTEM

Laknerová I., Mutalová K., Málková H., Švejsová A., Novotná P.
Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i., Radiová 7, 102 31 Praha 10

Abstrakt

Jedním z aktuálních trendů v segmentu zdravé výživy jsou výrobky s vysokým obsahem proteinů, luštěnin a také veganské, bezlepkové a bezlaktózové potraviny. Tento trend je odrazem dynamicky rostoucího zájmu spotřebitelů o kvalitní potraviny s důrazem na zdravý životní styl. Roste zájem o výrobky s inovativní a vylepšenou recepturou s přidanou hodnotou ve formě zdravotních benefitů. Syrovátkový proteinový koncentrát (WPC) byl v receptuře vaflí použit jako vysoce kvalitní zdroj bílkovin. Pšeničná mouka, která je hlavní surovinou při jejich přípravě a má ne zcela vyvážené aminokyselinové spektrum, byla nahrazena 10, 20 a 30 % WPC. U takto připravených vzorků vaflí byly analyzovány některé výživové a senzorycké vlastnosti.

Vzorek s 30% přídatkem WPC, při zachování velmi dobré senzorycké jakosti, byl navíc obohacen kurkumou, která má kromě antioxidačních vlastností i sekundární barvicí účinek. Antioxidační potenciál byl určen pomocí celkového obsahu polyfenolů (Folin-Ciocalteuovou metodou) a celková antioxidační aktivita dvěma metodami (DPPH a FRAP).

Klíčová slova: syrovátkový proteinový koncentrát, vafle, senzorycká analýza, antioxidyanty

Abstract

One of the current trends in the healthy food segment are products with high protein and legumes contents, as well as vegan, gluten-free and lactose-free foods. This trend reflects the dynamically growing interest of consumers in quality food with emphasis on healthy lifestyle. Interest in products with innovative and improved formula with added value in the form of health benefits is increasing. Whey Protein Concentrate (WPC) was used as a source of high quality protein in the waffle formula. Wheat flour which is the main raw material in their preparation and has not fully balanced amino acid spectrum has been replaced by 10, 20 and 30% of WPC. Some nutritional and sensory properties have been analyzed in prepared waffle samples. A sample with 30% substitution of WPC, while maintaining a very good sensory quality, was additionally enriched with turmeric, which together with its antioxidant properties also has a secondary colouring effect. Antioxidant potential was determined by the total polyphenol content (Folin-Ciocalteu method) and total antioxidant activity by two methods (DPPH and FRAP).

Key words: whey protein concentrate, waffles, sensory analysis, antioxidants

Úvod

V potravinářském průmyslu je již několik let pozorována tendence používat náhražky složek v recepturách mnohých výrobků. Tento trend se týká zejména potravin se sníženým obsahem tuku, soli, cukru, nebo naopak se zvýšeným obsahem bílkovin a dalších biologicky aktivních látek a dále potravinářských výrobků pro vegetariány a lidi s nesnášenlivostí laktózy (Bolumar et al. 2015). Tento trend je odrazem dynamicky rostoucího zájmu spotřebitelů o kvalitní potraviny s důrazem na zdravý životní styl. Mezi takové produkty lze zařadit i výrobky s přídatkem látek ze syrovátky.

Syrovátku v její tekuté nebo sušené podobě lze přidávat do pečiva, cukrovinek, masných a mléčných výrobků, nápojů, kojenecké výživy apod. (Krolczyk et al. 2016). Syrovátka je uznávána zejména jako jeden z hlavních zdrojů vysoce nutričních a biologicky aktivních proteinů (Yadav et al. 2015). Jejich nutriční význam spočívá především v příznivém složení aminokyselin a snadné stravitelnosti. Syrovátkové bílkoviny obsahují všechny esenciální aminokyseliny a v porovnání s jinými zdroji bílkovin obsahují více aminokyselin s rozvětveným řetězcem, tzv. Branched Chain Amino Acids (Krolczyk et al. 2016, Hofman a Falvo, 2004).

Před padesáti lety byla syrovátka považována za odpadní materiál z technologie zpracování sýrů a představovala vážný problém znečišťování životního prostředí, protože na polích ovlivňovala fyzikální a chemickou strukturu půdy a ve vodě redukovala vodní život vyčerpáním rozpuštěného kyslíku (Gonzales-Siso, 1996;). Efektivní a trvalé řešení se objevilo s novými technologickými postupy, díky kterým se začala syrovátka dále upravovat a vznikaly biologicky aktivní mikrofrakce a biologicky hodnotné proteinové prášky. Výrobci potravin nyní používají syrovátku jako funkční složku v potravinářských a farmaceutických aplikacích a jako živinu v dietních a zdravotních potravinách.

Cílem této práce bylo posouzení vlivu přídavku syrovátkového koncentráту bílkovin na vybrané chemické a senzorické charakteristiky vafli.

Materiál a metody

Použité suroviny

Syrovátkový koncentrát 80% (WPC) - koncentrovaný sprejově sušený syrovátkový protein s obsahem bílkovin 78 % hmotn., tuku 4,9 % hmotn. (z toho nasycené mastné kyseliny 3,4 % hmotn.), sacharidů 6,4 % hmotn. (z toho cukry 6,4 % hmotn.) a soli 0,51 % hmotn. (Brenntag); pšeničná mouka polohrubá (GoodMills Česko s.r.o.), kypřicí prášek do pečiva (Vitana), řepkový olej Lukana (Glencore Agriculture Czech s.r.o.), vejce (Albert hypermarket), cukr krupice (Cukrovar Vrbátky), mléko polotučné Tatra (Mlékárna Hlinsko, a.s.).

Metody

Stanovení sušiny: Official Methods of Analysis of AOAC International (2000) 17 th Ed., AOAC International, Gaithersburg, MD, USA, Official Method 925.09, 926.08; stanovení bílkovin: metoda podle Kjeldahla; stanovení vlákniny potravy (TDF): enzymo - gravimetrická metoda v souladu s metodou AOAC 991.42; stanovení celkových polyfenolů (TPC) – modifik. metoda s Folin-Ciocalteu činidlem (Lachman a kol., 1997); stanovení antioxidační aktivity (AOA) metodou DPPH – modifik. metoda (Brand-Williams a kol., 1995); stanovení antioxidační aktivity metodou FRAP – modifik. metoda (Benzie a Strain, 1996).

Senzorické hodnocení: panel 10 školených osob, stupnicová metoda s grafickou stupnicí s hodnocením vzhledu, barvy, vůně, flavour, intenzity pachuti, textury a celkového dojmu. Získaná data byla testována Shapiro-Wilkovým a Dean-Dixonovým testem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Pořadový test – zjištění rozdílu v kvalitě mezi pekařskými výrobky (1 = nejlepší, 6 = nejhorší), získané součty pořadí byly zpracovány Friedmanovým testem na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ (Pokorný, 1993).

Příprava vafli: kontrolní vzorek byl připraven z pšeničné mouky polohrubé (28,4 % hmotn.), kypřicího prášku do pečiva (1,5 % hmotn.), cukru krupice (1,8 % hmotn.), vajec (25,8 % hmotn.), mléka (39,7 % hmotn.) a oleje řepkového (2,8 % hmotn.). K sypkým surovinám byly přidány vejce, mléko a olej a směs byla ušlehána do hladka. Hotové těsto bylo nalito do přístroje na vafle a peklo se 7 minut. U vafli s vyšším obsahem bílkovin byla pšeničná mouka nahrazena z 10, 20 a 30 % hmotn. koncentrovaným syrovátkovým proteinem. Vafle s přídavkem 30 % hmotn. WPC byly navíc obohaceny kurkumou (1 a 2 % hmotn.) pro její antioxidační vlastnosti i sekundární barvicí účinek. Přídavky WPC a kurkumy (hm. %, také jen %) byly přepočteny na mlýnské produkty.

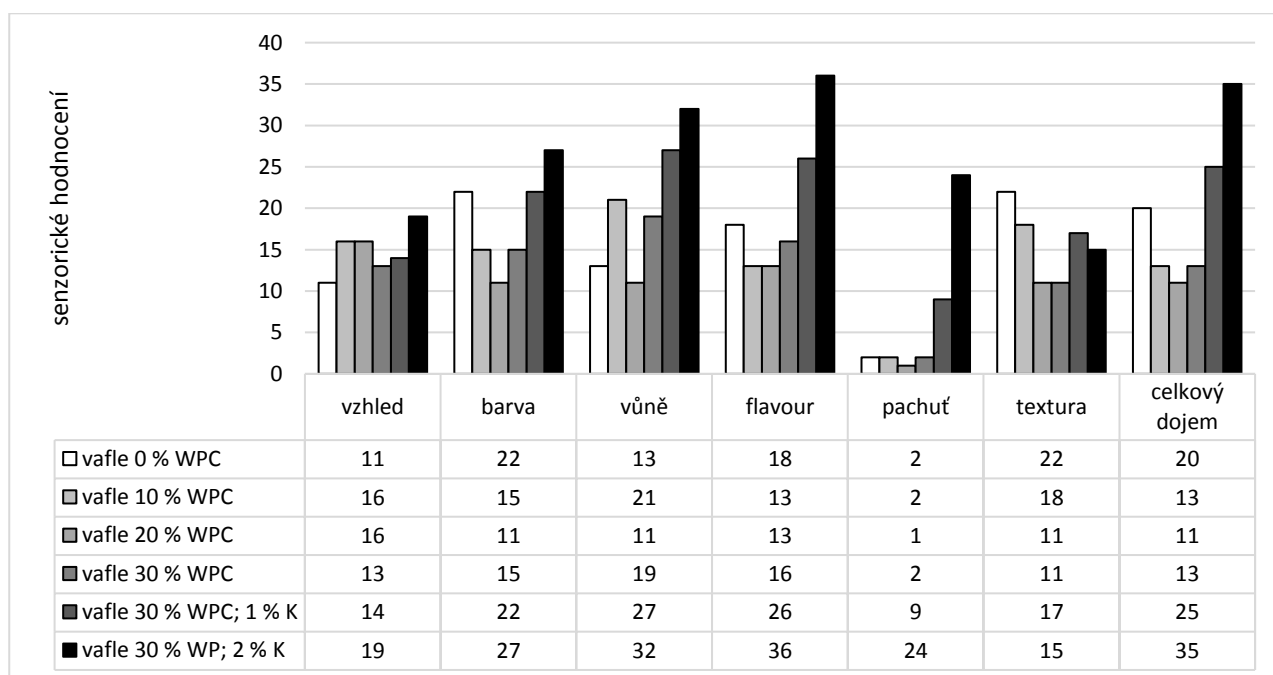
Výsledky a diskuse

Pekařské výrobky jsou obecně bohaté na sacharidy, ale chudé na bílkoviny. K obohacení vafli byly vybrány syrovátkové bílkoviny, které patří mezi mléčné, vysoce kvalitní bílkoviny. Při přípravě vafli s vyšším obsahem bílkovin byl kromě mlýnského výrobku z pšenice použit syrovátkový proteinový koncentrát 80%. Na základě výsledků senzorického hodnocení vafli bylo v pilotním pokusu vyhodnoceno 30% nahrazení pšeničné mouky syrovátkovým koncentrátem jako nejvýše možné, aby byly zachovány velmi dobré organoleptické vlastnosti.

Senzorické hodnocení vafel s 10, 20 a 30 % přidavky WPC bylo velmi příznivé, hodnoty sledovaných sensorických deskriptorů nepřesáhly 50 bodů (hodnoceno stupnicovou metodou se 100 bodovou grafickou stupnicí; vzhled, barva, vůně, flavour, textura a celkový dojem 0 – vynikající, 100 – velmi špatný; intenzita pachutě 0 – nepřítomna, 100 – velmi silná) a byly srovnatelné s kontrolním vzorkem (Obr. 1). Kromě textury bylo nejhorší hodnocení zaznamenáno u vzorku vafel s 30% přidavkem WPC a 2% přidavkem kurkumy.

V rámci pořadového testu byly nejlépe hodnoceným vzorkem vafle s 20% přidavkem WPC, druhým nejlépe hodnoceným vzorkem vafle s 30% přidavkem WPC, následovaly vafle s 10% přidavkem WPC, čtvrtým nejlepším pak kontrolní vzorek. V pořadí pátým nejlepším vzorkem byly hodnoceny vafle s 30% přidavkem WPC a 1% přidavkem kurkumy mleté a nejhorším vzorkem byly označeny vafle s 30% přidavkem WPC a 2% přidavkem kurkumy mleté. Statisticky významný rozdíl byl shledán pouze mezi nejlepším a nejhorším vzorkem vafel, tzn. mezi vaflemi s 20% přidavkem WPC a vaflemi s 30% přidavkem WPC a 2% přidavkem kurkumy mleté (Tab. 1).

Nejvyšší obsah bílkovin byl stanoven ve vzorku vafel s 30% přidavkem WPC. V porovnání s kontrolním vzorkem byl obsah tohoto výživového faktoru téměř o 60 % vyšší. Přidavkem 1 % kurkumy mleté k tomuto vzorku vafel se oproti kontrolnímu vzorku zvýšila antioxidační aktivita měřená metodami DPPH a FRAP o 66 %, resp. o 94 %. V případě sledování obsahu celkových polyfenolů činil tento rozdíl 34 %. U vafel s 2% přidavkem kurkumy mleté byly rozdíly v antioxidační aktivitě a obsahu celkových polyfenolů ještě větší, ovšem za současného zhoršení organoleptických vlastností (Tab. 2).



Obr. 1 Sensorické hodnocení vafel fortifikovaných WPC s vyloučením odlehlých výsledků dle Dean-Dixonova testu (stupnice 0 – 100 bodů; vzhled, barva, vůně, flavour, textura a celkový dojem 0 = vynikající, 100 = velmi špatný; intenzita pachuti 0 = nepřítomna, 100 = velmi silná)

Tab. 1 Výsledky pořadového testu (1 – nejlepší, ...6 – nejhorší)

vafle	kontrola	10 % WPC	20 % WPC	30 % WPC	30 % WPC, 1 % K	30 % WPC, 2 % K
součet pořadí	41	33	19	29	42	46
pořadí	4	3	1	2	5	6

Tab. 2 Stanovení obsahu sušiny, bílkovin, antioxidační aktivity (AOA) metodami DPPH a FRAP a obsahu celkových polyfenolů (TPC) ve vzorku vafelí

vafle	sušina ^a	bílkoviny ^a	AOA DPPH ^b	AOA FRAP ^b	TPC ^c
kontrola	59,33±0,01	9,67±0,23	0,21±0,01	0,17±0,08	0,67±0,02
10 % WPC	53,05±0,04	11,61±0,32	N/A	N/A	N/A
20 % WPC	54,87±0,09	14,02±0,25	N/A	N/A	N/A
30 % WPC	52,05±0,06	15,43±0,28	N/A	N/A	N/A
30 % WPC, 1 % K	53,18±0,15	15,46±0,14	0,35±0,01	0,33±0,01	0,90±0,10
30 % WPC, 2 % K	52,87±0,21	15,48±0,22	0,49±0,02	0,53±0,05	1,07±0,05

^a g/100g, ^bmg TE.g⁻¹ ± SD; ^c mg GAE.g⁻¹ ± SD; N/A – nebylo stanoveno; TE – ekvivalent troloxu, GAE – ekvivalent kyseliny gallové

Závěr

Na základě výsledků senzoričké analýzy v rámci pilotních pokusů a výsledků prezentovaných v této práci byly vyhodnoceny 30% přídavek WPC a 1% přídavek kurkumy mleté jako maximálně přijatelné. Vafle s 30% přídavkem WPC vykazovaly o 60 % vyšší obsah bílkovin v porovnání s kontrolním vzorkem. Aromatická látka, kurkuma mletá, která byla primárně přidána do těsta k zvýšení antioxidační aktivity, měla zároveň i sekundární barvicí účinek. Antioxidační aktivita stanovená metodami DPPH a FRAP u vafelí s 30 hm. % WPC a 1 hm. % kurkumy mleté byla o 66 %, resp. o 94 % vyšší než u kontrolního vzorku a celkový obsah polyfenolů se zvýšil o 34 %.

Literatura

- Benzie, I.F.F., Strain J.J. (1996): The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical biochemistry* 239, 70-76.
- Bolumar, T., Toepfl, S., Heinz, V. (2015): Fat Reduction and Replacement in Dry-Cured Fermented Sausage by Using High Pressure Processing Meat as Fat Replacer and Olive Oil. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 65(3), 175-182.
- Brand-Wiliams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995): Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 28, 25-30.
- Gonzales-Siso, M.I. (2016): The Biotechnological Utilization of Cheese Whey: A Review. *Bioresource Technology* 57(1), 1-11.
- Hofman, J.R., Falvo, M.J. (2004): Protein – which is best? *Journal. of Sports Science and Medicine* 3(3), 118-130.
- Królczyk, J.B, Dawidziuk, T., Janiszewska-Turak, E., Sołowiej, B. (2016): Use of Whey and Whey Preparations in the Food Industry – a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 66(3),157-165.
- Lachman, J., Hosnedl, V., Pivec, V. (1997): Changes in the Content of Polyphenols in Barley Grains and Pea Seed after Controlled Accelerated Ageing Treatment. *Sci.Agric.Bohem.* 28(1), 17-30.
- Pokorný, J. (1993): *Metody senzoričké analýzy potravin a stanovení senzoričké jakosti*. ÚZPI Praha, 196 s. ISBN 80-85120-34-8
- Yadav, J.S.S., Yan, S., Pilli, S., Kumar, L., Tyagi, R.D., Surampalli, R.Y., (2015): Cheese whey: A potential resource to transform into bioprotein, functional/nutritional proteins and bioactive peptides. *Biotechnology Advances* 33, 756-774.

Poděkování

Práce vznikla za podpory projektu výzkumné infrastruktury METROFOOD-CZ, grant MŠMT: LM2018100 a za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO0318.

VOLNĚ VÁŽENÉ SALÁTY V BEZLEPKOVÉ DIETĚ

Rysová J., Novotná P.

Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i., Radiová 7, 102 31 Praha 10

Souhrn

V posledních letech stoupá počet osob trpících intolerancí lepku. Mezi tyto intolerance lepku patří alergie na pšeničnou bílkovinu, celiakie, Duhringova dermatitida, glutenová ataxie a neceliakální glutenová senzitivita. Základním léčebným opatřením u těchto chorob je důsledné dodržování bezlepkové diety. Sortiment bezlepkových potravin se neustále rozšiřuje, ale v oblasti polotovarů a rychlého občerstvení je vnímán jako nedostatečný. Proto jsme provedli stanovení lepku v souboru vzorků volně navažovaných salátů z přirozeně bezlepkových surovin. Byly testovány saláty majonézové, rybí i zeleninové. Cílem práce bylo ověřit možnou neúmyslnou kontaminaci lepem a možnost zařazení salátů do bezlepkové diety. Vzorky salátů byly zakoupeny v supermarketech i malých prodejnách potravin. Zdrojem kontaminace by mohlo být koření, uzeniny nebo další specifické složky. Ke kontaminaci by mohlo teoreticky dojít i v průběhu skladování a při prodeji. Na stanovení lepku byla využita sendvičová ELISA souprava Ridascreen Gliadin (R-Biopharm AG, R7001) využívající tzv. R5 protilátku proti gliadinu. Obsah lepku ve všech testovaných salátech byl nižší než Nařízením 828/2014 daný limit pro bezlepkové potraviny (20mg lepku / kg potraviny ve stavu určeném k prodeji), a proto je možné tyto saláty využít do bezlepkové diety.

Abstract

Counter salads in a gluten-free diet. The number of people suffering from gluten intolerance has been increasing in recent years. These gluten intolerances include wheat protein allergy, celiac disease, Duhring's dermatitis, gluten ataxia and non-celiac gluten sensitivity. The basic therapeutic measure for these diseases is strict adherence to gluten-free diet. The assortment of gluten-free foods increases constantly, but it is unsatisfactory in the convenience foods and in fast food sectors. Therefore, we performed gluten determination in a set of samples of counter salads from naturally gluten-free ingredients. The aim of this work was to check these salads for possible unintentional gluten contamination and to check the possibility of this salads use in gluten-free diet. Mayonnaise salads, fish and vegetable salads were tested, the samples of salads were purchased in supermarkets and also in small food stores. The source of contamination could be spices, smoked meat products or other specific ingredients. Contamination could theoretically occur also during salads storage and sale.

Ridascreen Gliadin sandwich ELISA kit (R-Biopharm AG, R7001) using R5 anti gliadin antibody was used for gluten determination. The gluten content in all tested salads was lower than the limit for gluten-free foods (20mg gluten / kg of food in a state intended for sale) given in Regulation 828/2014, therefore these salads can be used in a gluten-free diet.

Úvod

V posledních letech stoupá počet osob trpících intolerancí lepku. Jako lepek se označuje bílkovinná frakce z pšenice, žita, ječmene, ovsu nebo jejich kříženců a derivátů, která je nerozpustná ve vodě a 0,5 M roztoku chloridu sodného. Pšenici se v tomto případě rozumí jakýkoli druh *Triticum*, tedy i pšenice dvouzrnka, jednozrnka, kamut, špalda a pod. V současné době se uvádí, že se problém intolerance lepku týká 1 % populace. Mezi intolerance lepku patří alergie na pšeničnou bílkovinu, celiakie, Duhringova dermatitida, glutenová ataxie a neceliakální glutenová senzitivita. Základním léčebným opatřením u těchto chorob je důsledné dodržování bezlepkové diety (Kohout 2012).

Osoby na bezlepkové dietě, zejména pak pacienti s celiakií, musejí ve svém jídelníčku vynechat všechny potraviny s obsahem i minimálního množství pšenice, žita a ječmene. Konzumace ovsu je otázkou individuální tolerance a aktuálního zdravotního stavu. Podle Prováděcího nařízení komise (EU) č. 828/2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku

v potravinách spotřebitelům je možné potraviny označit slovy „bez lepku“, pokud obsahují méně než 20 mg/kg lepku ve stavu, ve kterém je tato potravina prodána spotřebiteli. Dieta je tak založena na konzumaci přirozeně bezlepkových potravin nebo potravin ze surovin speciálně pro bezlepkovou dietu upravených. Sortiment bezlepkových potravin se neustále rozšiřuje, ale v oblasti polotovarů a rychlého občerstvení je vnímán jako nedostatečný. Proto jsme provedli stanovení lepku v souboru vzorků volně navažovaných salátů z přirozeně bezlepkových surovin. Byly testovány saláty majonézové, rybí i zeleninové. Cílem práce bylo ověřit možnou neúmyslnou kontaminaci lepkem a možnost zařazení salátů do bezlepkové diety.

Materiál a metody

Vzorky salátů byly zakoupeny v maloobchodní síti, v supermarketech i malých prodejnách potravin. Vybírány byly saláty volně prodávané v pultovém prodeji, navažované obsluhou nebo přímo zákazníkem.

Na stanovení lepku byla použita sendvičová ELISA souprava Ridascreen Gliadin (R-Biopharm AG, R7001) využívající tzv. R5 monoklonální protilátku proti gliadinu a na extrakci vzorků Coctail Solution (Art. No. R7006) a následně 80% ethanol. Limit detekce uvedené ELISA soupravy je 1 mg/kg a limit kvantifikace 5 mg/kg vzorku (R-Biopharm). Výsledky jsou vždy průměrem dvou paralelních stanovení.

Výsledky a diskuse

Salát je svým složením mnohasložková komplexní potravina. S přibývajícím počtem surovin v receptuře roste z pohledu celiaků riziko, že některá ze složek bude obsahovat lepek, třeba i ve formě nezamýšlené stopové kontaminace. Pravidla pro pokrmy vhodné pro bezlepkovou dietu jsou přísná, Nařízením 828/2014 je dán limit obsahu lepku 20 mg/kg potraviny. Zelenina a luštěniny používané pro přípravu salátů i vejce v majonéze nebo olej a ocet jsou přirozeně bezlepkové, ale řada jiných složek může vzbuzovat nejistotu. Často bývá lepkem kontaminováno koření a kořenící směsi, otázkou je i kvalita používaných uzenin, i když dnes už většina výrobců uzenin pšeničné produkty do svých výrobků nepoužívá.

Saláty jsou převážně dodávány do prodeje ze specializovaných výroben lahůdek a v prodejnách jsou pouze rozvažovány zákazníkům. Sortiment lahůdkářského zboží je široký a zahrnuje vedle klasických salátů i těstovinové, saláty s krutony, saláty s bulgurem nebo kuskusem, chlebičky a obložené bagety apod. Existuje teoreticky proto riziko křížové kontaminace při výrobě nebo prodeji.

Pro analýzy byly vybírány především saláty z majonézou s mnoha surovinami v receptuře. Záměrně byly vybrány i saláty s obsahem sezamu nebo quinoy. Jak je uvedeno v Tab. 1, výsledky stanovení lepku byly u všech vzorků velmi nízké, pod limitem detekce použité ELISA soupravy. Je to důkaz správné manipulace s výrobky jak ve výrobě, tak při prodeji. Negativní byly i výsledky u výrobků, kde výrobce upozorňuje na možný obsah lepku formou preventivního značení (PAL). Výsledky budou zařazeny do databáze bezlepkových výrobků provozované VÚPP (<http://www.potravinybezlepku.cz/>)

Podle Nařízení 1169/2011 musí výrobce nebo prodejce informovat zákazníky o složení výrobků a možném obsahu alergenů. U navažovaných salátů řeší prodejci tuto povinnost etiketou nalepenou na kelímek se zbožím spolu s údaji o hmotnosti a ceně (Ahold, Billa, Tesco), v Globusu jsou pak zákazníkovi k dispozici tištěné informace na pultu s lahůdkami. Firma Mc Donald má informace o alergenech ve výrobcích uvedené u ceníků pro jednotlivé prodejny a složení jeho produktů je možno dohledat i na Internetu.

Z pohledu nutričního je mezi saláty velký rozdíl podle použitých surovin. Bezlepková dieta je bohatá na sacharidy, ale deficitní může být v případě bílkovin a vlákniny (Staudacher a Gibson 2015). Zelenina a luštěniny v salátech jsou dobrým zdrojem vlákniny, zdrojem bílkovin jsou masné výrobky, ryby, luštěniny, vejce a sýry. Negativní je vyšší obsah soli u salátů s uzeninami (1,6-1,8 %) a obsah konzervantů benzoanu sodného a sorbanu draselného. Saláty jsou známy z mikrobiologického hlediska jako riziková potravina, prodejci vyžadují určitou trvanlivost zboží a tak vedle zachování

chladicího řetězce nastupuje právě použití konzervantů. Přes tyto nedostatky mohou být i volně prodávané saláty vhodného složení surovin příležitostně zařazeny do bezlepkové diety.

Tab. č.1: obsah lepku v salátech

vz.	popis	lepekmg/kg	prodejce	poznámka - výrobce, značení
1	Salát cizrnový	<5	Globus - salátový bar	
2	Salát Delikates	<5	Globus - salátový bar	
3	Salát Coleslaw	<5	Globus - salátový bar	Beskyd Fryčovice
4	Salát bramborový	<5	Globus - pultový prodej	Lahůdky-Palma, prevent. značení
5	Salát vlašský	<5	Albert	DELIKA lahůdky
6	Salát rybí v majonéze	<5	Albert	DELIMAX
7	Salát tramp	<5	Albert	Smetanová cukrárna Roztoky
8	Vaječný salát	<5	Billa	
9	Hanácký salát	<5	Billa	
10	Pařížský salát	<5	Billa	může obsahovat lepek
11	Zelný salát s jogurtem	<5	Tesco	Lahůdky-Palma, prevent. značení
12	Ďábelský salát	<5	Tesco	
13	Krevetový koktejl	<5	Tesco	Lahůdky-Palma, škrob (obsahuje lepek)
14	Salát z červené řepy	<5	Veganland	
15	Salát fazole/křen	<5	Lahůdky Palmovka	Libeřské lahůdky
16	Salát celerový	<5	Lahůdky Palmovka	Libeřské lahůdky
17	Salát cizrna/quinoa	<5	Lahůdky Palmovka	Libeřské lahůdky
18	Salát z volské tlamy	<5	Libor Novák, Štěrboholy	
19	Zahradní salát balsamik. ocet	<5	McDonald	McDonald

Závěr

Bylo provedeno stanovení obsahu lepku v 19 vzorcích salátů navažovaných v rámci pultového prodeje ELISA soupravou využívající R5 protilátku proti gliadinu. Byly analyzovány saláty majonézové, rybí i čistě zeleninové a výsledný obsah lepku byl ve všech případech nižší než 5 mg/kg vzorku, tj. výrazně pod limitem pro bezlepkové potraviny (20 mg/kg potraviny). Z těchto výsledků je

zřejmě, že saláty s vhodným složením surovin je možné zařadit do bezlepkové diety. Z nutričního hlediska je u salátů pozitivní obsah bílkovin a vlákniny, negativní je obsah konzervantů a soli .

Literatura

Kohout, P.: Postgraduální medicína, 2012, č.2

<http://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/celiakie-463474> staženo 16.6.16

NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům

Prováděcí nařízení Komise (EU) č. 828/2014 ze dne 30. července 2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům

R-Biopharm AG firemní literatura

Staudacher, H.M. , Gibson P.R.(2015): How healthy is a gluten-free diet?, British Journal of Nutrition , 114(10), 1539-1541

Práce vznikla za podpory projektu METROFOOD-CZ, grant MŠMT: LM2018100 a za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO0318

HODNOCENÍ KVALITATIVNÍCH PARAMETRŮ MÁKU SETÉHO (*Papaver somniferum*) POMOCÍ FT-NIR SPEKTROSKOPIE

Endlová L., Rychlá A., Vrbovský V
OSEVA vývoj a výzkum, s.r.o.. Opava

Úvod

Mák setý je pro naši republiku tradiční plodinou. Poskytuje olejnatá semena s velmi dobrými dietetickými vlastnostmi a makovinu pro využití ve farmaceutickém průmyslu. V ČR se nesetkáváme s máky vysokomorfinovými, které v našich klimatických podmínkách nelze ani úspěšně dopěstovat, maximálně máky technické, které mají vyšší podíl morfinu v makovině, ale zároveň lze použít jejich semeno v potravinářském průmyslu. Jinde ve světě je mák pěstován především na produkci alkaloidů (např. morfinu) pro farmaceutické účely, v horším případě pro produkci drog [1 - 2]

Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin (NP) je zaměřen na shromažďování a uchovávání cenných genetických zdrojů (GZ) hospodářsky významných zemědělských plodin, mezi které patří i mák setý. Kolekce máku NP v současné době zahrnuje 203 materiálů z kolekce řádné a 62 z kolekce pracovní. Nově získaný materiál je zařazen do kolekce pracovní, kde jsou shromažďována jeho dostupná pasportní data. Dále je vzorek regenerován, aby se získalo dostatečné množství osiva pro uložení do Genové banky a pro realizaci maloparcelních pokusů k získání popisných dat jako jsou morfologické a fenologické znaky, výnosové parametry a kvalitativní ukazatele produkce. Mezi ně patří jak olejnatost semen, skladba mastných kyselin v oleji, tak obsah alkaloidů v makovině (např. morfin, kodein) [3 - 4]. Při hodnocení jak GZ v rámci Národního programu, tak při šlechtění nově vytvořených materiálů, se jeví jako velmi vhodná metoda spektroskopie v blízké infračervené oblasti s Fourierovou instrumentací (FT-NIRS).

Cílem práce bylo optimalizovat využití metody FT-NIRS pro stanovení obsahu oleje, skladby mastných kyselin v semeni a obsahu morfinu a kodeinu v makovině genových zdrojů kolekce NP a šlechtitelského materiálu máku setého. Byly vyvinuty FT-NIR kalibrační modely pro stanovení hlavních kvalitativních znaků, které se při šlechtění sledují. Přístupnost dat o kvalitativních parametrech genetických zdrojů máku setého v systému GRIN Czech umožní uživatelům materiálů, především z řad šlechtitelů, možnost cílenějšího výběru.

Materiál a metody

V roce 2018 byly v rámci prvního roku řešení projektu QK1810391 realizovány maloparcelní pokusy s 251 GZ máku z kolekce NP a 206 materiály opavského šlechtění. Kromě získání morfologických a fenologických charakteristik byl hodnocen výnos semen, makoviny a hlavně kvalitativní parametry produkce pomocí FT-NIRS. Tobolky byly odsemeněny a metodou FT-NIRS byla stanovena v semeni celková olejnatost a skladba hlavních mastných kyselin. Získaná makovina byla pomleta, homogenizována a proměřena metodou FT-NIRS na obsah morfinu a kodeinu.

Měření vzorků probíhalo na spektrometru FT-NIR Antaris II (Thermo Fisher Scientific Inc., USA) na integrační sféře v režimu reflektance ve spektrálním rozsahu 10 000 – 4 000 cm^{-1} pomocí softwaru Omnic for Antaris. Kalibrační modely pro kvantitativní analýzu obsahu oleje, hlavních mastných kyselin v oleji a vybraných opiových alkaloidů byly vyvinuty pomocí algoritmu Partial Least Squares s využitím chemometrického programu Thermo Scientific TQ Analyst. Pro sestavení FT-NIR kalibračních modelů byla využita data naměřená rutinně využívanými laboratorními referenčními metodami. Predikční kvalita vybraných NIR modelů je uvedena v tabulce 1.

Tab. 1 Přehled parametrů kalibračních modelů FT-NIRS máku setého

Parametr (%)	n ^a	Ign.	Rozsah znaku	RMSEC ^b	RMSECV ^c	RMSEP ^d	Počet faktorů
Olej	97	5	39,45 - 49,95	0,138	0,327	0,278	11
Kyselina palmitová	94	3	0,70 - 2,20	0,154	0,186	0,171	8
Kyselina stearová	95	2	7,00 - 10,60	0,404	0,529	0,514	11
Kyselina olejová	98	1	9,70 - 22,80	0,271	0,939	0,930	11
Kyselina linolová	94	5	65,7 - 78,30	0,576	1,230	1,240	10
Kyselina linolenová	98	1	0,1 - 1,40	0,165	0,231	0,298	6

^a Počet vzorků, ^b chyba kalibrace, ^c chyba křížové validace, ^d chyba predikce

Výsledky a diskuze

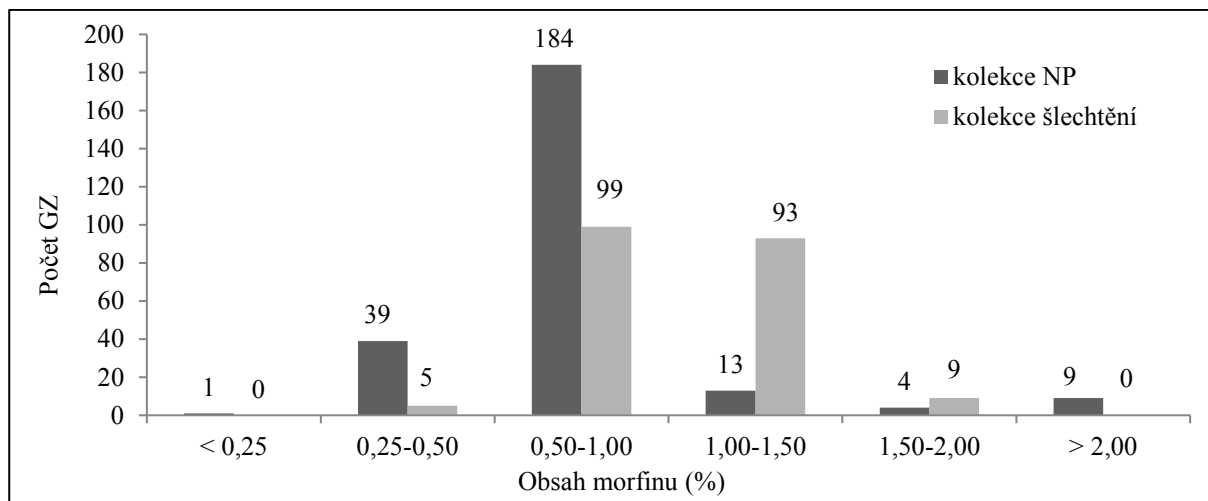
Ve vzorcích z kolekce NP byl zjištěn v roce 2018 průměrný obsah oleje v semeni při vlhkosti 8 % 40,92 %. Nejnižší olejnatost v kolekci měl vzorek 15O08 Hen and chicken, a to 29,86 %. Jde o okrasnou odrůdu šedosemenného máku s vytvořenými patobolkami u paty tobolky hlavní. Nejvyšší olejnatost měl modrosemenný mák domácího původu – Akvarel (46,46 %). Nejobsažnější kyselinou v makovém oleji je kyselina linolová. GZ z NP měly obsah této kyseliny v rozmezí 68,05 % - 76,70 %. Druhou nejvýznamnější mastnou kyselinou je kyselina olejová. Její obsah ve vzorcích se pohyboval v rozmezí 11,65 % - 18,91 %. Celkově lze říci, že diverzita obsahu mastných kyselin v kolekci NP je poměrně vysoká, a lze vytipovat materiály se specifickými vlastnostmi pro využití ve šlechtění. V kolekci materiálů z opavského šlechtění byla průměrná olejnatost 43,12 % a nejvyšší obsah oleje byl naměřen u materiálu s označením 2103 (modrosemenný, 46,59 %). Obsah kyseliny olejové se pohyboval mezi 13,58 % - 20,83 % a obsah kyseliny linolové v rozmezí 68,51% - 76,23 %. Z uvedených výsledků je zřejmý cílený výběr materiálů s vyšší olejnatostí. Podrobný přehled výsledků včetně porovnání obou kolekcí uvádí Tab. 2.

Tab. 2 Kvalitativní parametry stanovené pro obě testované kolekce

Kolekce		Olej při 8 % vlhkosti (%)	Kyselina palmitová (%)	Kyselina stearová (%)	Kyselina olejová (%)	Kyselina linolová (%)	Kyselina linolenová (%)	Morfin (%)	Kodein (%)
NP	průměr	40,92	8,83	2,25	15,73	71,09	0,81	0,76	0,07
	min.	29,86	5,77	1,54	11,65	68,05	0,55	0,24	0,02
	max.	46,46	10,75	2,89	18,91	76,7	1,23	2,43	0,23
šlechtění	průměr	43,12	8,41	1,91	17,21	71,89	0,59	1,01	0,11
	min.	39,19	7,03	1,47	13,58	68,51	0,43	0,38	0,05
	max.	46,59	9,61	2,22	20,83	76,23	0,83	1,68	0,21

Obsah morfinu v makovině GZ NP dosahoval průměrné hodnoty 0,76 %. Minimální naměřený obsah ve výši 0,24 % dosáhla odrůda Redy. Maximální naměřený obsah činil 2,43 %. Obsah kodeinu se pohyboval v rozmezí 0,02 % a 0,23 %. Kolekce šlechtitelských materiálů byla homogennější. Průměrný obsah morfinu byl 1,01 %. Minimální obsah 0,38 % výrazně převýšil minimální obsahy v kolekci NP. Naopak nejvyšší obsah (1,68 %) nedosáhl maxima kolekce NP. Obsah kodeinu byl víceméně srovnatelný (0,05 % - 0,21 %). V grafu 1 je uveden histogram variability obsahu morfinu GZ a šlechtitelského materiálu máku setého.

Graf. 1 Četnost obsahu morfinu v kolekcích podle dosažených hodnot



Závěr

Metoda FT-NIRS má praktický význam při hodnocení GZ a šlechtění máku setého. Každoročně se hodnotí kolem 250 genových zdrojů a to v současné době až 7 kvalitativními parametry. Pomocí FT-NIRS se podaří získat kolem 1 750 dat za rok charakterizujících materiály z pohledu kvality produkce. Tento objem by v žádném případě nebylo možno realizovat běžnými přesnými laboratorními metodami z důvodu jejich časové a finanční náročnosti. Získaná data, a to z minimálně z tří let hodnocení, jsou zpracována a uložena do Informačního systému GRIN Czech, který je přístupný na webu všem zájemcům a uživatelům a to jak domácím, tak zahraničním.

Z hlediska šlechtění je metoda FT-NIRS již rutinně využívaným nástrojem např. ve šlechtění řepky. Zavedení stanovení obsahu alkaloidů v makovině značně usnadní proces výběru výchozích genotypů a selekci získaných novošlechtění za účelem tvorby nových odrůd máku s požadovanou kvalitou makoviny.

Z uvedených výsledků vyplývá, že kolekce NP obsahuje materiály výrazně diverzifikovanější než kolekce šlechtitelská, a to jak z pohledu obsahu oleje, skladby mastných kyselin, tak z pohledu obsahu alkaloidů. Šlechtitelům může nabídnout především materiály s hraničními obsahy morfinu pro šlechtění na specifické vlastnosti. Kolekce šlechtitelských materiálů je výrazně homogennější. Je patrné ovlivnění výběru materiálů šlechtitelem na základě zvoleného ideotypu rostliny.

Dedikace

Tento příspěvek vznikl v rámci řešení Národního programu konzervace 51834/2017-MZE-17253/6.2.7, projektu QK1810391 „Využití technik genomiky a transkriptomiky k tvorbě genových zdrojů a výchozích materiálů máku se specifickými vlastnostmi“ a institucionální podpory MZE-RO1818.

Použitá literatura

- [1] Vašák J. a kol.: Mák. Powerprint s.r.o. (2010): 18 – 20. ISBN 978-80-904011-8-1.
- [2] Baranky P. a kol.: Olejiny. Profi Press s.r.o. (2010): 81 – 82. ISBN 978-80-86726-38-0.
- [3] HOLUBEC V. a kol. [online]. Rámcová metodika Národního programu konzervace a využívání genetických zdrojů rostlin a agrobiodiverzity. Dostupné z: http://genbank.vurv.cz/genetic/nar_prog_rostlin/dokumenty
- [4] HAVEL J. a kol. [online]. Klasifikátor *Papaver somniferum* L. Rada genetických zdrojů kulturních rostlin, 2008, dostupné z: http://genbank.vurv.cz/genetic/nar_prog_rostlin/klasifikatory

VLIV MÁČENÍ A KLÍČENÍ NA OBSAH GALAKTOOLIGOSACHARIDŮ V HRACHU

Pečenková N. ¹, Pinkrová J. ², Novotná P. ², Houška M. ²

¹) Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6

²) Výzkumný ústav potravinářský Praha, v. v. i., Radiová 7, 102 31 Praha 10

Konzumace luštěnin v jídelníčku české populace má dlouhodobě stagnující, či klesající tendenci. Luštěniny bývají nahrazovány sacharidy v podobě pečiva, těstovin, rýže nebo brambor. Jedním z důvodů tohoto jevu je negativní efekt luštěnin na lidský organismus v podobě flatulence a meteorismu. Jev lze eliminovat vhodnou kulinární úpravou, například klíčením. V připravovaných pokrmech konzument chuťově nepozná rozdíl mezi nenaklíčenou a naklíčenou luštěninou.

Galaktooligosacharidy, které způsobují výše zmíněné gastrointestinální potíže nelze zcela odstranit šlechtěním. Pro rostliny jsou nezbytné ke správnému klíčení semen, neboť je využívají jako zdroj energie. Samovolná eliminace v trávicím traktu člověka je poměrně obtížná. V tenkém střevě, kde je tráveno nejvyšší procento potravy, chybí potřebný enzym α -galaktosidáza pro jejich úspěšné rozštěpení. Galaktooligosacharidy tedy postupují společně s dalšími nestrávenými zbytky do tlustého střeva, kde až za pomoci mikroorganismů dochází k jejich degradaci. Jako výsledný produkt vznikají mastné kyseliny s krátkými řetězci a plyny (vodík, oxid uhličitý a metan).

Materiál a metodika

Ke klíčení byl použit hrách značky Lagris zakoupený v Tesco. Ke správnému klíčení je třeba, aby semena nebyla nijak poškozená či předem upravená (například půlená, předvařená nebo loupaná). Před samotným klíčením bylo třeba semena nechat nabobtnat po dobu 24 hodin ve vodě v pokojové teplotě. Následně byla semena scezena a přesunuta do klíčidla s čistou vodou. Klíčení probíhalo v automatickém klíčidle značky Fresh Life 3000 po dobu 24 hodin (viz Obrázek 1 a 2). Každé 4 hodiny byly odebírány vzorky, tj. vzorek po 4 h klíčení, 8 h klíčení, 12 h klíčení, 16 h klíčení, 20 h klíčení a 24 h klíčení. K porovnání byl analyzován vzorek neošetřeného hrachu a hrachu máčeného po dobu 24 hodin.

Zhomonizovaný vzorek byl extrahován 70% etanolem ve vodní lázni, zcentrifugován a supernatant byl slit. Celý postup byl opakován celkově 3x. Směsi supernatantů z jednotlivých vzorků byly odpařeny na vakuové odparce. Následně smíseny se 100% acetonitrilem a refraktometricky měřeny pomocí HPLC s mobilní fází acetonitril:voda. Výsledek byl porovnáván se vzorkem roztoku standardů (glukóza, sacharóza, stachyóza, rafinóza, verbaskóza).

Celý pokus byl zopakován (máčení, klíčení, odběry a příprava vzorků a jejich analýza).



Obr. 1 Klíčený hrách v klíčidle po 24 hodinách



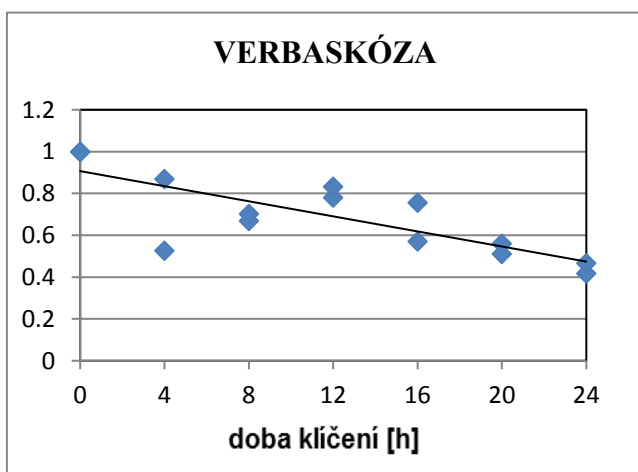
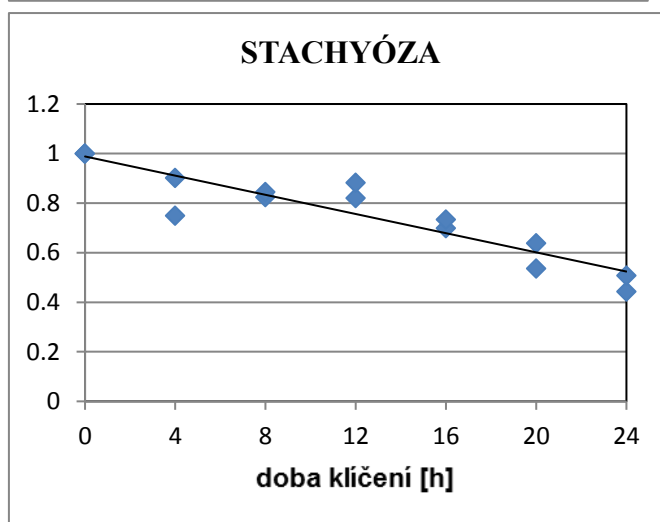
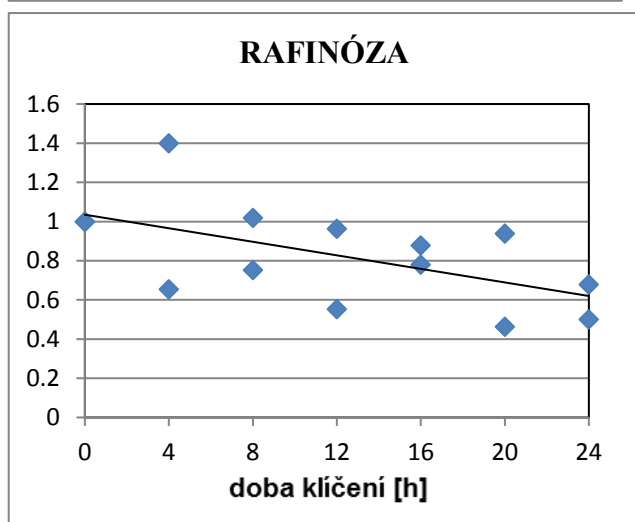
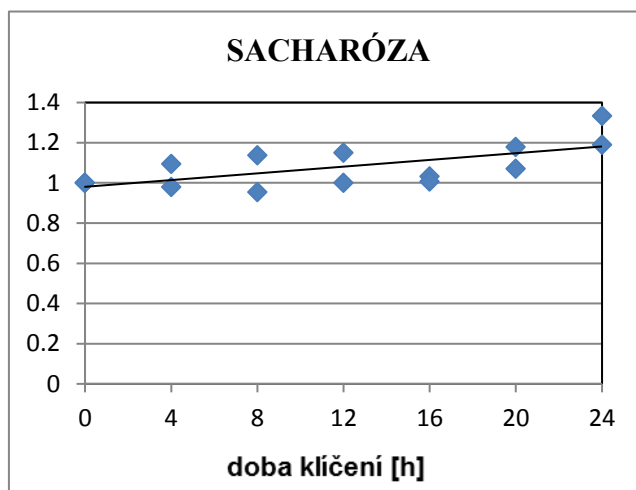
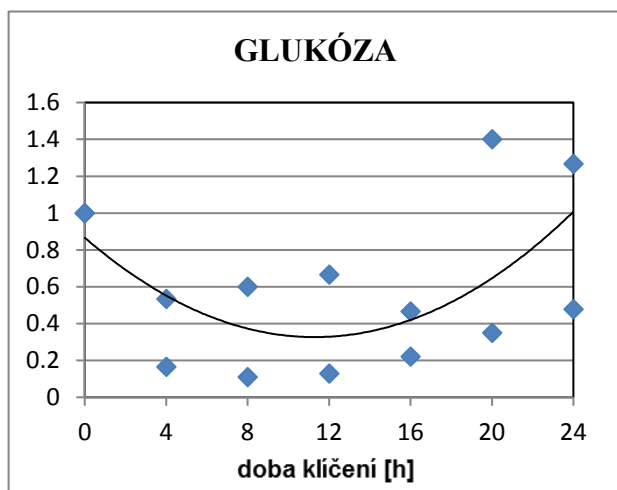
Obr. 2 Klíčidlo

Výsledky a diskuse

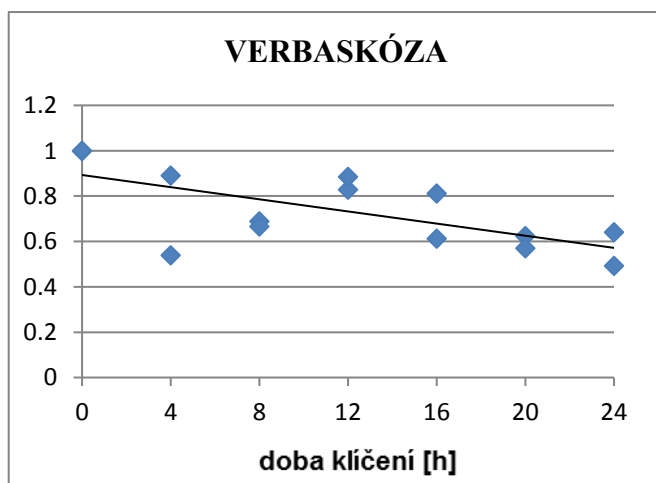
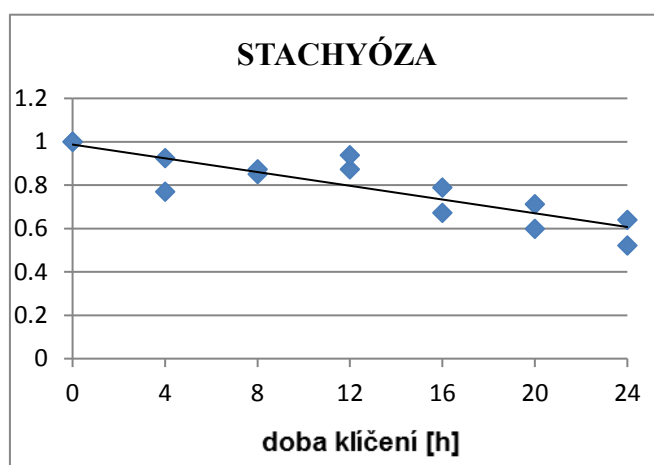
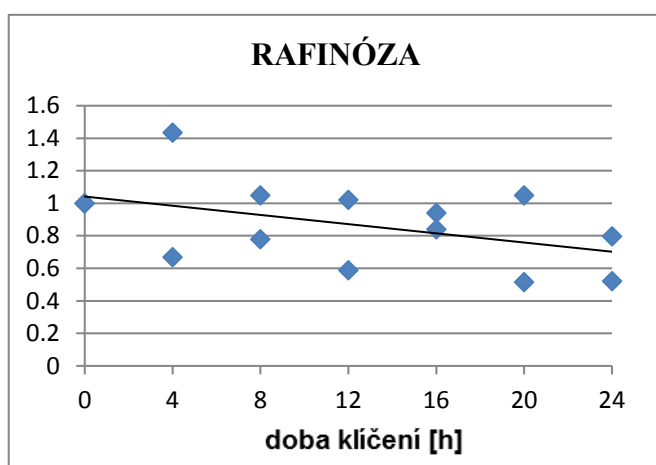
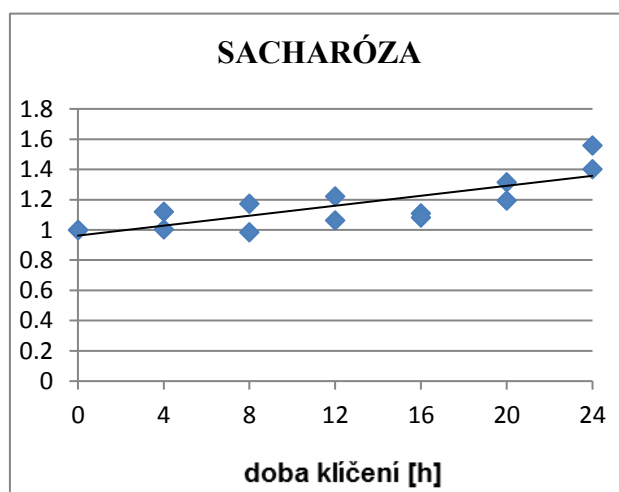
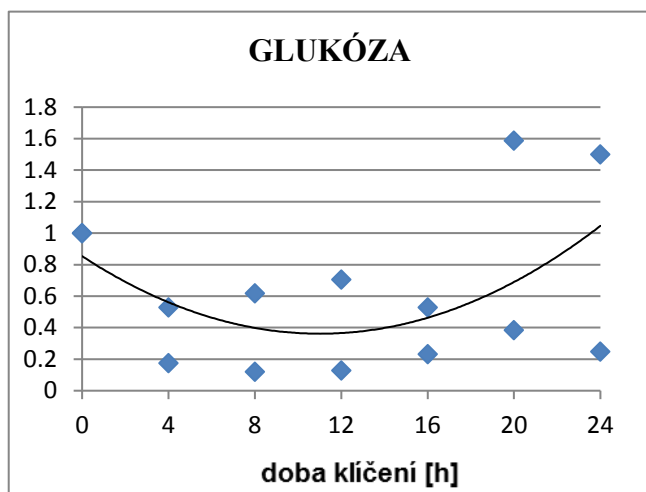
Veškerá získaná data byla statisticky zpracována. Výsledky byly přepočteny nejenom na obsah v sušině, ale i na % v původním vzorku. Následně pro snadnější interpretaci byly převedeny na bezrozměrné jednotky. U výsledných dat byla provedena analýza rozptylu pomocí programu QC Expert.

V jednotlivých grafech (viz Graf 1-10) můžeme vidět závislost množství sacharidů na době klíčení. Množství jsou uvedena jako bezrozměrná čísla, tudíž můžeme snadno vyčíst, o jak velké množství došlo k poklesu, případně nárůstu, jednotlivých sacharidů.

Grafy 1-5: Množství galaktooligosacharidů v původním vzorku v průběhu 24 hodin klíčení



Grafy 6-10: Množství galaktooligosacharidů v sušině v průběhu 24 hodin klíčení



Oligosacharidy s postupem času klesají, kdežto glukóza a sacharóza stoupají. Jev je způsoben štěpením vyšších forem sacharidů na sacharidy nižších forem. Celkový počet sacharidů ve vzorku musí zůstat přibližně stále stejný. Mírné odchylky a kolísání množství může být způsobeno enzymatickými reakcemi.

Množství galaktooligosacharidů v přepočtu na původní vzorek kleslo o 40 – 60 % v porovnání s hrachem máčeným. Pokud výsledky přepočítáme na sušinu, dojde k poklesu galaktooligosacharidů o 30 – 50 %. Nejvyšší pokles byl sledován u stachyózy a následně verbaskózy. Nejnižší pokles vykazovala rafinóza, „pouze“ o 35 – 40 %.

Dle analýz rozptylu mělo máčení velmi významný vliv na množství galaktooligosacharidů v přepočtu na vzorek. Klíčení mělo významný vliv na obsah galaktooligosacharidů v obou způsobech výpočtů pouze u stachyózy. V přepočtu na vzorek ještě u verbaskózy. Vliv na množství glukózy a sacharózy mělo jak máčení, tak klíčení.

Klíčené luštěniny se kazí mnohem rychleji než luštěniny pouze máčené nebo suché. Je to způsobeno poškozením obalové vrstvy semene klíčkem, průniku mikroorganismů do zrna samotného a jejich následnému rozvoji. Tím dochází ke zhoršení sensorických vlastností klíčených luštěnin, změnám v konzistenci a případnému ohrožení jedince z důvodu konzumace toxinu produkovaných mikroorganismy. Pokud jsou luštěniny klíčeny delší dobu, velmi rychle dochází k několikanásobnému zvýšení počtu kolonií mikroorganismů. Jestliže jsou luštěniny určeny pro spotřebu a je požadována delší doba klíčení, byla by vhodná dekontaminace ještě suchých semen. Například vložení do vodného roztoku 1% chlornanu vápenatého po dobu 30 sekund. Po tomto úkonu je důležité zajistit, aby zrna před vložení do klíčidla neobsahovala žádná rezidua chlornanu vápenatého. Ideální je použití například testovacích papírků určených k detekci chloru v proplachované vodě. Takto ošetřená semena budou mít během klíčení pravděpodobnost mikrobiálního znehodnocení sniženu na minimum.

Zhodnocení a závěr

Výsledky výzkumu potvrdily předchozí teorie o vztahu mezi galaktooligosacharidy, máčením a klíčením. Jelikož odběr klíčených vzorků byl prováděn každé 4 hodiny, data v grafu jsou jemnější a pokles rafinózy, stachyózy a verbaskózy pozvolnější než je tomu v jiných studiích.

Příprava klíčených luštěnin je vhodná jak pro jednotlivé rodiny, tak pro restaurační zařízení, školní jídelny nebo veřejné vyvařovny. Klíčené luštěniny jsou obohacené o další minerální látky a zároveň jsou zbavené podstatné části antinutričních látek, které by mohly vyvolávat případné gastrointestinální potíže.

Z mikrobiologického hlediska jsou porušená zrna klíčky snadným místem rozvoje mikroorganismů. Pokud luštěniny nechceme chemicky dekontaminovat, je nezbytné dodržovat hygienicky nezávadné prostředí. Pravidelná výměna vody v klíčidle, klíčení do 48 hodin a pravidelné kontroly luštěnin během klíčení jsou nezbytná pravidla, která by měla zaručit zdravotně nezávadná a sensoricky atraktivní naklíčená zrna.

Literatura

Dostálová, J. 2014. Luštěniny a jejich význam v lidské výživě. *Výživa a potraviny*. 5. 114-116 s. Dostupné z <<https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/4821?manu=&fgcd=&ds>>

Fabbri, A. D. T., Crosby, G. A. 2016. A review of the impact of preparation and cooking on the nutritional quality of vegetables and legumes. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 3. p. 2-11.

Kadlec P., Dostálová J., Houška M., Strohalm J., Culková J. Hinková A., Štarhová H., High pressure treatment of germinated chickpea *Cicer arietinum* L. seeds, *Journal of Food Engineering*, 77, 2006, No. 3, 445-448

Landfeld, A., Novotná, P., Strohalm, J., Rysová, J., Houška, M., Yield stress and sensorial evaluation of soya yoghurts prepared from germinated soybeans, *Czech Journal of Food Science*, 2014, Vol. 32, No. 5, 464-469

Novotná P., Pečenková N., Šlajchová S., Houška M., Dostálová J., Naklíčené luštěniny a jejich kulinární úpravy, *Výživa a potraviny*, 2018, č. 5, s. 132-133

Poděkování: Práce vznikla za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO0318 a za podpory projektu výzkumné infrastruktury METROFOOD-CZ, grant MŠMT: LM2018100

PRODLOUŽENÍ TRVANLIVOSTI MINIMÁLNĚ OPRACOVANÉ ZELENINY

Horsáková I., Miasnikova K., Pohůnek V., Rajchl A.

Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha, Technická 5, Praha 6, Česká republika

Trvanlivost čerstvé listové zeleniny je značně omezena z důvodu vysoké mikrobiální kontaminace jejího povrchu. Kontaminující mikroorganismy často pocházejí z místa původu zeleniny, nežádka však kontaminují zeleninu také během dopravy, skladování nebo zpracování. Vzhledem k použití zeleniny k přípravě ready-to-eat potravin, jako jsou saláty, bagety a podobně, je naprosto nezbytné zajistit její mikrobiologickou nezávadnost pro spotřebitele. Jedním z často používaných a účinných způsobů ošetřování je máčení zeleniny do roztoků kyselin a/nebo jejich solí, běžně o koncentracích 0,5 – 3 % po dobu 0,5 – 5 min. Tento princip byl využit i v naší studii, kdy byly pro ošetření listové zeleniny (jako její reprezentant byl zvolen špenát) za účelem snížení počtů kontaminujících mikroorganismů použity roztoky kyselin mléčné a octové a mléčnan vápenatý. Při experimentech byly sledovány nejběžnější kontaminanty - koliformní bakterie, plísňe, kvasinky a počty mezofilních aerobních a fakultativně anaerobních mikroorganismů. Byl sledován také vliv ošetření na křehkost zeleniny, hodnoceny byly i organoleptické vlastnosti ošetřené zeleniny před a po zákroku.

Postupy měření:

Jako vzorový reprezentant listové zeleniny pro sledování antimikrobiálního působení kyselin octové a mléčné a mléčnanu vápenatého byl zvolen listový špenát, z toho důvodu, že má na svém povrchu nejvyšší počáteční kontaminaci plísní, kvasinek, koliformních bakterií i celkových počtu mikroorganismů ze všech zvažovaných druhů listové zeleniny.

Byly připraveny lázně s 3% kyselinou octovou, 3% kyselinou mléčnou a s 3% a 5% mléčnanem vápenatým.

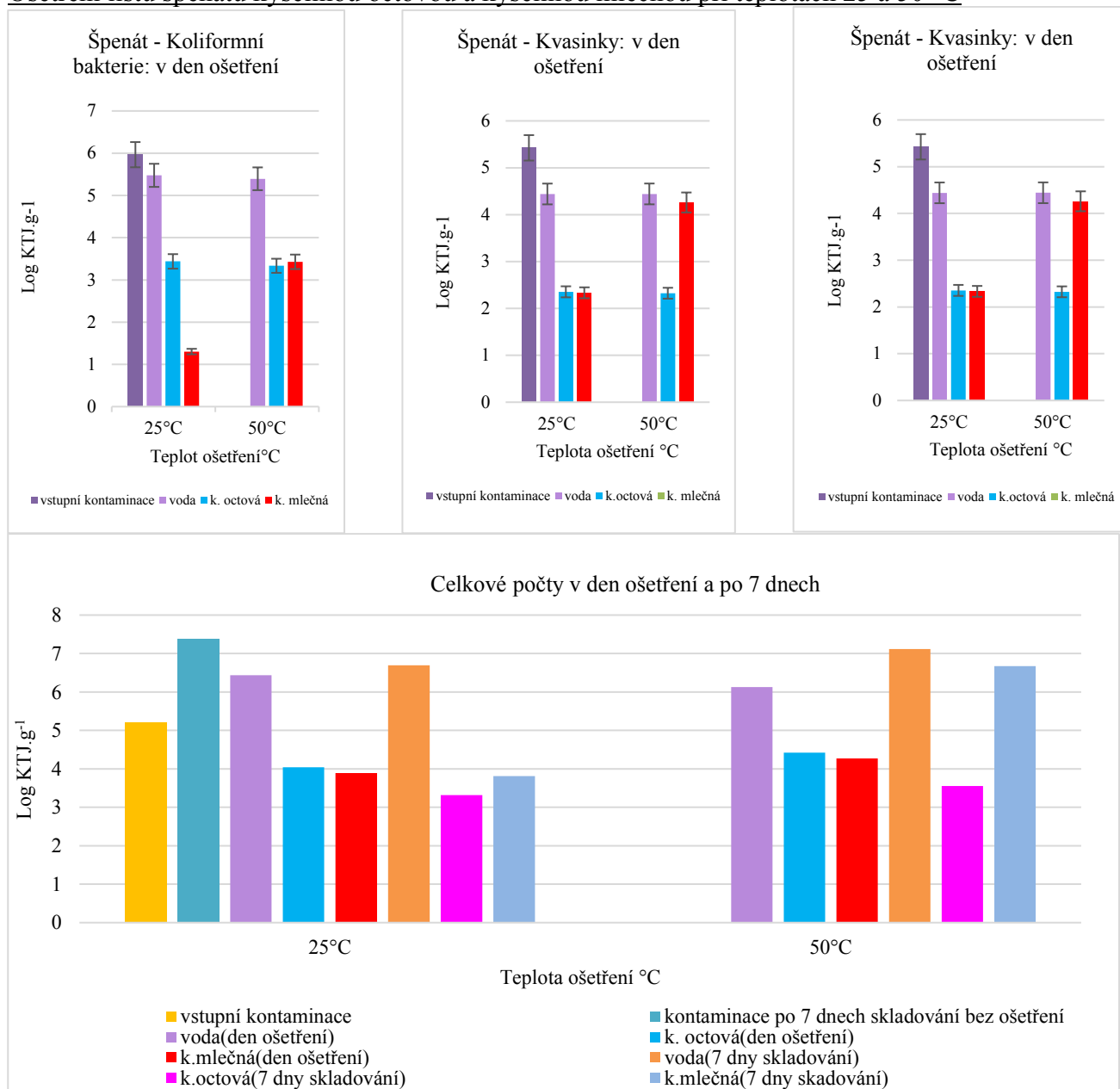
Listy špenátu byly máčeny v těchto lázních při teplotách 25 °C a 50 °C po dobu 30 s, následně byl sledován vliv jednotlivých kyselin a dvou koncentrací mléčnanu na snížení výše uvedené mikrobiální kontaminace.

Jako kontrola byly listy špenátu ošetřeny omytím destilovanou vodou o teplotě 25 °C po dobu 30 s.

Po máčení byly sledovány počty uvedených mikroorganismů v den máčení a po třech, pěti a sedmi dnech skladování chladničky (4-10 °C).

U špenátů ošetřených mléčnanem vápenatým byla také měřena pevnost pletiv pomocí přístroje Instron. Měření bylo provedeno proseknutím pěti na sebe naskládaných listů v Kramerově cele s pěti noži a rychlostí posunu nožů 90 mm.min⁻¹.

Ošetření listů špenátu kyselinou octovou a kyselinou mléčnou při teplotách 25 a 50 °C

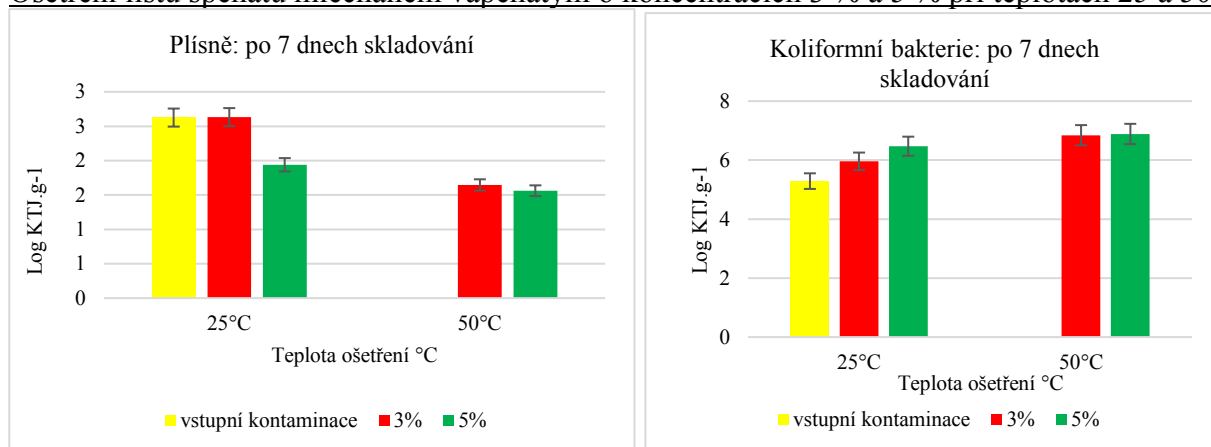


Ošetření špenátových listů kyselinami mělo značný vliv na přítomnou povrchovou kontaminaci. Byl zaznamenán významný pokles u všech skupin sledovaných mikroorganismů. Byl pozorován i rozdíl v účinku mezi kyselinami, kdy po 3 až 7 dnech skladování byly počty mikroorganismů vyšší u listů ošetřených kyselinou mléčnou. Lze tedy říci, že obě kyseliny jsou účinné proti povrchové kontaminaci na listech špenátu, nicméně pro dlouhodobější skladování (3-7 dní) je vhodnější pro ošetření používat kyselinu octovou z důvodu vyšší účinnosti.

Mezi teplotami 25 a 50°C nebyl v den máčení pozorován žádný rozdíl v celkových počtech mikroorganismů, ale v průběhu skladování byl zaznamenán nárůst kontaminace u listů ošetřených při teplotě 50°C – důvodem je nejspíše narušení povrchových pletiv listů vyšší teplotou a působením kyseliny a tím k dostupnosti vnitřních pletiv a živin z nich pro mikroorganismy.

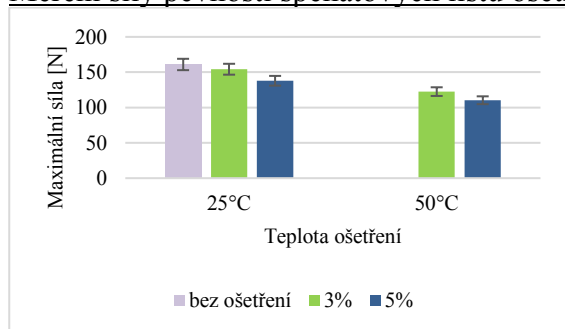
Působení činidel na ostatní sledované mikroorganismy - plísně, kvasinky, koliformní bakterie vykazovalo charakteristiku podobnou. Vyšší počty byly zaznamenány u koliformních bakterií a kvasinek při teplotě 50 °C v den ošetření oproti teplotě 25 °C a to u kyseliny mléčné.

Ošetření listů špenátu mléčnanem vápenatým o koncentracích 3 % a 5 % při teplotách 25 a 50 °C



Použití mléčnanu vápenatého k ošetření povrchu listového špenátu mělo značný účinek na snížení množství plísní kontaminujících tento povrch zejména při ošetření při teplotě 50 °C a c=5 %. Co se týče ostatních skupin mikroorganismů, zejména u kvasinek a celkových počtů MO došlo ke snížení pouze o jeden řád u 5% mléčnanu a to v den ošetření i po 7 dnech skladování. Naopak u koliformních bakterií se ve větší míře při ošetření tímto přípravkem projevil nárůst oproti kontrole (až o 1,5 řádu) a to u obou sledovaných koncentrací a teplotách.

Měření síly pevnosti špenátových listů ošetřených mléčnanem vápenatým



Z grafu vyplývá, že čím vyšší koncentrace mléčnanu vápenatého a čím vyšší teplota byla použita po ošetření listů špenátu tím je potřebná menší síla na proseknutí pletiv listů, z toho vyplývá, že pletiva jsou po ošetření tvrdší a tím křehčí.

Závěry:

- U listů špenátu ošetřených kyselinami octovou a mléčnou bylo zjištěno, že v den ošetření se snížila kontaminace celkových počtů až o 4,5 řádu oproti listům ošetřeným vodou.
- Po sedmi dnech skladování byly však hodnoty celkových počtů u listů ošetřených kyselinou mléčnou při teplotě 50 °C vyšší (asi o 3 řády) než u listů ošetřených kyselinou octovou a to kvůli snadnějšímu přístupu MO do pletiv v důsledku jejich poškození kyselinou a vyšší teplotou.
- Vzorky ošetřené mléčnanem vápenatým vykazovaly dobrý antimikrobiální účinek jen vůči plísním, naopak u ostatních stanovovaných skupin byl antimikrobiální efekt nevýznamný až žádný.
- Byl pozorován prokazatelný vliv mléčnanu vápenatého na zlepšení křehkosti pletiv. Nejkréhčí byly listy ošetřené 5 % mléčnanem vápenatým při teplotě 50 °C.

- Nejhorší vliv na sensorické vlastnosti ošetřených listů měla kyselina octová a nejlepší mléčnan vápenatý. Ošetření kyselinou octovou způsobovalo rychlé zavadání špenátových listů.

Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 21-SVV/2019)

THIOLANY VZNIKAJÍCÍ PŘI ZPRACOVÁNÍ CIBULE

Štefanová I.¹, Zápál J.², Moos M.³, Kubec R.¹

¹⁾ Katedra aplikované chemie, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

²⁾ Laboratoř charakterizace molekulární struktury, Mikrobiologický ústav AV ČR v Praze

³⁾ Laboratoř analytické biochemie a metabolomiky, Biologické centrum AV ČR v Českých Budějovicích

Souhrn

Cibule kuchyňská (*Allium cepa*) zaujímá první pozici v celosvětové produkci česnekovitých rostlin a je běžnou součástí stravy lidí všech kontinentů. Předmětem velkého počtu vědeckých studií se staly zejména rozmanité organosírné sloučeniny, které jsou nejenom nositeli typických organoleptických vlastností cibule, ale vykazují také výraznou biologickou aktivitu.

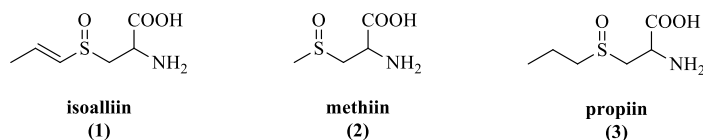
Struktura či mechanismy tvorby celé řady těchto sloučenin, v některých případech technologicky nežádoucích, však zůstávají i nadále nezodpovězeny. Typická štiplavá chuť a slzotvorné vlastnosti cibule byly až dosud spojovány především s thiosulfináty a propanthial-*S*-oxidem, které se tvoří při narušení pletiva cibule enzymově katalyzovaným rozkladem isoalliinu. Tato práce ukazuje, že skupina organosírných sloučenin spontánně vznikajících při kulinárním i průmyslovém zpracování cibule je ovšem mnohem rozsáhlejší.

Podarilo se izolovat a identifikovat několik nových skupin organosírných sloučenin strukturně odvozených od 3,4-dimethylthiolanu, které jsou spontánně tvořeny během zpracování cibule. Mezi tyto látky patří 5-hydroxy-3,4-dimethylthiolan-2-thion (cepadithiolakton A, C₆H₁₀OS₂), který je vůbec prvním známým, přirozeně se vyskytujícím zástupcem dithiolaktonů. Za technologicky velmi nežádoucí, zejména pro svou intenzivně hořkou chuť, lze označit dosud nepopsanou skupinu organosírných sloučenin, které získaly označení allithiolany. Dalšími nalezenými sloučeninami jsou onioniny A–C a cepathiolany A–C. Byly studovány organoleptické vlastnosti těchto sloučenin, mechanismy jejich tvorby i jejich úloha v procesu technologicky nežádoucího růžovění cibule.

Úvod

Cibule kuchyňská (*Allium cepa*)

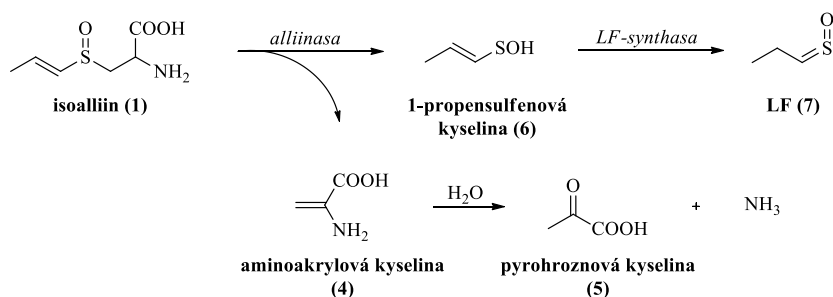
S-Substituované deriváty cysteinu jsou významnými sekundárními metabolity mnoha druhů rostlin, hub a řas. Nejdůležitější skupinou těchto sírných aminokyselin jsou *S*-alk(en)ylcystein-*S*-oxidy, které jsou hlavními prekurzory sensoricky a biologicky aktivních organosírných látek rostlin rodu *Allium*. V cibuli se vyskytují celkem tři *S*-alk(en)ylcystein-*S*-oxidy – isoalliin (**1**), methiin (**2**) a propiin (**3**), **Obrázek 1**.



Obrázek 1: Prekurzory sírných sloučenin cibule kuchyňské.

Enzym alliinasa katalyzuje přeměnu *S*-alk(en)ylcystein-*S*-oxidů na velmi reaktivní sulfenové kyseliny, které jsou základními stavebními kameny naprosté většiny organosírných sloučenin rostlin rodu *Allium*. V cibuli je však rozklad isoalliinu ještě výrazně komplexnější. Důvodem tohoto specifického rozkladu je přítomnost dvou odlišných enzymových systémů – alliinasa a LF-synthasa (LFS).¹ Zatímco alliinasa katalyzuje rozklad isoalliinu (**1**) za tvorby 1-propensulfenové kyseliny (**6**) (odštěpení aminoakrylové a pyrohroznové kyseliny (**4** a **5**)), druhý z enzymů, LFS, katalyzuje přeměnu části

vznikající 1-propensulfenové kyseliny (**6**) na LF (**7**), sloučeninu s výraznými slzotvornými účinky (**Obrázek 2**).



Obrázek 2: Schéma enzymově katalyzovaného rozkladu isoalliinu (**1**).

Cíle práce

- ↳ izolace a identifikace dosud neznámých organosírných sloučenin zpracované cibule:
 - *identifikace struktury (HPLC-MS/MS, NMR a IČ)*
 - *senzorické hodnocení*

Metody

Příprava extraktu

Oloupaná cibule o celkové hmotnosti 1006 g byla zpracována pomocí kuchyňského odšťavňovače. Získaná šťáva byla ponechána stát 30 minut při laboratorní teplotě. K přímé extrakci sloučenin byl použit diethylether. Z důvodu tvorby emulze v dělicí nálevce bylo nutné vzorek odstředit. Organická fáze byla oddělena a vodná fáze byla opětovně extrahována stejným postupem. Výsledný tmavě zelený odparek byl dále rozpuštěn v CH₃CN a protečením přes kolonku C18-SPE zbaven chlorofylu. Po odpaření CH₃CN byl výsledný roztok viskózní, tmavě žlutý. Izolace sloučenin byla provedena s využitím preparativní C8-HPLC (HPLC metody pro jednotlivé izolované sloučeniny viz Kubec *et al.*, 2018² a Štefanová *et al.*, 2019³).

Senzorické hodnocení

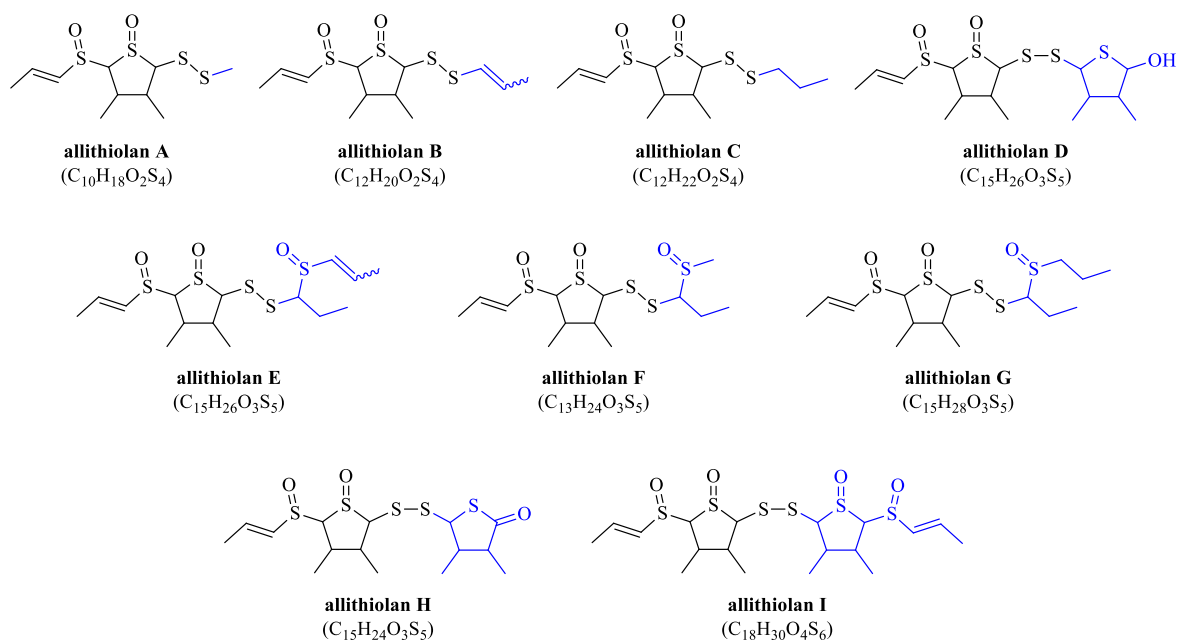
Senzoricky hodnocené vzorky byly naředěny 50% roztokem absolutního ethanolu ve vodě na koncentraci 1,5 mg/ml. Takto připravené roztoky byly dále ředěny pitnou vodou v poměru 1:1 (v/v) až do ředění 1024×. Od každého ředění byly připraveny tři vzorky (náhodně označeny A, B, C), přičemž dva z nich byly slepé (obsahovaly pouze absolutní ethanol a pitnou vodu v daném poměru), jeden vzorek (náhodně označen A, B nebo C) obsahoval extrakt daného vzorku. Úkolem hodnotitele bylo senzoricky hodnotit připravené vzorky (objem 100 µl) vždy ve směru od nejvyššího ředění a označit, u kterého lze při daném ředění identifikovat přítomnost vzorku. Senzorického hodnocení, které bylo opakováno dvakrát, se účastnilo celkem pět hodnotitelů (tři ženy, dva muži, věk 29–51 let). Výsledky všech hodnotitelů byly aritmeticky zprůměrovány a pro každý vzorek byl stanoven práh vnímání.

Výsledky a diskuze

Allithiolany

Mimořádně rozsáhlá, v odborné literatuře dosud nepopsaná skupina organosírných sloučenin, získala označení allithiolany (**Obrázek 3**). Na základě výsledků senzorické analýzy bylo zjištěno, že

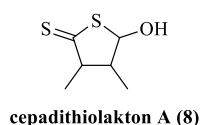
allithiolany negativně ovlivňují organoleptické vlastnosti zpracované cibule kvůli jejich intenzivně hořké chuti. Ačkoli je tvorba těchto sloučenin technologicky velmi nežádoucí, jedná se o zcela spontánní jev, kterému s největší pravděpodobností nelze zabránit.



Obrázek 3: Struktura allithiolanů A–I.

Cepadithiolakton A

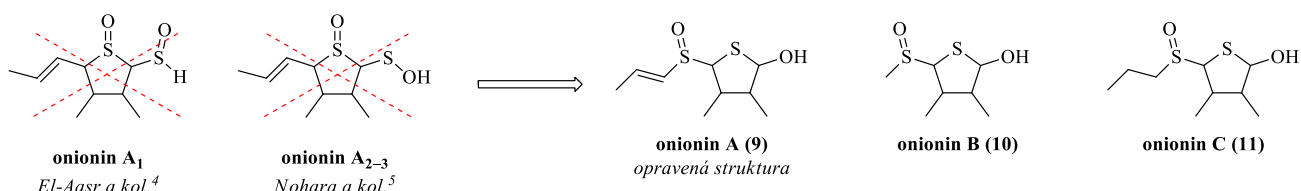
Kromě allithiolanů A–I se v průběhu této práce podařilo izolovat a identifikovat ještě několik dalších, v odborné literatuře dosud nepopsaných sloučenin obsahujících 3,4-dimethylthiolanový skelet. Mezi tyto nově objevené látky patří tři stereoisomery cepadithiolaktonu A (**8**), **Obrázek 4**, které jsou s největší pravděpodobností prvními známými zástupci přirozeně se vyskytujícími γ -dithiolaktonů. Sensorické vlastnosti těchto sloučenin byly na rozdíl od allithiolanů přijímány pozitivně. Hodnotitelé přirovnávali jejich chuť a vůni k tepelně upravené cibuli nebo česneku s houbovým či ořechovým nádechem.



Obrázek 46: Struktura nově identifikované sloučeniny cepadithiolaktonu A (**8**).

Onionin A–C

Během izolace a identifikace hořkých látek cibule kuchyňské byly izolovány také sloučeniny elementárního složení C₉H₁₆O₂S₂, které se již staly součástí dvou studií^{4,5} a pro svůj původ získaly triviální označení onioniny A. Rozporuplné závěry těchto prací byly důvodem pro ověření jejich struktury. Provedené analýzy potvrdily předpoklad, že původně navržené struktury onioninů A jsou nesprávné. Na základě průkazných spektroskopických dat byla struktura onioninů A určena jako (*E*)-3,4-dimethyl-5-(1-propenylsulfinyl)thiolan-2-ol (**9**). Spolu s onioniny A (**9**) byly v cibuli identifikovány ještě dvě další, ve vědecké literatuře dosud nepopsané skupiny jejich methylových a propylových homologů, triviálně nazvaných onioniny B (**10**) a C (**11**) (**Obrázek 5**).

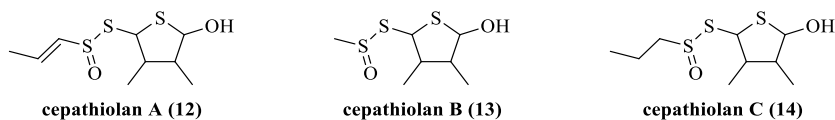


Obrázek 5: Publikované struktury onioninu A^{4,5} a opravená struktura onioninu A (9), struktury nově identifikovaných onioninů B a C (10 a 11).

Cepathiolany A–C

Dva stereoizomery těchto sloučenin, triviálně pojmenovaných jako cepathiolany A₁ a A₂, byly již dříve popsány Yoshidou a kol.⁶ a Aoyagim a kol.⁷ Další izolované a dosud nepopsané stereoizomery byly analogicky pojmenovány cepathiolany A₃, A₄ a A₅.

Přítomnost cepathiolanů A (12) v cibulovém extraktu byla důvodem pro hledání také jejich methylových a propylových homologů, které dosud nebyly v odborné literatuře popsány. Skupiny sloučenin očekávaného elementárního složení (C₇H₁₄O₂S₃ a C₉H₁₈O₂S₃) byly skutečně pomocí HPLC-MS v cibulovém extraktu nalezeny. Methylové resp. propylové homology cepathiolanu A (12) tak získaly triviální označení cepathiolany B resp. cepathiolany C (13 resp. 14) (Obrázek 6).



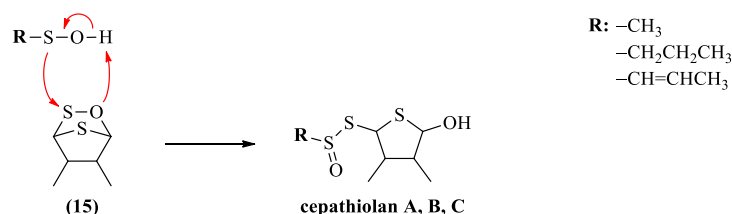
Obrázek 6: Struktura cepathiolanu A (12) a nově identifikované organosírné sloučeniny cibule – cepathiolan B a C (13 a 14).

Senzorické vlastnosti

Senzorickou analýzu cepadithiolaktonu A a onioninu A provádělo celkem 5 hodnotitelů (3 ženy, 2 muži; 29–51 let). Obě testované sloučeniny shodně vykazovaly jemné, příjemné aroma, připomínající tepelně upravenou cibuli s houbovým či mírně ořechovým nádechem. Všechny hodnocené vzorky měly velmi podobnou chuť, kterou bylo možné popsat jako příjemně cibulovou či česnekovou. Na rozdíl od allithiolanů žádný ze vzorků nevykazoval nepříjemnou, kovově hořkou chuť. Chuťový práh detekce pro cepadithiolakton A byl stanoven na 10 ppm, v případě onioninu A na 5 ppm. S přihlédnutím k relativně nízkým prahům detekce lze předpokládat, že onioniny A i cepadithiolaktony A pravděpodobně mají významný vliv na chuť i vůni zpracované cibule. Naopak příspěvek jejich methylových a propylových homologů, tedy onioninů B a C, je vzhledem k jejich množství pravděpodobně méně významný.

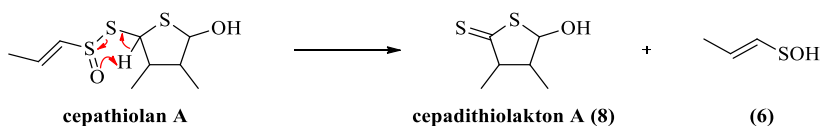
Mechanismy tvorby onioninů, cepadithiolaktonu a cepathiolanů

Mechanismus tvorby cepathiolanů A (12), navržený Aoyagim a kol.⁷, sestává z reakce 1-propensulfenové kyseliny (6) se sultenem (15) vznikajícího z *S*-(1-propenyl)-1-propenthiosulfínátu. Lze předpokládat, že i obě nově objevené skupiny cepathiolanů (cepathiolany B a C, 13 a 14) vznikají analogickým mechanismem, tedy reakcí 15 s methansulfenovou resp. propansulfenovou kyselinou (Obrázek 7).



Obrázek 7: Mechanismus vzniku cepathiolanů A, B a C.

Cepadithiolakton A (**8**) je patrně tvořen rozkladem cepathiolanů A–C (**12–14**) dle schématu uvedeného na **Obrázku 8**.



Obrázek 8: Mechanismus vzniku cepadithiolaktonu A rozkladem cepathiolanu A (**4**).

Výše uvedený mechanismus vzniku cepadithiolaktonu A (**8**) je v plném souladu s experimentálními pozorováními, neboť tvorba těchto látek byla zaznamenána během NMR analýz cepathiolanů A (**12**). Při těchto měřeních (v CDCl₃ i DMSO-*d*₆) docházelo k rozkladu cepathiolanů A (**12**) za současného vzniku cepadithiolaktonů A (**8**).

Naopak mechanismus tvorby onioninů A–C (**9–11**) zůstává nejasný.

Závěr

- ✦ podařilo se dokázat, že při zpracování cibule vzniká mimořádně rozsáhlá skupina organosírných sloučenin obsahující ve své molekule 3,4-dimethylthiolanový kruh
- ✦ **allithiolany** výrazně negativně ovlivňují organoleptické vlastnosti zpracované cibule z důvodu jejich intenzivně hořké chuti
- ✦ senzorycké vlastnosti **cepadithiolaktonu A (8)**, prvního zástupce přirozeně se vyskytujících γ -dithiolaktonů, byly hodnotiteli přijímány pozitivně a přirovnávány k tepelně upravené cibuli či česneku
- ✦ podobně **onionin A (9)** a **cepathiolan A (12)** pozitivně přispívají k typickým organoleptickým vlastnostem cibule
- ✦ izolovány byly také v odborné literatuře dosud nepopsané methylové a propylové homology onioninu A a cepathiolanu A, tj. **onionin B-C (10–11)** a **cepathiolan B-C (13–14)**

Literatura

- (1) Imai, S., Tsuge, N., Tomotake, M., Nagatome, Y., Sawada, H., Nagata, T., & Kumagai, H. (2002). An onion enzyme that makes the eyes water. *Nature*, *419*, 685.
- (2) Kubec, R., Štefanová, I., Moos, M., Urajová, P., Kuzma, M., & Zápál, J. (2018). Allithiolanes: nine groups of a newly discovered family of sulfur compounds responsible for the bitter off-taste of processed onion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *66*, 8783–8794.
- (3) Štefanová, I., Zápál, J., Moos, M., Kuzma, M., & Kubec, R. (2019). Isoalliin-derived Thiolanes Formed in Homogenized Onion. *Journal of agricultural and food chemistry*. DOI: 10.1021/acs.jafc.9b01384
- (4) El-Aasr, M., Fujiwara, Y., Takeya, M., Ikeda, T., Tsukamoto, S., Ono, M., ... & Nohara, T. (2010). Onionin A from *Allium cepa* inhibits macrophage activation. *Journal of Natural Products*, *73*, 1306–1308.
- (5) Nohara, T., Fujiwara, Y., Kudo, R., Yamaguchi, K., Ikeda, T., Murakami, K., ... & Takeya, M. (2014). Isolation and characterization of new onionins A₂ and A₃ from *Allium cepa*, and of onionins A₁, A₂, and A₃ from *Allium fistulosum*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, *62*, 1141–1145.
- (6) Yoshida, M.; Kameyama, M.; Hosoda, H.; Shimizu, Y.; Sakaue, K.; Washino, ... & Omoto, M. (2010). New thiolane compound and use thereof. Patent JP2010143866A.

- (7) Aoyagi, M., Kamoi, T., Kato, M., Sasako, H., Tsuge, N., & Imai, S. (2011). Structure and bioactivity of thiosulfinates resulting from suppression of lachrymatory factor synthase in onion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *59*, 10893–10900.

VOLNÝ OXID SIŘIČITÝ VE VÍNĚ A OVLIVNĚNÍ JEHO KONCENTRACE PŘI SKLADOVÁNÍ PŘÍDAVKEM VITAMINU C

Bednář, J., Esterková L., Macharáčková, B.

Ústav gastronomie, VFU Brno, FVHE, Palackého tř. 1946/1, 612 42

Abstrakt

Sulfur dioxide is widely used for its stabilizing and wine aging protective properties, but especially to protect wines against oxidation processes. Despite the extensive discussion of the health risks, sulfur dioxide is still difficult to replace. However, it's possible to promote its effect and by various substances reduce sulfur dioxide content in wine. This research was focused on the effect of ascorbic acid, as a substance with significant oxidoreduction properties, on the sulfur dioxide levels in 14 samples of young white wines. The wines were purchased from small-scale producers, who do not use any modern technologies in the wine production. The samples originated from three wine growing sub-regions (Slovak region, Town of Znojmo and Town of Mikulov). The wines contained sulfur dioxide in the concentrations of 40 - 60 mg SO₂.l⁻¹. Sulfurization was carried out with a solution of ammonium bisulfite ("Liquid sulfur"). Subsequently, ascorbic acid was added to each wine. The final concentration of ascorbic acid in the samples was 5 mg.l⁻¹. As a control, wines without the addition of ascorbic acid were also stored. The sulfur dioxide levels were determined after five and ten month compliance OIV-MA-AS323-04B DIOSU. The results demonstrated that there were higher levels of free sulfur dioxide in wines fos of storage. The determination was carried out in rtified with ascorbic acid. Thereby, the role of ascorbic acid in the protection of wines against oxidation was confirmed.

Klíčová slova: oxidace vína, oxid siřičitý, jodometrie

Úvod

Při výrobě a především skladování vína se producent potýká s různými negativními vlivy. Jeden s nejdůležitější je oxidace vína. Ta může obecně být enzymatická a neenzymatická. Proti oxidaci vína se používají různé chemické látky. Nejdůležitější z nich je oxid siřičitý. Jeho používání je známo několik set let. Po různých peripetiích je poslední dvě století jednoznačným lídrem pro ochranu vína před oxidací. Hlavním průlomem bylo zjištění, že za jeho antioxidační účinky odpovídá aktivní oxid siřičitý běžně označovaný jako volná síra (Michlovský M, 2012) .

Jsou známy i jeho negativní účinky na lidský organismus. Přestože je dnes řazen mezi alergy (FIC,V.2015) téměř se nedá nahradit. Jeho množství ve víně a následné informování konzumenta o jeho obsahu je legislativně ošetřeno jak národními tak evropskými předpisy, z nichž k nejdůležitějším patří Nařízení Komise (ES) č. 606/2009 Sb. které stanovuje maximální hodnoty SO₂ a Nařízení Komise (ES) č. 607/2009 Sb., podle kterého musí být uveden obsah aktivního oxidu siřičitého na etiketě, pokud jeho hladina přesahuje 10 mg/l.

Vitamin C (kyselina askorbová) je známým přirozeným antioxidantem. O jejím užití při ochraně vína před oxidací se vede čilá diskuse. Antioxidační účinek, kterým vitamin C chrání víno, závisí na její reakci s preferenční autooxidací molekulárního kyslíku před fenolickými sloučeninami a schopností redukovat případně vzniklé ortho-chinony. Oxidace kyseliny askorbové vytváří kyselinu dehydroaskorbovou a peroxid vodíku, který následně reaguje s volným oxidem siřičitým. Vznik většího množství peroxidu vodíku může vést k jeho přetrvávání a následně ke škodlivým oxido-redukčním reakcím ve víně. Vznikají například látky příbuzné hydroxymethylfurfuralu, které vedou k neenzymovému hnědnutí vína (Bradshaw *et. al*, 2011). Je zřejmé, že potenciální použití vit C jako pomocného antioxidantu má své pro a proti. Navíc většina úvah a studií vychází z modelových vzorků roztoků podobných vínu a jen velmi málo z reálných vín (Baroň. M. 2010).

Materiál a metodika

Impulsem pro uspořádání našeho pokusu byla australská studie možného vlivu přídavku vitamínu C na hladinu volného oxidu siřičitého.

Při této studii obsahovaly modelové vzorky látky, které byly popisovány jako možné oxidanty vína. Nastavila se hladina volného oxidu siřičitého na 30 mg.l^{-1} a tyto vzorky se fortifikovaly vitamínem C v koncentracích od 40 mg.l^{-1} až do 160 mg.l^{-1} . Po té se sledovala dynamika poklesu volného oxidu siřičitého (Barril et.al, 2012). V našem případě bylo použito skutečné víno. Přídavek vitamínu C byla nastavena pouze na hodnotu 5 mg.l^{-1} , což vycházelo z konzultací, které byly provedeny u některých výrobců. Výše hladiny byla u nich zdůvodňována obavou z možných senzorických dopadů vyšších koncentrací vitamínu C. Pro analýzu byla použita mladá vína ze sklizně r. 2017, lahvovaná v lednu 2018. Do pokusu bylo zařazeno 7 vín bílých a 3 vína červená. Seznam vín použitých v pokusu je uveden v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 Seznam vzorků použitých vín

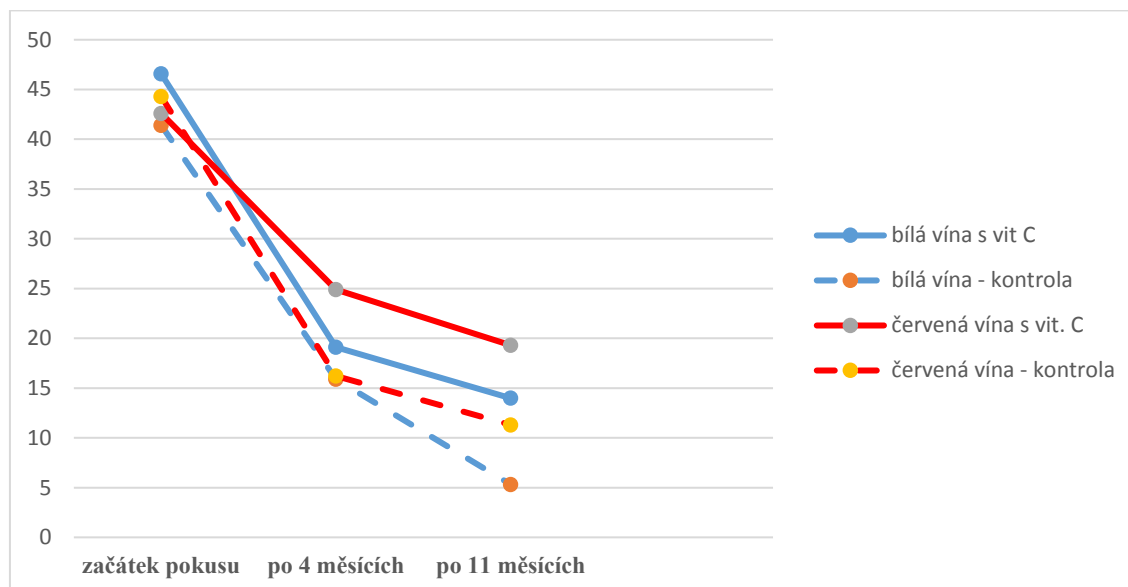
Bílá vína	Červená vína
Veltlín zelený	Svatovavřinecké
Sauvignon	Rulandské modré
Müller Thurgau	Cuvé (rulandské modré + amdré)
Sylvánské zelené	
Tramín červený	
Rulandské bílé	
Rulandské šedé	

Ve vínech byly také stanoveny přirozené reduktony. Podle získaných výsledků byla následně vína dosířena přibližně na koncentraci 50 mg.l^{-1} volného oxidu siřičitého. K dosíření byl použit komerčně dodávaný roztok 40 % hydrogensířičitanu amonného (Tekutá síra fy. BS Vinařské potřeby, Velké Bílovice). Dva vzorky daného vína byly fortifikovány vitamínem C v koncentraci 5 mg.l^{-1} a opět stanoveny reduktony, aby se od aktuální hladiny volného oxidu siřičitého mohly odečíst. Následně byly vzorky okamžitě zalahvovány. Zbylé dva vzorky bez vitamínu C byly uloženy jako kontrolní skupina. Vzorky byly skladovány v prostorách s neřízenou teplotou. Kolísání teploty během skladování se pohybovalo v rozpětí $7 - 12 \text{ }^\circ\text{C}$. Průběh změn koncentrace oxidu siřičitého byl analyzován po 4 a následně po 11 měsících skladování. Stanovení volného oxidu siřičitého bylo provedeno dle metody: *OIV-MA-AS323-04B DIOSU* (dále jen O.I.V. - Office International de la Vigne et du Vin). Souběžně s měřením volného oxidu siřičitého se prováděla dle metodiky i korekce látek oxidovatelných jódem. Metody jsou založeny na jodometrické titraci. V našem případě byla použita varianta s využitím automatického titrátoru ThermoOrion 960 za použití platinové kombinované elektrody (fy. Monokrystaly, typ REDOX). Výpočet ekvivalentního bodu byl pomocí druhé derivace. Stanovení korekce na reduktony přirozeně přítomné ve víně a zbytkového vitamínu C po fortifikaci vína byly provedeny obdobně. Jediným rozdílem byl přídavek formaldehydu, který odstranil veškerý volný oxid siřičitý. To umožní jodometrickou titrací stanovit ostatní reduktony ve víně. Všechna vína byla zařazena do kategorie suchých vín (do 4 g zbytkového cukru na litr).

Výsledky a diskuze

Zamýšlená koncentrace oxidu siřičitého byla 50 mg.l^{-1} . Reálně by bylo obtížně tuto hranici přesně dosáhnout, proto jsme následně pracovali s daty získanými kontrolním měřením koncentrace volného oxidu siřičitého po 24 hodinách po dosíření vín. Výsledky tendence změn koncentrace volného oxidu siřičitého jsou shrnuty v grafu č. 1. Je zde ukázáno jak se měnila koncentrace volného oxidu siřičitého po 4 a následně po 11 měsících skladování oproti původnímu stavu. Pro přehlednost jsou uvedeny průměry všech měření pro bílá vína a červená vína v porovnání s průměry hladin u kontrolních vzorků.

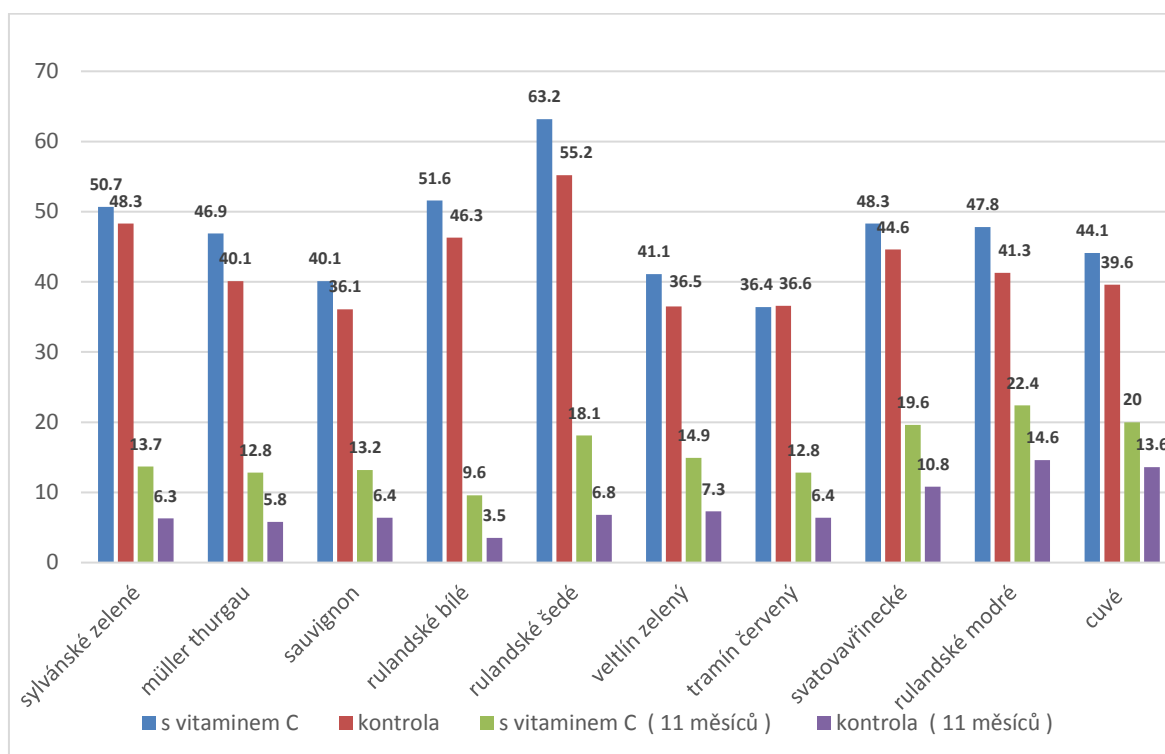
Graf č. 1. Tendence poklesu koncentrace volného oxidu siřičitého ve víně po 4 a 11 měsících skladování vyjádřená v mg.l^{-1} .



Graf č. 2 ukazuje celkové výsledky. U každého vína jsou uvedeny hodnoty oxidu siřičitého 24 hodin po dosíření a po 11 měsících skladování. Ke každému vínu jsou přiřazeny Z uvedeného grafu je patrné, že koncentrace volného oxidu siřičitého klesala poměrně razantně, především v prvních 4 měsících skladování. To ostatně bylo očekáváno u velmi mladých vín od malých vinařů lahvovaných už v lednu. Je také patrný vliv přidaného vitamínu C, kdy kontrolní vína bez vitamínu C vykazují vyšší úbytek volného oxidu siřičitého. U všech měření je provedena korekce na přítomné reduktony ve víně. Je patrné, že bílá vína bez vitamínu C jsou na konci pokusu všechna pod koncentrací 10 mg.l^{-1} volného oxidu siřičitého. Kontrolní vzorky červených jsou nad hranicí 10 mg.l^{-1} volného oxidu siřičitého.

Z hlediska celkových výsledků, které jsou uvedeny v grafu č. 2 je vidět, že původní koncentrace oxidu siřičitého se u vín bez přídavku vitamínu (vína kontrolní) snížila na koncentraci, které je téměř bez účinku na oxidační procesy (Michlovský M. 2012). U vín s přídavkem vitamínu především u červených vín, díky kombinaci vlivu účinku vitamínu C a přirozených reduktonů vína, byla spotřeba oxidu siřičitého menší. Udržela se u bílých vín na hraniční hodnotě těsně nad 10 mg.l^{-1} , ale u červených vín na hladině kolem 20 mg.l^{-1} , zajišťující ještě dobrou ochranu vína příslušné kontrolní vzorky.

Graf č.2 Změny koncentrace volného oxidu siřičitého v mg.l^{-1} v návaznosti na přidání vitamínu C na začátku pokusu a po 11 měsících skladování..



Pokud vyjdeme z předpokladu podle Michlovského (2012), že vína, která obsahují méně jak 10 mg síry, jsou považována za nechráněna proti oxidaci, tak všechna bílá vína bez vitamínu C v tomto pokusu jsou ohrožena oxidací ($3,5 - 9,6 \text{ mg.l}^{-1}$). Bílá vína s vitamínem C mají koncentraci na hraně oxidace ($9,6 - 14,9 \text{ mg.l}^{-1}$). Jedinou výjimkou je rulandské šedé s obsahem $18,1 \text{ mg.l}^{-1}$. U vín červených kontrolních je koncentrace volného oxidu siřičitého vyšší – $10,6 - 14,6 \text{ mg.l}^{-1}$. Sice to jsou poměrně nízké hodnoty, ale červená vína jsou výrazně odolnější proti oxidaci než vína bílá. U červených vín ošetřených vitamínem C byla koncentrace $19,6 - 22,4 \text{ mg.l}^{-1}$ což je uspokojivý stav.

U vzorků bez vitamínu C u australské studie docházelo pouze k pozvolnému úbytku oxidu siřičitého.. Jejich pokus trval 70 dní. U našeho pokusu byla použita z výše uvedených důvodů jen velmi malá dávka vitamínu C. A především jsme pokusy provedli v reálném víně a nikoliv v modelových vzorcích. Také celková délka pokusu byla výrazně delší, ale kontrolní měření v 4 měsících se dá s australským pokusem dobře srovnávat. Přitom u různých druhů vín byla koncentrace velmi podobná. U bílých s vitamínem C to byla koncentrace $18,2 \pm 2,8 \text{ mg.l}^{-1}$ a červených vín $24,9 \pm 2,2 \text{ mg.l}^{-1}$

Díky malé fortifikaci vitamínem C proto nedošlo ke skokovému snížení koncentrace volného oxidu siřičitého. Lze konstatovat, že u vín fortifikovaných vitamínem C se během 11 měsíců pokusu snížila koncentrace oxidu siřičitého z rozpětí 64,0 až 81,4 % a u vín kontrolních bez vitamínu C v rozpětí 80,2 – 92,4 %. Při statistickém vyhodnocení bylo zjištěno párovým testem s vysokou významností ($< 0,001$), že vína s vitamínem C měla vyšší koncentrace volného oxidu siřičitého.

Pokus ukázal pozitivní vliv vitamínu C, kdy zůstatková koncentrace volného oxidu siřičitého byla u fortifikovaných vín vyšší, což by značilo možnost, že oxidu siřičitého by v takových případech mohlo být na začátku skladování použito menší množství.

Závěr

Pokus ukázal, že je možné přidavkem vitamínu C (5 mg.l^{-1}) ovlivnit oxidoredukční pochody při skladování vína. Vína s přidavkem vitamínu C obsahovala jak po 4 měsících skladování, tak v závěru pokusu po 11 měsících vyšší koncentrace volného oxidu siřičitého než vína kontrolní. U bílých vín v koncentraci těsně nad 10 mg.l^{-1} , což není úplně ideální a u červených vín v koncentracích kolem 20 mg.l^{-1} . U červených vín to ukazuje na dostatečnou ochranu námi vybraných vín před oxidací. Toto zjištění by potenciálně mohlo vést ke snížení počáteční koncentrace oxidu siřičitého. Což by bylo ku prospěchu konzumenta. Je také zřejmé, že reálná vína se chovají odlišněji než modelové vzorky. Také jsme si vědomi, že pro další pokusy by byla lepší vína o několik měsíců vyzrálější. Proto se této problematice bude třeba dále věnovat.

Literatura

- Baroň. M., Omyly, mýty a ve světě enologie – kyselina askorbová. Vinařský obzor 2010, sv. 103., 556-557. ISSN 1212-7884.
- Barril, C., Clark, C.A., Scollary, R.G. Chemistry of ascorbic acid and sulfur dioxide as an antioxidant system relevant to white wine. *Analytica Chimica Acta* 732 (2012) 186–193
- Brandshaw, M.P., BARRIL, Clark, C.A., Prenzler, P.D., Scollary, G.R. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 51. 479–498. 2011.
- Fic.V., Víno: analýza, technologie, gastronomie. Český Těšín : 2 THETA, 2015. ISBN.978-80-86380-77-3
- Michlovský M. Oxid siřičitý v enologii. *Vinsekt Michlovský*, 2012, s 151 . ISBN 978-80-905319-0-1.

TOLERANCE NEŽÁDOUCÍCH POTRAVINOVÝCH IZOLÁTŮ K VNĚJŠÍM KULTIVAČNÍM FAKTORŮM

Šviráková E., Loupancová K., Bambasová L.
Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha

ABSTRAKT

V potravinářském průmyslu je kladen důraz na výrobu zdravotně bezpečných a jakostních výrobků. Na snížené bezpečnosti a jakosti potravinových surovin a výrobků se podílejí různé nežádoucí bakterie, často z čeledi Enterobacteriaceae, zejména příslušníci rodů *Escherichia* a *Klebsiella*. Tyto bakterie jsou zodpovědné za vážné zdravotní problémy lidí, včetně sensorických defektů, pokud jsou jimi výrobky kontaminovány. Cílem této práce je zjistit toleranci nežádoucími potravinových izolátů, získaných české z průmyslové výroby – konkrétně z prostředí soloven, k vnějším kultivačním faktorům (ke kultivační teplotě, k pH kultivačního média, k přidavku chloridu sodného) v laboratorních podmínkách. Pro experimenty byly použity dva sbírkové kmeny (*Escherichia coli* CCM 7395, *Klebsiella pneumoniae* CCM 8853) a 6 průmyslových izolátů: *E. coli* (LEV 682/17, LEV 687/17, LEV 1456/17) a *K. pneumoniae* (LEV 700/17, LEV 1009/17, LEV 1022/17). Izoláty byly identifikovány na úrovni druhu na Výzkumném ústavu veterinárního lékařství, v. v. i. pomocí metody MALDI-TOF MS. Tolerance izolátů ke kultivačním faktorům byla zjišťována s využitím laboratorního bioreaktoru RTS-1C (BioSan, LVA), pracujícího na principu optické spektrofotometrie (λ_{850}) v reálném čase v módu kontinuálně míchaného objemu, na Vysoké škole chemicko-technologické v Praze. Na základě zjištěných výsledků bylo konstatováno, že většina izolátů rostla i mimo své optimální růstové teploty, že vykazovala růst v širším rozmezí hodnot pH 4,0–8,0 kultivačního média, a že tolerovala přídavek chloridu sodného o koncentraci minimálně 5,0 hm. %. Bakterie *E. coli* a *K. pneumoniae* mohou působit v syrařství negativně při vzniku sensorických defektů sýrů, syrovátky a syrovátkových nápojů. Výsledky této práce mohou být využity při účinném zvyšování jejich zdravotní bezpečnosti a jakosti.

ÚVOD

V potravinářském průmyslu se na snížené zdravotní bezpečnosti a jakosti potravinářských surovin a výrobků často podílejí nežádoucí bakterie, mezi které se řadí například zástupci rodů *Escherichia* a *Klebsiella*. Kontaminace těmito bakteriemi může mít za následek vznik závažných onemocnění nejenom alimentárního původu, včetně vzniku různých sensorických defektů, pokud jsou jimi výrobky kontaminovány. Z toho důvodu je u surovin a potravin požadovaná eliminace právě bakterií z čeledi Enterobacteriaceae.

Charakteristika bakterií *Escherichia coli*. Theodor Escherich, německo-rakouský dětský lékař a profesor na univerzitě v Gratzu a ve Vídni, představil světu v roce 1885 bakteriální druh *Bacterium coli*, který izoloval ze vzorku fekálie. V roce 1919 byl tento druh přejmenován na dnes již známý druh *Escherichia coli* (Bhunja, 2018).

Bakterie *E. coli* tvoří gramnegativní nesorulující tyčinky, měřící přibližně 1,0–3,0 μm (délka) \times 0,5 μm (šířka), které se vyskytující ve formě jednotlivých buněk nebo v párech. Buňky mohou být opatřeny peritrichálními bičíky, fimbriemi či pili. Některé kmeny vytvářejí kapsule. Na povrchu kultivačních agarů tvoří hladké nízké kolonie s pravidelnými okraji, lesklé, šedobéžové barvy. Mohou produkovat mukoidy a sliz (Savageau, 1983; Bhunja, 2018). Jejich optimální růstová teplota se pohybuje v rozmezí 35–37 °C, přičemž většina kmenů je schopna růst v širokém rozmezí teplot 15–48 °C. Jsou schopné růst v kultivačních médiích v rozmezí hodnot pH 5,5–8,0 s tím, že jejich optimální pH se pohybuje u neutrálních hodnot. Některé patogenní kmeny vykazují růst i při velmi nízkých hodnotách pH, okolo hodnoty 2,0. Toto prostředí napodobuje „kyselý šok“ při průchodu žaludkem, což může vést k indukci exprese řady genů podílejících se na přežití bakterií a jejich patogenezi. Odolnost vůči teplotám, pH a jiným fyzikálním i chemickým vlivům jim propůjčuje vnější membrána, jež je součástí buněčné stěny (Welch, 2006; Pavlíčková, 2016). Jsou fakultativně anaerobní, chemoorganotrofní a disponují fermentačním i respiračním metabolismem. Jsou schopné

fermentovat D-glukózu, laktózu, L-arabinózu, maltózu, D-manitol, D-manózu, L-rhamnózu, trehalózu a D-xylózu za vzniku kyselin a plynů (Savageau, 1983; Holt, 1994).

Bakterie *E. coli* jsou oportunní patogeny, které vyžadují k vyvolání infekce určité podmínky. Aby mohly uplatnit svoji patogenitu, je zapotřebí snížené odolnosti hostitele. Jednotlivé kroky infekčního procesu souvisejí s produkcí tzv. faktorů virulence (Kunhert a kol., 2000). Výzkumy však ukázaly, že se poměrně omezený počet sérotypů nebo klonů *E. coli* podílí na střevních a mimostřevních onemocněních (Holt, 1994; Bhunia, 2018). Bakterie *E. coli* dělí podle typu vyvolávaného onemocnění na dvě skupiny. Do první skupiny patří mimostřevní bakterie *E. coli*, které atakují ledviny, urinární trakt, mozek a oběhovou soustavu, což může vést k septikémii. Druhá skupina je tvořena bakteriemi *E. coli* způsobujícími infekce zažívacího traktu, projevujícími se zejména průjmy (Pavličková, 2016; Bhunia, 2018). Schopnost bakterií *E. coli* přežít mimo střevní trakt je nedílnou součástí jejich schopnosti způsobovat epidemie. Ty nejčastěji propukají při požití kontaminovaných potravin, jako jsou například tepelně neopracované maso, syrové mléko a jiné. Bakterie *E. coli* byly izolovány též ze zemědělských výrobků, např. z brambor, špenátu, melounu, malin a čerstvého jablečného moštu (Uden a Bongaerts, 1997; Jones a kol., 2011; Bhunia, 2018).

Charakteristika bakterií *Klebsiella pneumoniae*. Bakterie rodu *Klebsiella* byly pojmenovány na počest práce německo-švýcarského patologa Edwina Klebse (1834–1913), který se zabýval především infekčními nemocemi. V roce 1882 Carl Friedlander poprvé popsal bakterie druhu *Klebsiella pneumoniae* jako zapouzdřené „bacily“, a to po izolaci těchto bakterií z plic pacientů, kteří podlehlí zápalu plic (Ashurst a Dawson, 2019).

Bakterie druhu *K. pneumoniae* jsou gramnegativní nepohyblivé tyčinky, o přibližné velikosti 2,0 μm (délka) × 0,7 μm (šířka), ve většině případů obalené polysacharidovým pouzdrém. Jejich optimální teplota růstu se pohybuje v rozmezí 30–35 °C. Jejich optimální hodnota pH pro růst je 7,2. Pro jejich kultivaci jsou vhodná běžná kultivační média, např. Trypton-sójový agar, MacConkey agar či Živný agar. Klebsiely narostlé na Trypton-sójovém agaru tvoří kulaté kolonie o průměru 3,0–4,0 mm, které jsou mukózní a mají světle béžovou barvu. Kolonie *K. pneumoniae* jsou velmi podobné koloniím *E. coli*. Bakterie *K. pneumoniae* jsou fakultativně anaerobní se schopností využít N-acetyl-D-glukosamin, L-alanin, L-arabinózu, D-arabitol, L-aspartát, D-celobiózu, fumarát, D-glukózu, glycerol, laktózu, maltózu a další. Při fermentaci glukózy produkují acetoin a 2,3-butandiol (Davis a Price, 2016).

Bakterie *K. pneumoniae* je považována za potravinové patogeny. Objevuje se stále více případů onemocnění způsobených právě těmito bakteriemi, jejichž zdrojem jsou syrové nebo tepelně nedostatečně opracované suroviny nebo potraviny (např. syrové maso či „jídlo z ulice“) (Haryani a kol., 2007). Klebsiely kolonizují zažívací trakt zdravých lidí a jsou u nich schopny způsobovat širokou škálu infekcí/onemocnění. Nejčastějšími projevy mimostřevní infekce je pneumonie, cystitida, pyelonefritida, septikémie či pyogenní absces jater. Klebsiely mohou způsobovat široké spektrum mimostřevních infekcí i u zvířat. Z pohledu potravinářské výroby je potom největším rizikem mastitida u dojnic, kterou právě tyto bakterie zapříčiňují (Davis a Price, 2016; Zhang a kol., 2018). Jako velmi riziková se u klebsiel jeví jejich narůstající rezistence vůči antibiotikům (Davis a Price, 2016).

Klebsiely se vyskytují v různorodých nikách po celém světě. Byly izolovány z vodních ploch, průmyslových odpadních vod, kořenů rostlin, ze zeleniny nebo stromů. Jejich výskyt bývá též spojován se dřevem a pilinami, a také s odpadními vodami z papírenského či textilního průmyslu. Běžně se vyskytují na/v potravinových surovinách a potravinách s vysokým obsahem cukrů a kyselin, např. v pomerančových koncentrátech či cukrové třtině. Byly izolovány i z potravin typu maso, ryby, sušená dětská výživa a „jídlo z ulice“ (Haryani a kol., 2007).

Cílem této práce je zjistit toleranci zdravotně i technologicky nežádoucích potravinových bakteriálních izolátů *E. coli* a *K. pneumoniae*, získaných z průmyslové výroby v České republice – konkrétně z prostředí soloven, k různým vnějším kultivačním faktorům v laboratorních podmínkách.

MATERIÁL A METODY

Použité bakteriální kmeny

Pro experimenty bylo použito celkem 8 bakteriálních kmenů. Z toho šlo o dva sbírkové kmeny (*E. coli* CCM 7395 a *K. pneumoniae* CCM 8853) pocházející z České sbírky mikroorganismů (CCM, CZE) a 6 potravinových průmyslových izolátů *E. coli* (LEV 682/17, LEV 687/17, LEV 1456/17) a *K. pneumoniae* (LEV 700/17, LEV 1009/16, LEV 1082/17) izolovaných z potravinářské průmyslové výroby v České republice (konkrétně ze soloven). Izoláty byly identifikovány na úroveň druhu na VÚVeL, v. v. i. (Brno, CZE) pomocí metody MALDI-TOF MS a následně podrobeny tolerančním testům na Ústavu konzervace potravin, VŠCHT Praha (Praha, CZE). Označení a původ použitých kmenů jsou uvedeny v tab. 1.

Tab. 1 Použité bakteriální kmeny

Bakteriální druh	Označení kmene	Původ kmene
<i>Escherichia coli</i>	CCM 7395	Potravinový vzorek
<i>Escherichia coli</i>	LEV 682/17	Solovna: kanál (pulzotyp EC-Xba-14)
<i>Escherichia coli</i>	LEV 687/17	Solovna: solná lázeň: bílorůžová pěna na stěně lázně (pulzotyp EC-Xba-7)
<i>Escherichia coli</i>	LEV 1456/17	Solovna: betonová vana: solný roztok (pulzotyp EC-Xba-19)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	CCM 8853	Kravské mléko
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 700/17	Solovna: solný roztok (pulzotyp KO-Xba-82)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 1009/17	Solovna: betonová vana: růžová pěna na stěně vany (pulzotyp KO-Xba-90)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 1022/17	Solovna: betonová vana č. 3, solný roztok (pulzotyp: KO-Xba-91)

Kultivační podmínky testovaných kmenů

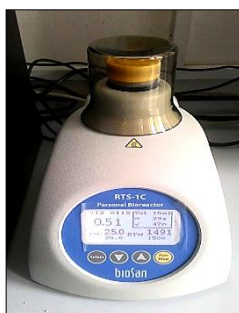
Pro kultivace testovaných kmenů *E. coli* a *K. pneumoniae* v tekutém médiu byl použit sterilní Trypton-sójový bujón (bujón TSB) (Merck KGaA, DEU), který byl zaočkován (inokulum 1 obj. %) suspenzí buněk konkrétního kmene. Kmeny *E. coli* byly kultivovány při teplotě 30 °C a kmeny *K. pneumoniae* při teplotě 37 °C, po dobu 24 h, za aerobních podmínek. Po ukončení kultivací byly kmeny ve zkumavkách uchovány v chladničce při teplotě 4 °C. Pro kultivace testovaných kmenů na pevném médiu byl použit sterilní Trypton-sójový agar (agar TSA) (Merck KGaA, DEU), který byl zaočkován (inokulum 0,1 ml) suspenzí buněk konkrétního kmene. Kmeny *E. coli* byly kultivovány při teplotě 30 °C a kmeny *K. pneumoniae* při teplotě 37 °C, po dobu 72 h, za aerobních podmínek. Po ukončení kultivací byly kmeny na Petriho miskách uchovány v chladničce při teplotě 4 °C.

Zjištění tolerance testovaných kmenů k různým kultivačním faktorům s využitím spektrofotometrické metody

U testovaných kmenů *E. coli* a *K. pneumoniae* byly uskutečněny testy jejich tolerance k vnějším kultivačním faktorům. Konkrétně šlo o toleranci ke kultivační teplotě (25 °C, 30 °C, 37 °C), k pH kultivačního bujónu TSB (4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0) a k různým přídávům NaCl ke kultivačnímu bujónu TSB (0, 5, 10 a 20 hm. %). Úpravy pH bujónu TSB byly provedeny pomocí 0,1M roztoku HCl nebo 0,1M roztoku NaOH. Bujóny TSB byly poté sterilovány v autoklávu při teplotě 121 °C, po dobu 15 min, za přetlaku 0,15 MPa (ČSN ES ISO 7218, 2008).

Vlastní testy tolerance probíhaly na laboratorním bioreaktoru RTS-1C (výrobce: BioSan, LVA; distributor pro CZE a SVK: LABOSERV s.r.o., CZE) (viz obr. 1), pracujícího na principu spektrofotometrické metody (při vlnové délce 850 nm ± 15 nm), v módu měření optických denzit buněčných suspenzí v závislosti na době kultivace. Sterilní bujóny TSB (15 ml) byly, po úpravách pH a po přidavku NaCl, asepticky dávkovány do speciálních kultivačních sterilních zkumavek (LABOSERV s.r.o., CZE) a následně zaočkovány konkrétním testovaným kmenem (inokulum 1 obj. %). Následovala kultivace daného kmene na bioreaktoru RTS-1C, při zvolené kultivační teplotě 30 °C (*E. coli*) nebo 37 °C (*K. pneumoniae*), do dobu 72 h, za aerobních podmínek.

Výčet faktorů kultivace a jejich specifikace, v souvislosti s kultivacemi testovaných kmenů *E. coli* a *K. pneumoniae* na laboratorním bioreaktoru RTS-1C (BioSan, LVA), jsou uvedeny v tab. 2. Toleranční profily testovaných v konkrétním čase byly zaznamenávány softwarem přístroje BioSan (LVA). Získané výsledky měření byly následně exportovány do formátu .xls (Microsoft Excel) a zpracovány.



Obr. 1 Laboratorní bioreaktor RTS-1C (BioSan, LVA); přístroj pro kontinuální kultivace bakterií v reálném čase, pracující na principu spektrofotometrické metody (při vlnové délce 850 nm ± 15 nm), v módu měření optické denzity v závislosti na době kultivace.

Tab. 2 Výčet faktorů kultivace a jejich specifikace, v souvislosti s kultivacemi testovaných kmenů *E. coli* a *K. pneumoniae* na laboratorním bioreaktoru RTS-1C (BioSan, LVA)

Faktor kultivace	Specifikace
Teplota kultivace	30 °C / 37 °C*
Typ kultivace	Aerobní
Typ míchání	Dynamický
Otáčky rotující zkumavky	1500 min ⁻¹
Doba změny směru rotace zkumavky	60 s
Doba odečtu optické denzity	15 min ⁻¹
Objem suspenze buněk pro kultivaci	15 ml
Doba kultivace	72 h
Objem inokula buněk	1 obj. %

*Kmeny *E. coli* byly kultivovány při teplotě 30 °C a kmeny *K. pneumoniae* při teplotě 37 °C

Zamrazení a uchovávání testovaných kmenů

Do Eppendorfových mikrozkuvek (o objemu 2 ml) byl pipetován 60% vodný roztok glycerolu (0,5 ml). Mikrozkuvky byly následně sterilovány v autoklávu při teplotě 121 °C, po dobu 15 min a přetlaku 0,15 MPa (ČSN EN ISO 7218, 2008). Po vychladnutí byla ke glycerolu přidána suspenze čerstvě narostlých buněk konkrétního kmene (1,0 ml) (kmeny byly předtím kultivovány v bujónu TSB, při teplotě 30 °C/*E. coli* nebo 37 °C/*K. pneumoniae*, po dobu 24 h, za aerobních podmínek). Obsahy mikrozkuvek byly promíchány na vortexu, a poté uloženy do mrazicího boxu na teplotu -20 °C (Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha). Zachování vitality buněk, takto ošetřených kmenů, se dá predikovat na dobu přibližně 1–2 let.

VÝSLEDKY

Tolerance testovaných kmenů k vnějším kultivačním faktorům

Výsledky tolerance testovaných kmenů *E. coli* a *K. pneumoniae* k vnějším kultivačním faktorům jsou uvedeny v následující tab. 3.

Tab. 3 Výsledky tolerance testovaných kmenů *E. coli* a *K. pneumoniae* k vnějším kultivačním faktorům

Bakteriální druh	Označení kmene	Kultivační faktor										
		Kultivační bujón TSB pH (-)					Kultivační teplota (°C)			Přídavek NaCl k bujónu TSB (% hm.)		
		4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	25	30	37	5,0	10,0	20,0
<i>Escherichia coli</i>	CCM 7395	-	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	-	-
<i>Escherichia coli</i>	LEV 682/17	-	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	++	-	-
<i>Escherichia coli</i>	LEV 687/17	-	+++	+++	++	+++	++	+++	+++	++	-	-
<i>Escherichia coli</i>	LEV 1456/17	-	+++	+++	++	++	+++	+++	+++	++	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	CCM 8843	+	++	+++	+++	++	++	++	+++	++	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 700/17	+	++	++	+++	+++	++	++	+++	++	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 1009/17	+	+++	+++	++	++	++	++	+++	++	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	LEV 1082/17	+	+++	++	++	++	++	++	+++	++	-	-

-... žádný nárůst kmene, +... slabý nárůst kmene (tzn. dlouhá lag-fáze a nízké hodnoty optické denzity), ++... střední nárůst kmene (středně dlouhá lag-fáze a střední hodnoty optické denzity), +++... silný nárůst (krátká lag-fáze a vysoké hodnoty optické denzity).

ZÁVĚR

Na základě zjištěných experimentálních výsledků bylo konstatováno, že všechny testované kmeny *E. coli* a *K. pneumoniae* rostly dobře v kultivačním bujónu TSB s tím, že na agaru TSA dosahovaly počtů v rozmezí řádů 10^8 – 10^9 KTJ ml⁻¹. Dále bylo zjištěno, že kmeny vykazovaly růst i mimo své optimální růstové teploty, že rostly v širokém rozmezí hodnot pH 4,0–8,0, a že tolerovaly přídavky NaCl k bujónu TSB o koncentraci mi. 5,0 hm. %.

Bylo predikováno, že bakterie *E. coli* a *K. pneumoniae* mohou působit negativně při výrobě sýrů, syrovátky a syrovátkových nápojů a tyto znehodnocovat. Výsledky této práce mohou být využity zejména v sýrašství při účinném zvyšování zdravotní bezpečnosti a jakosti mlékárenských výrobků.

Poděkování

Tato práce byla podpořena Ministerstvem zemědělství, Národní agenturou pro zemědělský výzkum, projektem QK1710156 (2017–2021, MZE/QK), v programu QK – Program aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017–2025 „ZEMĚ“, s dobou řešení projektu: 02/2017–12/2021. Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 21-SVV/2019).

LITERATURA

Bhunia, A. K. *Foodborne Microbial Pathogens Mechanisms and Pathogenesis*, 2nd ed., Springer: NY, USA, **2018**.

Davis, G. S., Price, L. B. Recent research examining links among *Klebsiella pneumoniae* from food, food animals, and human extraintestinal infections. *Current Environmental Health Reports*, **2016**, 3(2), 128–135.

Haryani, Y., Noorzaleha, A. S., Fatimah, A. B., Noorjahan, B. A. Incidence of *Klebsiella pneumoniae* in street foods sold in Malaysia and their characterization by antibiotic resistance, plasmid profiling, and RAPD–PCR analysis. *Food Control*, **2007**, 18(7), 847–853.

Holt, J. G. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th ed. Lippincott Williams & Wilkins: Baltimore, ML, USA, **1994**.

Jones S. A., Gibson, T., Maltby, R. C., Chowdhury, F. Z., Stewart, V., Cohen, P. S. Anaerobic respiration of *Escherichia coli* in the mouse intestine. *Infection and Immunity*, **2011**, 79(10), 4218–4226.

Kunhert, P. P., Boerlin P., Frey, J. Target genes for virulence assessment of *Escherichia coli* isolates from water, food and the environment. *FEMS Microbiology Reviews*, **2000**, 24, 107–117.

Savageau, M. A. *Escherichia coli* habitats, cell-types, and molecular mechanisms of gene control. *American Nature*, **1983**, 122(6), 732–744.

Unden, G., Bongaerts, J. Alternative respiratory pathways of *Escherichia coli*: energetics and transcriptional regulation in response to electron acceptors. *Biochimica et Biophysica Acta*, **1997**, 1320(3), 217–234.

Welch, R. A. The Genus *Escherichia*. *Prokaryotes*, **2006**, 6, 60–71.

Zhang, L., Pan, Z. M., Geng, S. Z., Chen, X., Liu, Z. Y., Zhao, F., Jiao, X. A. A loop-mediated isothermal amplification method targets the HisJ gene for detection of foodborne *Salmonella*. *European Food Research Technology*, **2012**, 234, 1055–1062.

Ashurst, J. V., Dawson, A. *Klebsiella pneumoniae*. In: Treasure Island (FL): StatPearls Publishing [online] 15. 3. 2019.

[cit. 9. 8. 2019]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK519004/>

ČSN EN ISO 7218. *Mikrobiologie potravin a krmiv – Všeobecné požadavky a doporučení pro mikrobiologické zkoušení*. Praha: Český normalizační institut, **2008**, 68.

Pavličková, S. Charakterizace kmenů *Escherichia coli* izolovaných z potravin. Dizertační práce. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, CZE, **2016**.

SLEDOVÁNÍ OBSAHU RTUTI V RYBÍM MASE

Macharáčková, B., Slováčková, V., Bednář, J.

Ústav gastronomie, VFU Brno, FVHE, Palackého tř. 1946/1, 612 42 6

Abstrakt

The aim of this work was to the control of mercury content in fish meat. Total mercury was determined using a single-purpose atomic absorption spectrometer (AMA 254), with the advantage of measuring without the pre-treatment of the sample. Altogether 41 samples of different fish species and origin were analyzed. Most samples were common carp ($n = 22$), bream ($n = 7$) and rainbow trout ($n = 8$). The analysis itself was divided by the type of fish or in case of a large number of samples, also by location. In the tested samples, the mercury concentration ranged from $0,0042 \pm 0,0011$ mg/kg (the common carp from Záhlinice) to $1,1084 \pm 0,0362$ mg/kg (bream from Moravian-Silesian Harta). Fish samples from Mušov, Dyje 7, ranged for mercury values from $0,0144 \pm 0,0007$ mg/kg to $0,1354 \pm 0,0013$ mg/kg. The results found show that fish in most cases comply with the standards stated in Commission Regulation (EC) No 1881/2006. Only one sample was high above the limit given by this Regulation. Therefore, it would be advisable to analyze more samples from a given location to control mercury content.

Klíčová slova: rtuť, AMA 254, kapr obecný, pstruh duhový

Úvod

Ryby včetně mořských organismů představují pro spoustu lidí hlavní příjem živočišných bílkovin a celosvětově mají velký nutriční význam (Ruprich, 2004). Rybí maso hraje významnou úlohu při prevenci mnohých civilizačních onemocnění. Je vhodné ho častěji zařazovat do jídelníčku vzhledem k jeho příznivému složení a lehké stravitelnosti. Konzumace ryb je v České republice spíše sezónní záležitostí, spotřeba se pohybuje okolo 5 kg na člověka.

Chemické složení rybího masa je závislé na druhu, věku, stádiu pohlavního cyklu, ročním období a potravě. Obecně se rybí maso skládá z vody, bílkovin a jiných dusíkatých látek, lipidů, minerálů a vitamínů. Voda tvoří hlavní složku rybí svaloviny, obsah je ovlivněn obsahem tuku. Tučné ryby obsahují asi 65 až 70 % vody, oproti méně tučným rybám, které obsahují zhruba 80 % vody. Procento vody se zvyšuje směrem od hlavy k ocasu ryby, přičemž tento nárůst je spjatý s poklesem bílkovin. Z toho vyplývá, že z nutričního hlediska je nejcennější partie masa ryby v oblasti těsně za hlavou a nejméně hodnotná je ocasní svalovina. Díky vysokému obsahu vody je maso měkké a velmi vhodné pro růst a rozmnožování mikroorganismů zodpovědných za jeho rozklad (Pipová, 2006). Obsah bílkovin se v rybím mase pohybuje od 15 do 27 %. Rybí tuk je z nutričního hlediska velice příznivý na naše zdraví. Obsahuje velké množství nenasycených mastných kyselin, omega-3 kyselin (např. kyselina eikosapentaenová, kyselina dekosahexaenová). Ryby jsou bohaté na obsah minerálních látek, rozdíl je však mezi sladkovodními a mořskými rybami. Velmi důležitým minerálem je jód, který odpovídá za správnou funkci štítné žlázy. Významnou roli hraje také selen, který podporuje metabolismus kyselin, je významným antioxidantem. Také vitamíny A, E, skupiny B a vitamín D jsou v bohaté míře obsaženy v rybím mase (Pipová, 2006).

Ryby ale mohou pro konzumenta znamenat také možný zdroj perzistentních organických polutantů, těžkých kovů (např. Hg, As) a přírodních toxinů (např. ze sinic a řas). Zdrojem expozice člověka může být jak maso, tak i tuk (Ruprich, 2004).

Ve většině potravin se koncentrace rtuti pohybují v desetitisícinách až setinách $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Vysoké koncentrace (desetiny až jednotky $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) nacházíme v některých jedlých houbách, rybách, měkkýších či koryšcích. Lidé jsou běžně vystaveni nízkým dávkám methylrtuti, jejichž zdrojem je maso ryb, ale i malá množství jsou v těle kumulována. Některé druhy, a především dravé ryby, jsou schopné kumulovat větší množství rtuti. U starších ryb více dochází k hromadění toxických látek, protože se

nacházejí výše v potravním řetězci (fytoplankton – zooplankton – nedravé ryby – dravé ryby). Konzumace nejčastěji lovené ryby v našich revírech, kapra obecného, obecně nepředstavuje zdravotní riziko z hlediska obsahu cizorodých látek. Kapři jsou do revírů vysazováni až v lovných velikostech a jsou sportovními rybáři odloveni krátce po vysazení. Tudíž kontaminace ryb danou lokalitou není významná. Jiná situace nastává u dravých ryb, které jsou ve vodě na konci potravního řetězce a díky tomu u nich dochází k většímu hromadění cizorodých látek (Kvasničková, 2009).

V Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 Sb. je stanoven maximální limit 0,5 mg/kg pro rybí výrobky s výjimkou vybraných druhů ryb, kde je akceptovaný limit 1 mg/kg.

Evropský úřad pro bezpečnost potravin (EFSA) přijal dne 24. února 2004 stanovisko k obsahu rtuti a methylrtuti v potravinách a stanovil tolerovatelný týdenní příjem methylrtuti (PTWI) 1,6 µg/kg tělesné hmotnosti. Člověk o průměrné hmotnosti 70 kg má tedy tolerovaný týdenní příjem 112 µg. Stanovení maximálních limitů je mimo jiné vhodným prostředkem k posílení ochrany ohrožených skupin obyvatelstva před methylrtutí. Důležitá je také informovanost obyvatelstva o rizicích způsobených rtutí.

Materiál a metodika

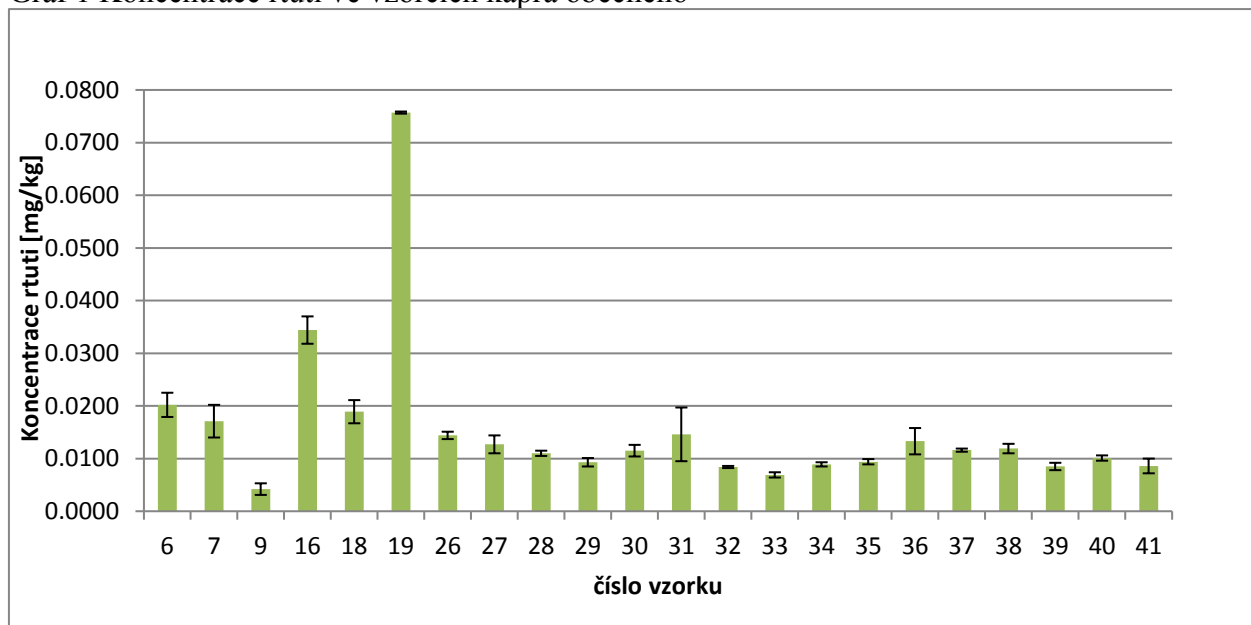
Stanovení rtuti bylo provedeno celkem ve 41 vzorcích ryb. Do analýzy byly zařazeny ryby jak z přímého výlovu, tak i zakoupené z obchodních sítí. Obsah rtuti byl stanoven ve vzorcích kapra obecného (n = 22), pstruha duhového (n = 8), cejna velkého (n = 7), sumečka afrického (n = 1), amura bílého (n = 1), candáta obecného (n = 1) a tresky pestré (n = 1). Vzorky byly odebrány čerstvé, uloženy samostatně do polyethylenových sáčků, byly označeny a následně zamrazeny. Před vlastní analýzou obsahu rtuti byly vzorky rozmrazeny při pokojové teplotě. Celkový obsah rtuti byl stanoven na přístroji AMA 254 (Altec, Praha). Advanced mercury analyser (AMA 254) je jednoúčelový atomový absorpční spektrofotometr pro stanovení celkového obsahu rtuti. Je používán pro přímé stanovení obsahu rtuti v pevných a kapalných vzorcích bez chemické předúpravy vzorku (např. mineralizací). Je založen na schopnosti generování par kovové rtuti s následným zachycením a nabohacením na zlatém amalgamátoru, čímž se dosáhne mimořádně vysoké citlivosti stanovení a nezávislosti výsledku stanovení na matici vzorku. K analýze byla odebrána z jednotlivých vzorků čistá svalovina bez kůže a kostí s hmotností 0,030 – 0,050 g. Vzorky byly měřeny ve třech opakováních, ze kterých byl následně stanoven průměr. Správnost měření byla ověřena referenčním materiálem DOLT – 5, který obsahuje $0,44 \pm 0,18$ mg/kg Hg.

Výsledky a diskuze

U jednotlivých vzorků byli patrné rozdíly v obsahu rtuti. Naměřené hodnoty se pohybovaly v rozmezí od $0,0042 \pm 0,0011$ mg/kg do $1,1084 \pm 0,0362$ mg/kg. Nejnižší obsah rtuti vykazoval vzorek č. 9 (kapr obecný, Záhlinice). Naopak nejvyšší obsah rtuti byl stanoven u vzorku č. 1 (candát obecný, Moravsko-slezská Harta). Tento vzorek byl vysoko nad limitem obsahu rtuti v rybách (0,5 mg/kg) uvedeném v Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 Sb.

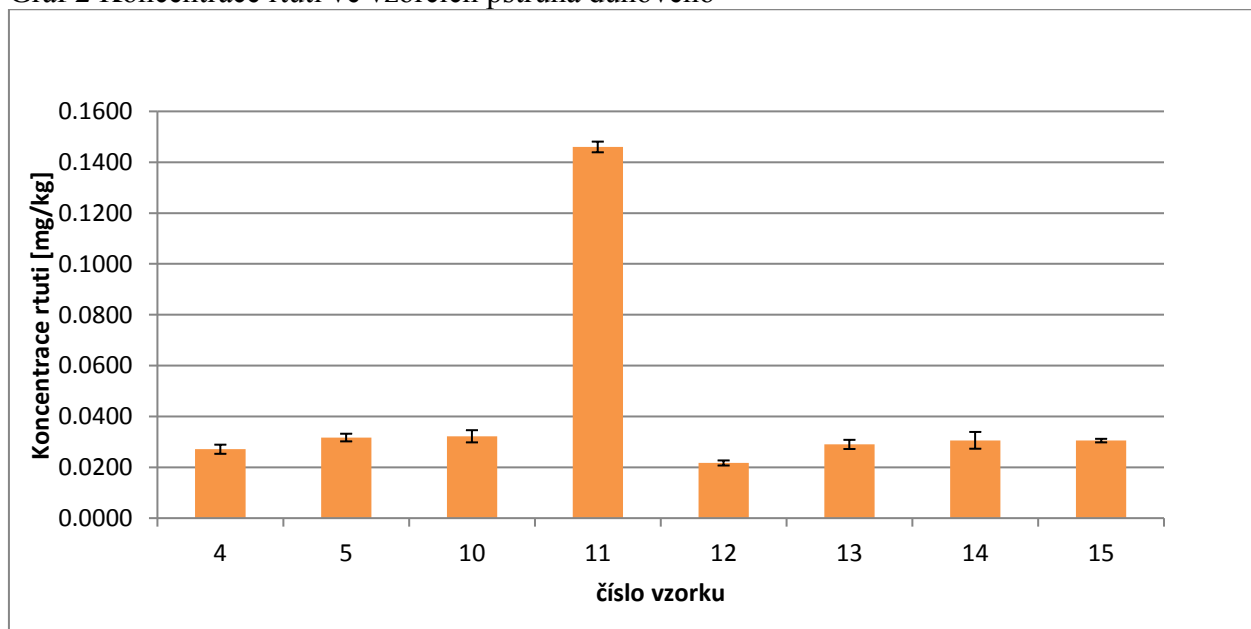
Vzorky kapra obecného se pohybovaly v rozmezí hodnot od $0,0042 \pm 0,0011$ mg/kg do $0,0757 \pm 0,0002$ mg/kg. Průměrný obsah rtuti byl $0,0155 \pm 0,0148$ mg/kg. Nejvyšší obsah rtuti vykazoval vzorek kapra obecného č. 19, který byl vyloven z Brněnské přehrady (revír Svratka 5). Naopak nejnižší koncentraci měl vzorek kapra obecného č. 9 ze Záhlinic. Rozdíl mezi sledovanými vzorky (0,0041) byl statisticky vysoce významný ($p < 0,01$).

Graf 1 Koncentrace rtuti ve vzorcích kapa obecného



Vzorky z pstruha duhového se pohybovaly v rozmezí hodnot od $0,0217 \pm 0,0010$ mg/kg do $0,1460 \pm 0,0021$ mg/kg. Průměrný obsah rtuti byl $0,0436 \pm 0,0415$ mg/kg. Nejvyšší obsah rtuti vykazoval vzorek pstruha duhového č. 11, který pocházel ze zpracovny ryb Klatovy a.s. Naopak nejnižší koncentraci měl vzorek pstruha duhového č. 12, který pocházel z chovu v Prusinovicích. Rozdíl mezi sledovanými vzorky ($0,0262$) byl statisticky významný ($p < 0,05$).

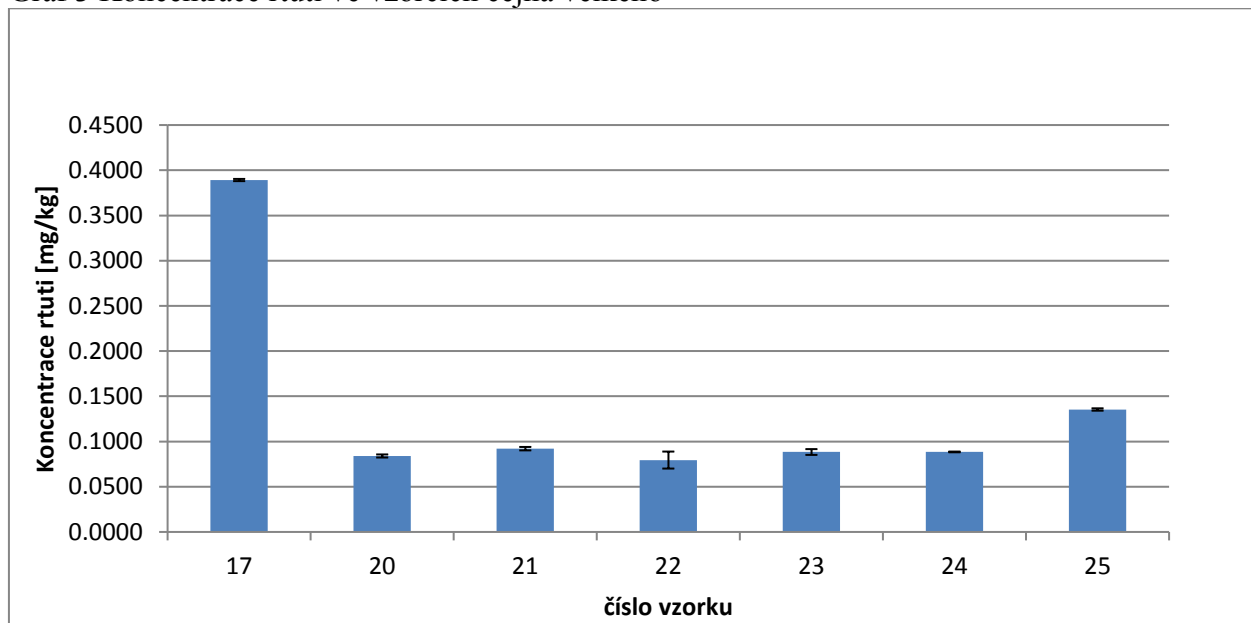
Graf 2 Koncentrace rtuti ve vzorcích pstruha duhového



Vzorky cejna velkého se pohybovaly v rozpětí hodnot od $0,0795 \pm 0,0094$ mg/kg do $0,3892 \pm 0,0012$ mg/kg. Průměrný obsah rtuti byl $0,1367 \pm 0,1129$ mg/kg. Nejvyšší obsah rtuti vykazoval vzorek

cejna velkého č. 17 (Brněnská přehrada). Nejnižší obsah rtuti vykazoval vzorek cejna velkého č. 22 (Mušov, revír Dyje 7). Rozdíl mezi sledovanými vzorky (0,2249) byl statisticky nevýznamný ($p > 0,05$).

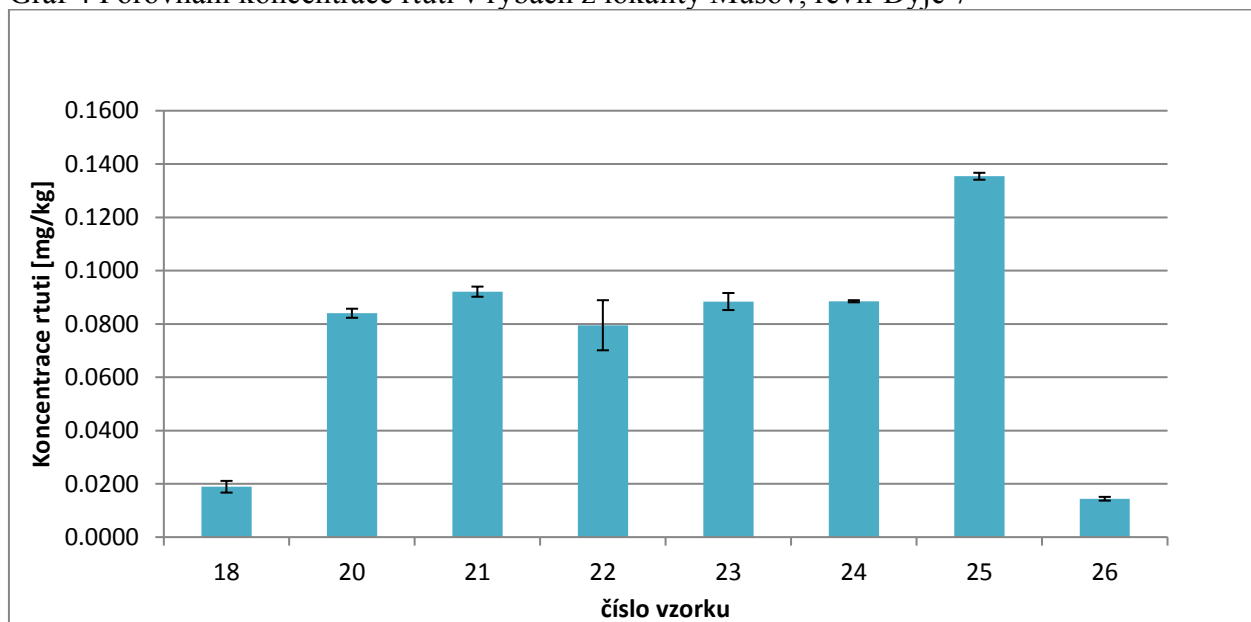
Graf 3 Koncentrace rtuti ve vzorcích cejna velkého



Nejvyšší koncentraci z ostatních analyzovaných ryb a zároveň i ze všech vyšetřovaných 41 vzorků, vykazoval vzorek candáta obecného č. 1 (Moravsko-slezská Harta). Vzorek obsahoval $1,1084 \pm 0,0362$ mg/kg rtuti. Treska pestrá obsahovala rtuť v množství $0,1878 \pm 0,0067$ mg/kg, sumeček africký $0,0136 \pm 0,0006$ mg/kg, amur bílý $0,0094 \pm 0,0008$ mg/kg.

Z celkového počtu 41 vzorků bylo 8 vzorků (6 cejnů, 2 kapři) z Mušova, revíru Dyje 7. Obsah rtuti u vzorků z této lokality se pohyboval od $0,0144 \pm 0,0007$ mg/kg (kapr obecný) do $0,1354 \pm 0,0013$ mg/kg (cejn velký). Průměrný obsah rtuti byl $0,0751 \pm 0,0400$ mg/kg.

Graf 4 Porovnání koncentrace rtuti v rybách z lokality Mušov, revír Dyje 7



Závěr

Nejvyšší koncentrace rtuti ($1,1084 \pm 0,0362$ mg/kg) a zároveň jediná nadlimitní hodnota byla detekována u vzorku candáta obecného (Moravsko-Slezská Harta). Nejnižší koncentrace rtuti ($0,0042 \pm 0,0011$ mg/kg) byla naměřena u vzorku kapra obecného (Záhlinice). U ostatních vzorků nepřesahoval obsah rtuti hygienické limity uvedené v Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006. Koncentrace rtuti byly u většiny vzorků zcela zanedbatelné. Obsah rtuti byl detekován v pořadí (candát > cejn > pstruh > kapr). Průměrný stanovený obsah rtuti v kaprech byl $0,0155 \pm 0,0148$ mg/kg, v pstruzích $0,0436 \pm 0,0415$ mg/kg, v cejnech $0,1367 \pm 0,01129$ mg/kg. U skupiny vzorků z oblasti Mušov, revíru Dyje 7 byl průměrný stanovený obsah rtuti $0,0751 \pm 0,0400$ mg/kg. Zjištěné výsledky ukazují, že ryby ve většině případů vyhovují daným normám uvedených v Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006. Pouze jeden vzorek byl nad limitem daným touto vyhláškou, proto by bylo vhodné analyzovat pro kontrolu obsahu rtuti větší množství vzorků z dané lokality.

Literatura

- Kvasničková, A. Rtut' v rybách. *Informační centrum bezpečnosti potravin* [online]. 19. 2.2009 [cit. 2019-06-06]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostpotravin.cz/rtut-v-rybach.aspx>.
- Nařízení Komise (ES) č. 1881/2006 ze dne 19. prosince 2006, kterým se stanoví maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách.
- Pipová, M. *Hygiena a technológia spracovania sladkovodných a morských ryb*. Košice, 2006. ISBN 80-8077-048-4.
- Ruprich et al. Methylrtuť v rybách a rybích výrobcích. Brno: Státní zdravotní ústav, 2004. Dostupné z: https://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/File/Kvasnickova/MeHg_1.pdf
- The EFSA Journal (2004). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal*, 34, 1-14.

VLIV PŘÍDAVKU ZELENÉHO ČAJE NA KVALITU JEMNĚ MĚLNĚNÝCH MASNÝCH VÝROBKŮ

Adamcová M., Pohůnek, V., Kharoshka, A., Ševčík, R.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28 Praha

Souhrn

Oxidace patří mezi nejvýznamnější negativní procesy probíhající v masných výrobcích. Pro její zpomalení jsou v České republice používány antioxidanty, mezi které patří kyselina askorbová, isoaskorbová a jejich soli. V některých zemích však mohou být použity i syntetické antioxidanty butylhydroxyanisol (BHA) a butylhydroxytoluen (BHT). Tyto jsou spotřebiteli špatně přijímány a jsou hledány jejich „přírodní“ alternativy. Cílem této práce bylo posoudit možnost použití vodných výluhů čajovníku čínského (*Camellia sinensis* L) na oxidační stabilitu jemně mēlněného salámu. Ve třech sériích byly v poloprovozních podmínkách vyrobeny jemně mēlněné salámy s různými koncentracemi vodného výluhu zeleného čaje, přičemž byl zkoumán jejich vliv na oxidační stabilitu, barvu, pH a organoleptické vlastnosti. Z výsledků je patrné, že přídavek čaje pozitivně ovlivnil hodnocené vlastnosti. Jeho použití by tedy bylo vhodné pro zvýšení oxidační stability jemně mēlněných salámů.

Úvod

Zelený čaj je po staletí oblíbený pro své povzbudivé a zdravotní účinky. Ty jsou dány především přítomností fenolických látek, mezi které patří katechiny, flavony, taniny, anthokyaniny, kyselina fenolová, theaflaviny a další (Yashin *et al.*, 2011; Huang *et al.*, 2007). Ze zmíněných látek jsou nejvíce zastoupeny katechiny, z nichž nejvýznamnější jsou epikatechin galát, epigalokatechin, epikatechin a epigalokatechin galát. (Harbowy a Baletine, 1997). Antioxidační účinek čaje spočívá nejen v jejich schopnosti vázat ionty kovů podporujících oxidaci, ale i v jejich schopnosti zhášet reaktivní formy kyslíku (Qin *et al.*, 2013). V dostupných studiích jsou polyfenoly čaje označovány jako účinnější antioxidanty než například vitamin E, nebo než syntetické antioxidanty butylhydroxytoluen a butylhydroxyanisol (Wanasundara a Shahidi, 1998).

Antioxidačního působení čaje lze využít i v masné výrobě (Dembele *et al.*, 2010; Bozkurt, 2006). Vhodnou formou přídavku se zdají být vodné výluhy zeleného čaje. Ty významně zpomalují oxidaci lipidů v různých druzích masných výrobků. Přídavek zeleného čaje podle dostupných studií neovlivňuje významně chuť a vůni masných výrobků. Nicméně byla zaznamenána souvislost mezi přídavky čajových extraktů a šednutím díla masných výrobků (Bozkurt, 2006). Vysoké koncentrace čaje mohou navíc zhoršit texturu a vaznost (Jongberg *et al.*, 2015). Čaj může být přidáván i do krmiva zvířat. Výsledky jsou však rozporuplné. Přídavek listů zeleného čaje do krmiva měl za následek snížení obsahu železa, snížení obsahu intramuskulárního tuku, zesvětlení apod. (Zembayashi *et al.*, 1999). Maso ze zvířat krmených určitým podílem zeleného čaje ale vykazovalo vyšší stabilitu vůči oxidaci lipidů v průběhu mrazírenského skladování (Tang *et al.*, 2001).

Materiál a metodika

Ve třech sériích byly v poloprovozních podmínkách vyrobeny jemně mēlněné salámy s různými koncentracemi vodného výluhu zeleného čaje, přičemž byl zkoumán jejich vliv na oxidační stabilitu, barvu, pH a organoleptické vlastnosti. Koncentrace rozpuštěných látek ve vodném extraktu zeleného čaje pro všechny série jsou uvedeny v **Tab. 1**.

Tabulka 2: Koncentrace rozpuštěných látek v čajových extraktech přidávaných do masných výrobků

1. poloprovozní pokus (vodné roztoky zeleného čaje)		2. poloprovozní pokus (vodné roztoky zeleného čaje)		3. poloprovozní pokus (komerční práškový extrakt zeleného čaje)	
Vzorek	Koncentrace rozpuštěných látek [°Brix]	Vzorek	Koncentrace rozpuštěných látek [°Brix]	Vzorek	Koncentrace použitého přípravku [mg/kg]
A standard bez kyseliny askorbové	0,00	A1 standard bez kyseliny askorbové	0,00	A standard bez kyseliny askorbové	0
		A2 standard s kyselinou askorbovou (100 mg/kg díla)	0,00		
B Listy zeleného čaje byly zahřívány ve vodě při 80 °C po dobu 10 minut. Následně byl roztok zředěn na danou koncentraci rozp. látek. Do 1 kg díla bylo přidáno 20 ml roztoku.	0,15	B Listy zeleného čaje byly zahřívány ve vodě při 80 °C po dobu 10 minut. Následně byl roztok zředěn na danou koncentraci rozp. látek. Do 1 kg díla bylo přidáno 20 ml roztoku	0,30	B Příslušné množství práškového extraktu zeleného čaje bylo vmícháno do díla masného výrobku.	200
C Listy zeleného čaje byly zahřívány ve vodě při 80 °C po dobu 10 minut. Následně byl roztok zředěn na danou koncentraci rozp. látek. Do 1 kg díla bylo přidáno 20 ml roztoku.	0,30	C Listy zeleného čaje byly zahřívány ve vodě při 100 °C po dobu 7 minut. Následně byl roztok zředěn na danou koncentraci rozp. látek. Do 1 kg díla bylo přidáno 20 ml roztoku	0,30	C Příslušné množství práškového extraktu zeleného čaje bylo vmícháno do díla masného výrobku.	400
		D Listy zeleného čaje byly zahřívány ve vodě při 100 °C po dobu 7 minut. Následně byl roztok zředěn na danou koncentraci rozp. látek. Do 1 kg díla bylo přidáno 20 ml roztoku a 100 mg kyseliny askorbové.	0,30	D Příslušné množství práškového extraktu zeleného čaje bylo vmícháno do díla masného výrobku. Do díla byla přidána rovněž kyselina askorbová (100 mg/kg).	200

Oxidace lipidů byla sledována na základě thiobarbiturového čísla. Výsledky jsou vyjádřeny jako koncentrace malondialdehydu v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Barva masných výrobků byla měřena reflexním spektrofotometrem Minolta CM 5 v celém rozsahu viditelného spektra od 360 do 740nm. Každý vzorek byl proměřen desetkrát a výsledné hodnoty (světlost L^* a souřadnice a^* a b^*) byly zaznamenány pomocí počítačového programu Spectra Magic. Dále bylo provedeno vyhodnocení barvy pomocí odchylky ΔE , která je všeobecně přijímanou hodnotou rozdílu barev. Stupeň neshody 2 barev je uvedený v **Tab. 2**.

Tabulka 3: Stupnice barvové odchylky ΔE

ΔE	rozdíl
0, 2 – 0, 5	velmi slabý
0, 5 – 1, 5	slabý
1, 5 – 3	jasně postřehnutelný
3, 0 – 6, 0	střední
6, 0 – 12, 0	výrazný nebo mírně rušící
12, 0 – 16, 0	velmi výrazný
větší než 16, 0	rušící

Vzorky byly při senzoričké analýze předloženy 15 hodnotitelům, kteří hodnotili několik deskriptorů a zaznamenali své hodnocení na 10cm úsečce intenzity od hodnoty 0 (málo intenzivní) do, 10 (velmi intenzivní). Za optimální slanost byl považován střed úsečky.

Pro všechny sledované parametry masných výrobků bylo nezbytné provést statistickou analýzu naměřených dat. Tato analýza byla provedena pomocí Dien-Dixonova testu, dvouvýběrového F-testu pro rozptyl a příslušného dvouvýběrového Studentova t-testu.

Výsledky a diskuse

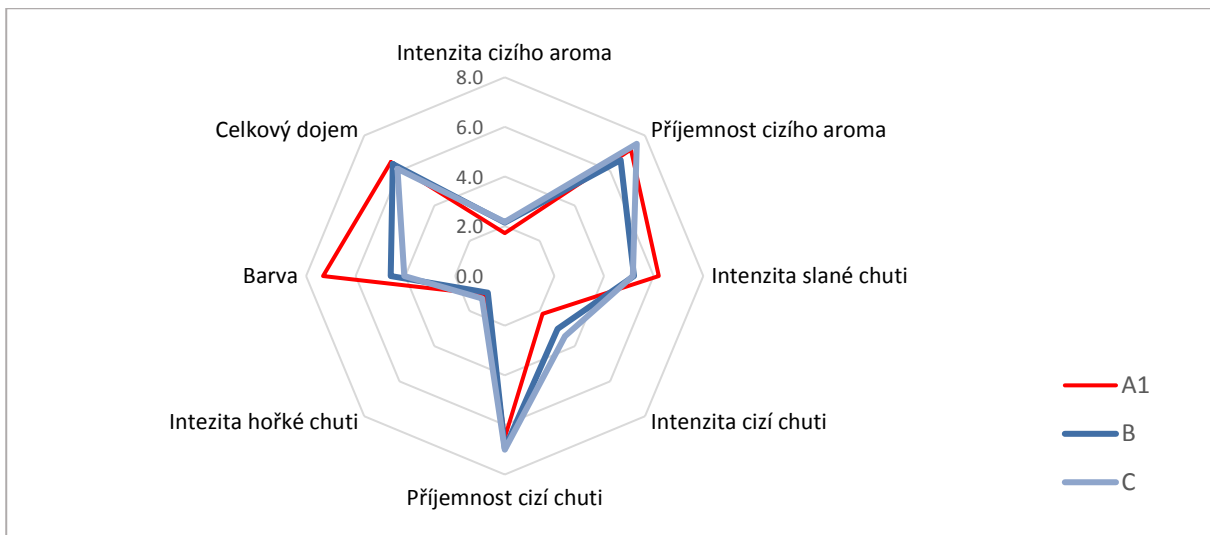
Z výsledků měření thiobarbiturového čísla (**Tab. 3**) je patrné, že všechny vzorky v průběhu skladování podléhaly oxidaci lipidů. Přídavek čaje však oxidaci významně zpomaloval. To je patrné zejména ve druhém a třetím poloprovozním pokusu. Z výsledků druhého pokusu je navíc patrné, že zelený čaj má srovnatelné antioxidační účinky jako kyselina askorbová. Výsledky se shodují s dostupnou literaturou (Dembele *et al.*, 2010; Bozkurt, 2006).

Tabulka 4: Závislost thiobarbiturového čísla na přídavku čajového extraktu

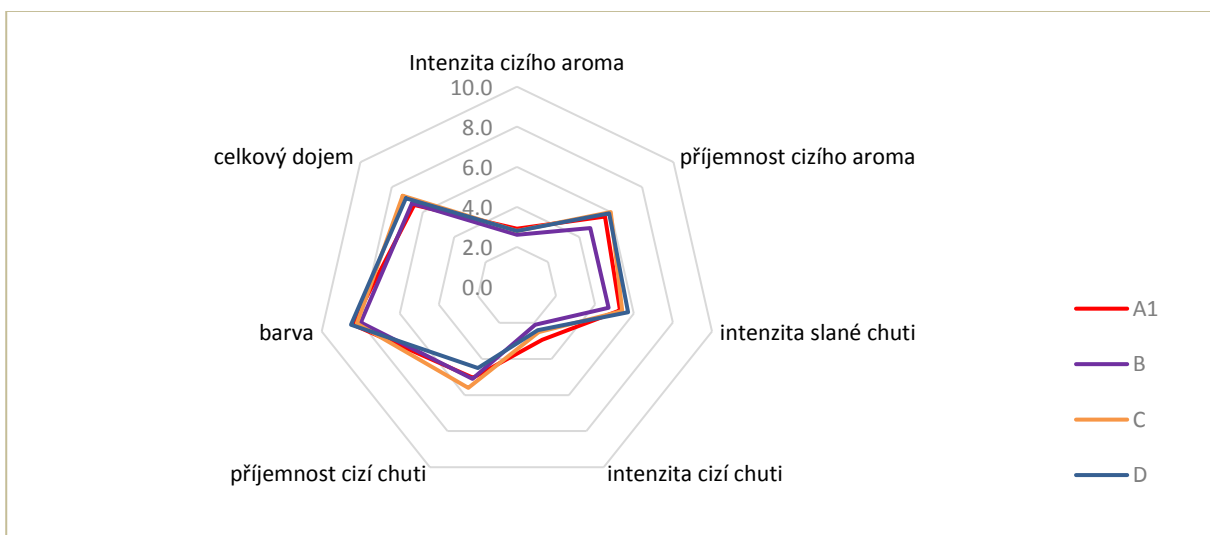
Vzorky	1. poloprovozní pokus		2. poloprovozní pokus		3. poloprovozní pokus	
	1.den skl.	21.den skl.	1.den skl.	21.den skl.	1.den skl.	21.den skl.
	TBA[mg _{MA} /kg] ±SMODCH[%]	TBA[mg _{MA} /kg] ±SMODCH[%]	TBA[mg _{MA} /kg] ±SMODCH[%]	TBA[mg _{MA} /kg] ±SMODCH[%]	TBA[mg _{MA} /kg] ±SMODCH[%]	TBA[mg _{MA} /kg] ±SMODCH[%]
A1	0,081 ± 1,57	0,135 ± 1,10	0,161 ± 3,08	0,328 ± 2,99	0,178 ± 3,20	0,352 ± 1,50
A2	-	-	0,109 ± 1,74	0,132 ± 1,33	-	-
B	0,105 ± 0,26	0,138 ± 1,54	0,108 ± 2,66	0,097 ± 1,23	0,130 ± 0,00	0,165 ± 0,30
C	0,083 ± 0,67	0,138 ± 0,45	0,125 ± 0,03	0,136 ± 1,00	0,096 ± 0,70	0,127 ± 0,00
D	-	-	0,128 ± 0,78	0,138 ± 0,24	0,094 ± 0,30	0,118 ± 0,70

Měřením barvy salámů bylo zjištěno, že hodnoty barevných souřadnic L^* a b^* nebyly statisticky významně ovlivněny přídavkem čajových extraktů. Změny byly zaznamenány u poklesu souřadnic pro červenou barvu a^* . To bylo dáno pravděpodobně schopností katechinů snižovat intenzitu červené barvy u hovězího a vepřového masa (Mitsumoto *et al.*, 2005). Výpočet barvové odchylky z hodnot L^* , b^* pak ukázalo, že takové změny byly velmi slabé, nebo slabé, a tím pádem pro lidské oko špatně rozpoznatelné,

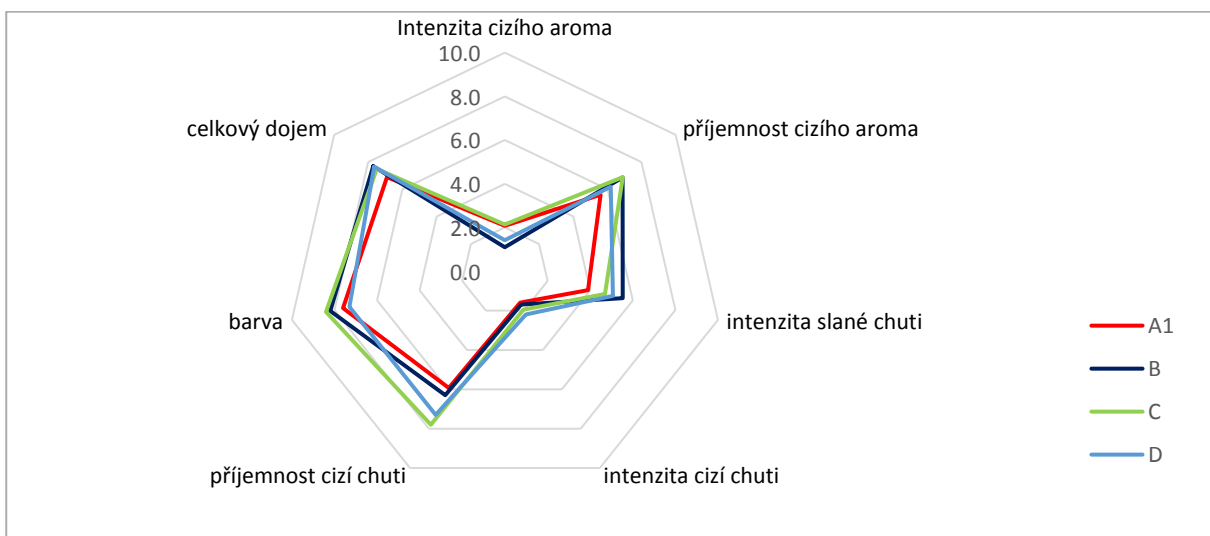
Z výsledků senzoričkého hodnocení (**Obr. 4**, **Obr. 5** a **Obr. 6**) je patrné, že přídavek vodného výluhu zeleného čaje může mírně zvýšit intenzitu cizího aroma a chuti. Někteří hodnotitelé v prvním pokusu rozpoznávali barevnou odchylku standardu od vzorků s čajem, která se projevovala mírným zešednutím díla salámů. V senzoričném hodnocení druhého a třetího pokusu byla již barva vzorků hodnocena srovnatelně se standardním vzorkem. Z toho vyplývá, že barevná odchylka byla rozpoznatelná pouze pro velmi citlivé hodnotitele. Celkový dojem byl ve všech třech poloprovozních pokusech hodnocen podobně, z čehož lze usuzovat, že přídavek zeleného čaje neovlivnil významně organoleptické vlastnosti salámů.



Obrázek 7: Výsledky sensorického hodnocení prvního poloprovozního pokusu



Obrázek 8: Výsledky sensorického hodnocení druhého poloprovozního pokusu



Obrázek 9: Výsledky sensorického hodnocení třetího poloprovozního pokusu

Závěr

Z výsledků je patrné, že přídavek čaje pozitivně ovlivnil oxidační stabilitu masných výrobků. Jeho antioxidační aktivita je srovnatelná s běžně používaným antioxidantem kyselinou askorbovou. V průběhu skladování byla pozorována snížená stabilita barvy salámů s přídavky čaje, zejména šednutí. Organoleptické vlastnosti masných výrobků nebyly přídavky čajových extraktů významně ovlivněny.

Poděkování

Financováno projektem Ministerstva zemědělství České republiky (č. QJ1610202).

Literatura

- Bozkurt, H. (2006): Utilization of natural antioxidants: Green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage. *Meat Science*, 73, 442-450.
- Dembele, S., Wang, D. F., Yu, L. N., Sun, J. P., Dong, S. Y. (2010): Effects of added crude green tea polyphenol on the lipid oxidation of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and catfish (*Clarias gariepinus* Burchell) during refrigerated storage. *Journal of Muscle Foods*, 21, 738–756.
- Jongberg, S., Terkelsen, L. S., Miklos, R., Lund, M. N. (2015): Green tea extract impairs meat emulsion properties by disturbing protein disulfide cross-linking. *Meat Science*, 100, 2–9.
- Harbowy, M. E., Balentine, D. A. (1997): Tea chemistry. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 16, 415–480.
- Huang, J., Huang, K., Liu, S., Luo, Q., Xu, M. (2007): Adsorption properties of tea polyphenols onto three polymeric adsorbents with amide group. *Journal of Colloid and Interface Science*, 315, 407–414.
- Mitsumoto, M., O'Grady, M. N., Kerry, J. P., Buckley, D. J. (2005): Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Science*, 69, 773–779.
- Qin, Y. Y., Yang, J. Y., Lu, H. B., Wang, S. S., Yang, J., Yang, X. C., Chai, M., Li, L., Cao, J. X. (2013): Effect of chitosan film incorporated with tea polyphenol on quality and shelf life of pork meat patties. *International Journal of Biological Macromolecules*, 61, 312-316.
- Tang, S. Z., Kerry, J. P., Sheehan, D., Buckley, D. J., Morrissey, P. A. (2001): Antioxidative effect of dietary tea catechins on lipid oxidation of long-term frozen stored chicken meat. *Meat Science*, 57, 331-336.
- Wanasundara, U. N., Shahidi, F. C. (1998): Antioxidant and prooxidant activity of green tea extract in marine oils. *Food Chemistry*, 63, 335-342.
- Zembayashi, M., Lunt, D. K., Smith, S. B. (1999): Dietary tea reduces the iron content of beef. *Meat Science*, 53, 221-226.

VLIV SUCHÉHO A MOKRÉHO ZRÁNÍ NA KVALITU HOVĚŽÍHO MASA

Beňo, F., Pohůnek, V., Rajchl, A., Ševčík, R.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav konzervace potravin, Technická 5, 166 28 Praha 6

Úvod

Přeměna svalu na maso je většinou popisována jako třífázový proces. *Pre-rigor* fáze (několik málo minut až 30 minut *post mortem*), během které sval zůstává excitovatelný, odpovídá délce přežití nervového systému. Fáze *rigor mortis*, která nastává po vyčerpání sloučenin bohatých na energii (koncentrace ATP 20 %), může být velmi proměnlivé délky závislé na typu svalu, živočišném druhu a podmínkách chlazení. Po nástupu *rigor mortis* klesá elasticita svalu a po jeho skončení tkáň dosahuje maximální tuhosti. Posledním krokem je fáze zrání masa (křehnutí), která fáze závisí na skladovacích podmínkách, druhu svalu a druhu zvířete. Zrání hověžího masa je spojeno s vývojem chuti a zvýšením křehkosti. Křehkost je považována za velmi důležitou, ale zároveň variabilní charakteristiku kvality masa. Suché zrání je proces, kdy se nezabalené jatečně upravené tělo nebo jeho část umístí do chladicí místnosti nebo boxů, kde se nechá několik týdnů nebo i měsíců vyzrát při řízené teplotě, relativní vlhkosti vzduchu a definovaném proudění vzduchu. Během procesu suchého zrání dochází k odpaření vody, rozkladu bílkovin a k oxidaci složek masa, což vede ke vzniku intenzivnějšího masového a ořechům podobného aroma. Naproti tomu zrání za mokra, tzv. vakuové, je široce používané v masném průmyslu (USA, Švédsko, Nový Zéland) kvůli vysokému produkčnímu výnosu a výhodám při skladování a přepravě. Při mokřém zrání je maso umístěno do vakuově zavřeného obalu a skladováno v kontrolovaném prostředí po určitou dobu. Během zrání ve vakuově uzavřeném obalu nedochází ke ztrátám vody, jako je tomu u suchého zrání. Nicméně u suchého zrání dochází k oschnutí povrchu a tak ke tvorbě krusty, která brání dalšímu odparu vody z vnitřních vrstev, to je dáno především řízením technologie tohoto způsobu zrání.

Experimentální část

Cílem této práce bylo zhodnotit výše vyjmenované technologické způsoby zrání a porovnat jejich vliv na kvalitu masa. Ke zhodnocení a porovnání způsobů zrání byly vybrány dvě anatomické partie skotu. U těchto partií byla provedena analýza jednotlivých parametrů, které slouží k objektivnímu zhodnocení a porovnání vzorků mezi sebou (obsah vody, kolagenu, tuku, obsah těkavých látek pomocí GC/MS, analýza metabolomů pomocí DART-TOF/MS, stanovení barvy spektrofotometricky a stanovení textury). U všech vzorků byla provedena senzorická analýza. Pro hodnocení textury a pro senzorické hodnocení byly porovnány vzorky hověžího masa před a po tepelném opracování.

Materiál a metodika

Celkem byly analyzovány 2 série vzorků, 4 vzorky ze dvou býků. Měření probíhalo ve 2 měřeních. Z jednoho zvířete byly získány 4 partie: 2 ks roštěnce, 2 ks květové špičky. Jeden kus od každé partie se použil na suché zrání, jeden na mokřé zrání. Zrání masa probíhalo 4 týdny. Vzorky masa pro zrání suchým způsobem byly volně uloženy při 0 °C do klimatické skříně na jednotlivé rošty, aby bylo zaručeno optimální osychání celého povrchu vzorků. Vzorky masa pro zrání mokřím způsobem byly po každém odběru přebaleny a vakuovány do polyethylen-polyamidové fólie. Sledované parametry (obsah vody, obsah tuku, obsah kolagenu, barva, textura, profil těkavých látek) byly stanoveny v den 0, následně po 7, 14, 21 a 28 dnech zrání.

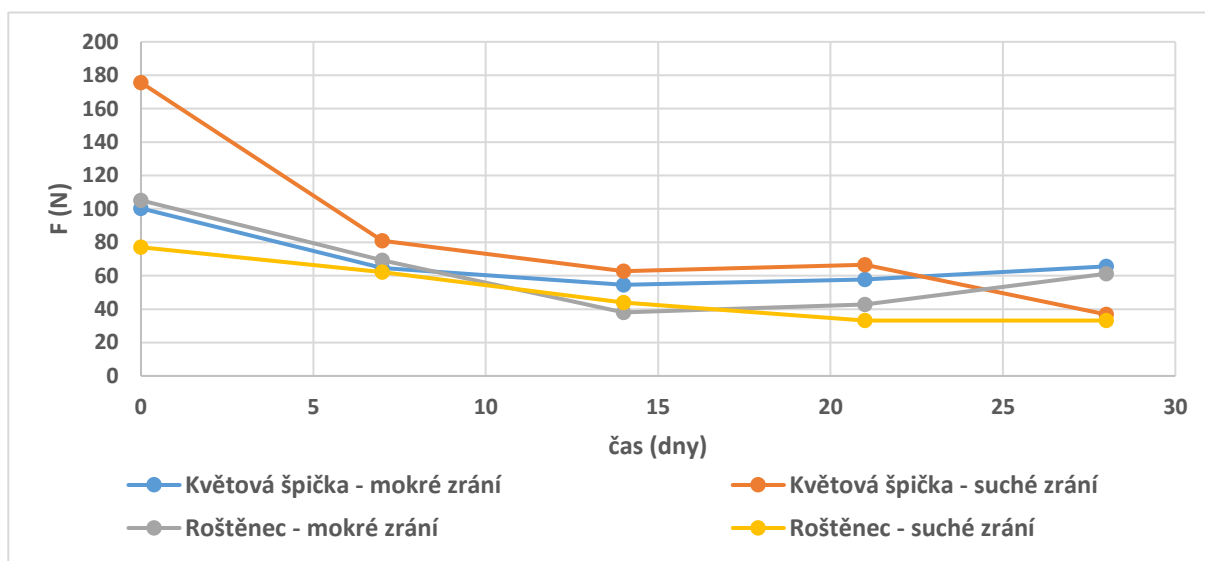
Ke stanovení obsahu těkavých látek byla použita metoda plynové chromatografie v kombinaci s hmotnostně spektrometrickým detektorem (GC/MS) metodou headspace SPME. Obsah kolagenu byl určen pomocí přepočtu obsahu hydroxyprolinu vynásobený koeficientem 8. Hydroxyprolin byl stanoven spektrofotometricky při 558 nm. Obsah tuku a vody byl stanoven gravimetricky. Pomocí analýzy DART-TOF/MS byla získána hmotnostní spektra vzorků. Tato data byla využita pro statistické zhodnocení obou způsobů zrání pomocí analýzy hlavních komponent (PCA). Barva masa byla změřena

pomocí spektrofotometru v systému CIEL*a*b* v oblasti viditelného světla (360-740 nm). Textura byla měřena instrumentálně pomocí metody Warner-Bratzlerovy cely, kdy byla hodnocena střižná síla.

Výsledky a diskuse

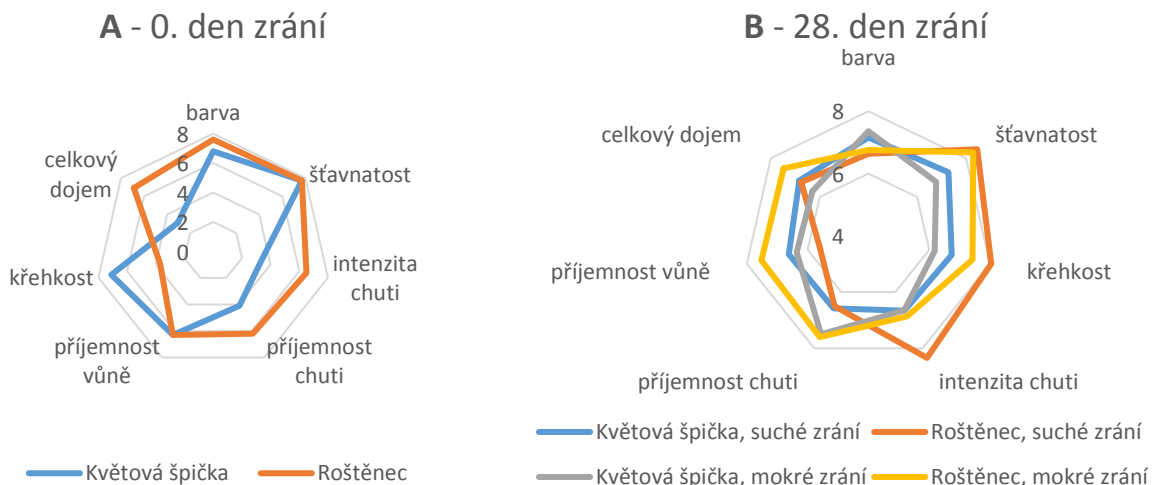
Obsah vody ve vnitřních vrstvách masa se u obou vzorků během mokrého a suchého zrání neměnil. V případě mokrého zrání je to dáno obalem, který chránil maso před vysušením, v případě suchého zrání je to díky vysušené povrchové vrstvě, která chránila vnitřní vrstvy před odparem vody. Obsah tuku a kolagenu se liší podle svalových partií. Obsah tuku a kolagenu je důležitým faktorem z důvodu velkého vlivu na sensorické vlastnosti masa, zejména pro texturu, chuť a aroma. Výskyt identifikovaných těkavých látek a jejich zastoupení bylo rozdílné v rámci proměřovaných vzorků (dvě svalové partie, dva způsoby zrání). Vzorky zralé mokřím způsobem byly na obsah těkavých látek bohatší, ale těkavé látky u vzorků zrající suchým způsobem vykazovaly vyšší intenzitu.

Textura masa se viditelně změnila už po 7 dnech zrání (**Graf 1**), kdy došlo k jejímu výraznému zvýšení. Během dalších dnů zrání se křehkost zvyšovala pomaleji.



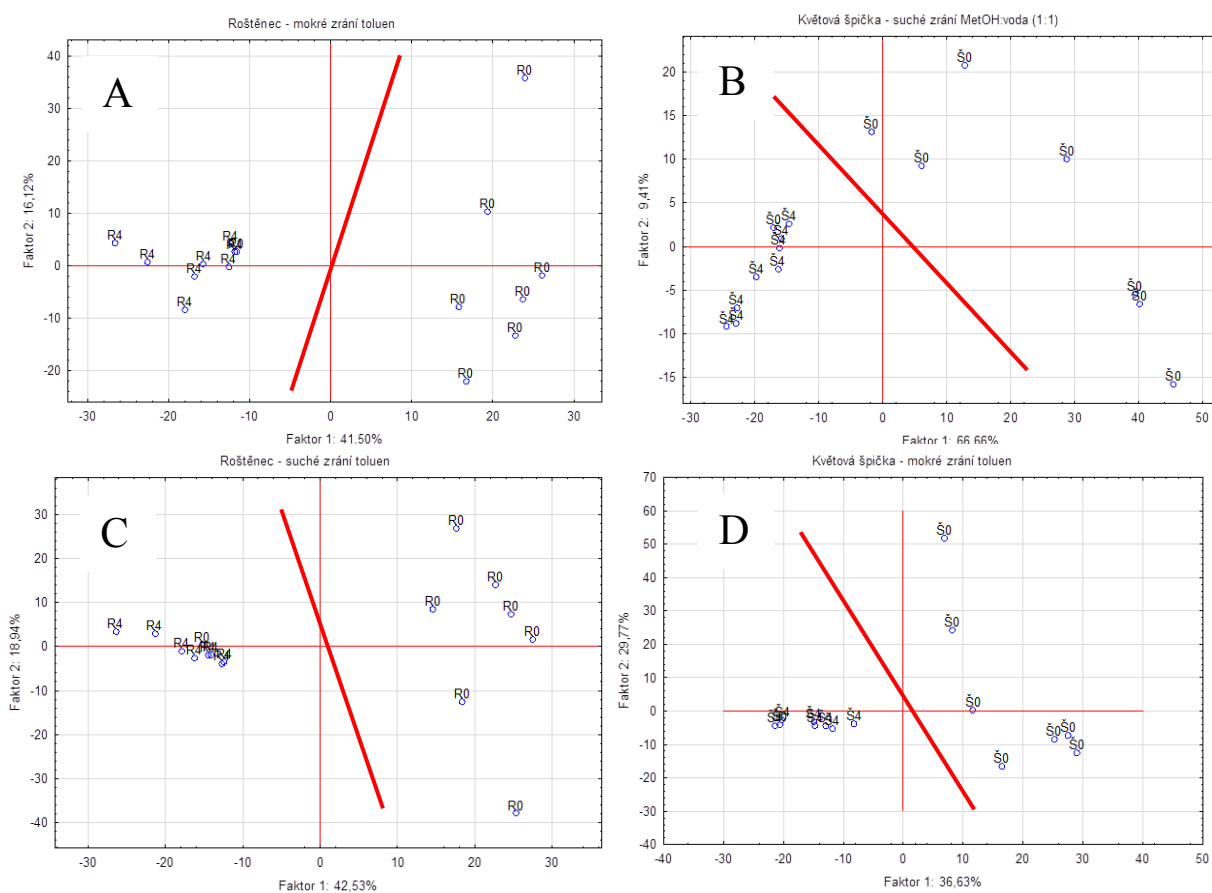
Graf 1: Maximální střižná síla podle Warner-Bratzlerova, steak medium

Vzorky zralé mokřím způsobem mají vyšší hodnoty L* a a*. Tento trend je s rostoucí dobou zrání výraznější. Z výsledků sensorického hodnocení je patrné, že hodnotitelé lépe hodnotili maso vyzrálé mokřím způsobem, kdy nejpříjemnější byl nízký roštěnec po 28 dnech zrání mokrého zrání (**Obr. 3 B**). Tento vzorek měl nejlepší celkový dojem a nejpříjemnější aroma. Při porovnání anatomických partií během zrání byly steaky z nízkého roštěnce hodnoceny jako křehčí než steaky ze špičky. Výsledky souvisí s měřením textury, kdy hodnota maximální střižné síly u roštěnce je nižší než u květové špičky. Po tepelné úpravě byly více preferovány vzorky masa zrající suchým způsobem. Sensorické hodnocení bylo provedeno pomocí hédonického porovnání vzorků dle jednotlivých parametrů (viz **Obr. 3 A** a **3 B**) na stupnici 0 – 10 (nejhorší – nejlepší).



Obr. 3: Senzorické hodnocení steaků A (0. den zrání), B (28. den zrání)

Pomocí PCA analýzy (**Obr. 4**) byl potvrzen statistický rozdíl mezi 0. a 28. dnem zrání u obou vybraných anatomických partií masa.



Obr. 4: Analýza hlavních komponent (A – nízký roštěnec mokré zrání, B – květová špička suché zrání, C – nízký roštěnec suché zrání, D – květová špička mokré zrání)

Závěr

Ve vnitřních vrstvách masa se obsah vody výrazně neměnil u obou způsobů zrání. Obsah tuku a kolagenu se liší v závislosti na svalové partii a během zrání se neměnil. Výskyt identifikovaných těkavých látek a jejich zastoupení bylo rozdílné v rámci tohoto experimentu. Vzorky mokrého způsobu zrání byly na obsah těkavých látek bohatší, ale těkavé látky u vzorků zrající suchým způsobem vykazovaly vyšší intenzitu. Křehkost se výrazně zvýšila v prvních 7 dnech zrání, dále se zvyšovala pozvolna u obou způsobů zrání. Byl potvrzen statistický rozdíl pomocí PCA analýzy mezi 0. a 4. týdnem zrání u obou anatomických partií masa. Maso vyzrálé mokrým způsobem mělo vyšší hodnoty L^* a a^* . Ze senzorickeho hlediska byl nejlépe hodnocen nízký roštěnec vyzrálý mokrým způsobem po 28 dnech. Steaky z nízkého roštěnce byly hodnoceny jako křehčí, což souvisí s měřením textury podle Warner-Bratzlera.

Poděkování

Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 21-SVV/2019).

Literatura

- Sentandreu, M.A., G. Coulis, and A. Ouali, *Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness*. Trends in Food Science & Technology, 2002. **13**(12): p. 400-421.
- Schonfeldt, H.C. and P.E. Strydom, *Effect of age and cut on tenderness of South African beef*. Meat Science, 2011. **87**(3): p. 206-218.
- Ahnstorm, M., et al., *Dry ageing of beef in bag highly permeable to water vapor*. Meat Science, 2006. **73**: p. 674-679.
- Dashdorj, D., et al., *Dry aging of beef; Review*. J Anim Sci Technol, 2016. **58**: p. 20.
- Sitz, B.M., Calkins, C. R., Feuz, D. M., Umberger, W. J., Eskridge, K. M., *Consumer sensory acceptance and value of wet-aged and dry-aged beef steaks*. J Anim Sci Technol, 2004. **84**: p. 1221-1226.
- Lagerstedt, A., M.L. Ahnstrom, and K. Lundstrom, *Vacuum skin pack of beef - a consumer friendly alternative*. Meat Sci, 2011. **88**(3): p. 391-6.
- Kaur, M., et al., *Effect of abattoir and cut on variations in microbial communities of vacuum-packaged beef*. Meat Sci, 2017. **131**: p. 34-39.

PRŮZKUM OBSAHU SOLI VE VYBRANÝCH VÝROBCÍCH DOSTUPNÝCH NA ČESKÉM TRHU

Rýdlová, L., Čakarov P., Rajchl A.

Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6

ÚVOD

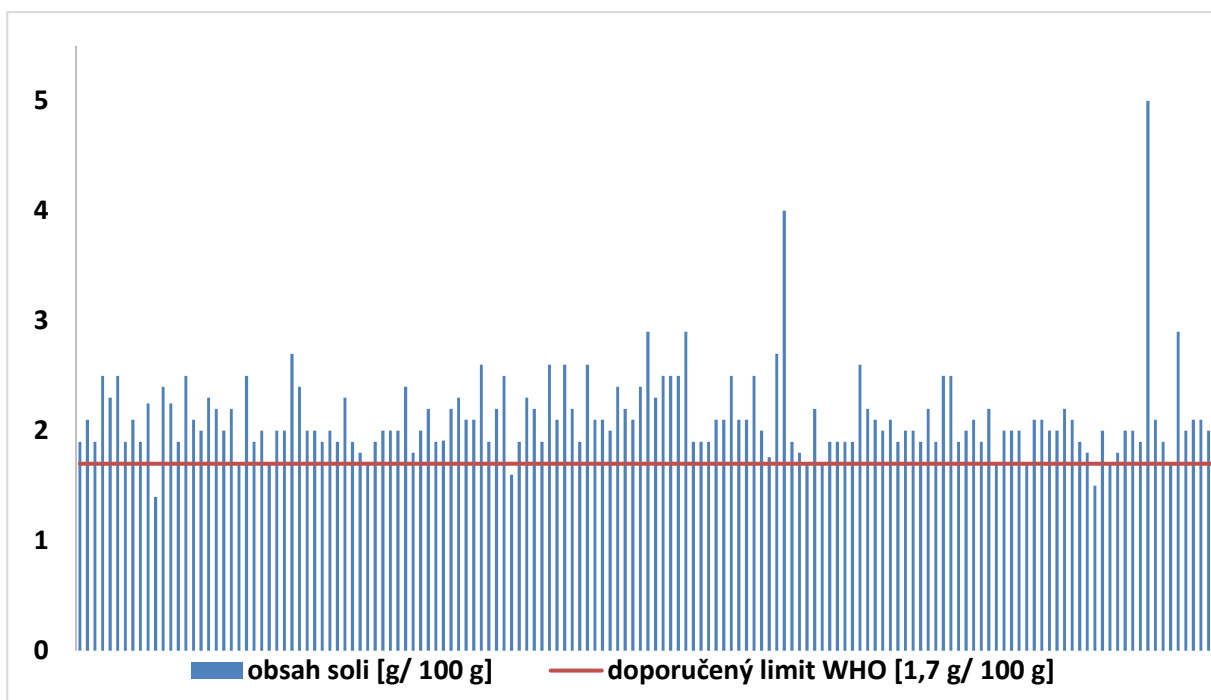
Sůl je běžně používaný název pro chlorid sodný, který je jedním z hlavních zdrojů sodíku ve výživě. Velké množství konzumované soli (9–12 g/ den) je považováno za vážný zdravotní problém. Nadměrná konzumace sodíku je spojována s negativními účinky na zdraví, z nichž nejvíce alarmující je zvýšený krevní tlak. Předpokládá se, že přibližně 26 % dospělých lidí na světě trpí hypertenzí, odhaduje se, že 62 % případů mrtvice a 49 % ischemické choroby srdeční je způsobeno vysokým krevním tlakem. Nadměrná spotřeba sodíku je také spojena s řadou dalších negativních účinků na zdraví, včetně rakoviny žaludku, snížené hustoty kostních minerálních látek a případně s obezitou. Přibližně 75–80 % soli ve stravě je přijato konzumací průmyslově zpracované potravy, 5–10 % přijaté soli se vyskytuje v potravinách přirozeně a 10–15 % je sůl přidaná během vaření nebo dosolení konzumentem tzv. „na stole“. V reakci na naléhavost snížení příjmu sodíku iniciovala Světová zdravotnická organizace (WHO) globální hnutí s cílem snížit příjem soli na méně než 5 g/ den do roku 2025. Lidské receptory pro slanou chuť se jsou schopny adaptovat na nízké koncentrace soli a malé, postupné snižování obsahu sodíku ve zpracovaných potravinách nemůže být detekováno smyslově a představuje tak cestu k redukci sodíku v potravním řetězci. Nicméně efektivní změna příjmu sodíku v populaci tímto způsobem by vyžadovala spolupráci všech konkurentů na trhu jako například současné snížení obsahu soli v určitém typu výrobku.

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

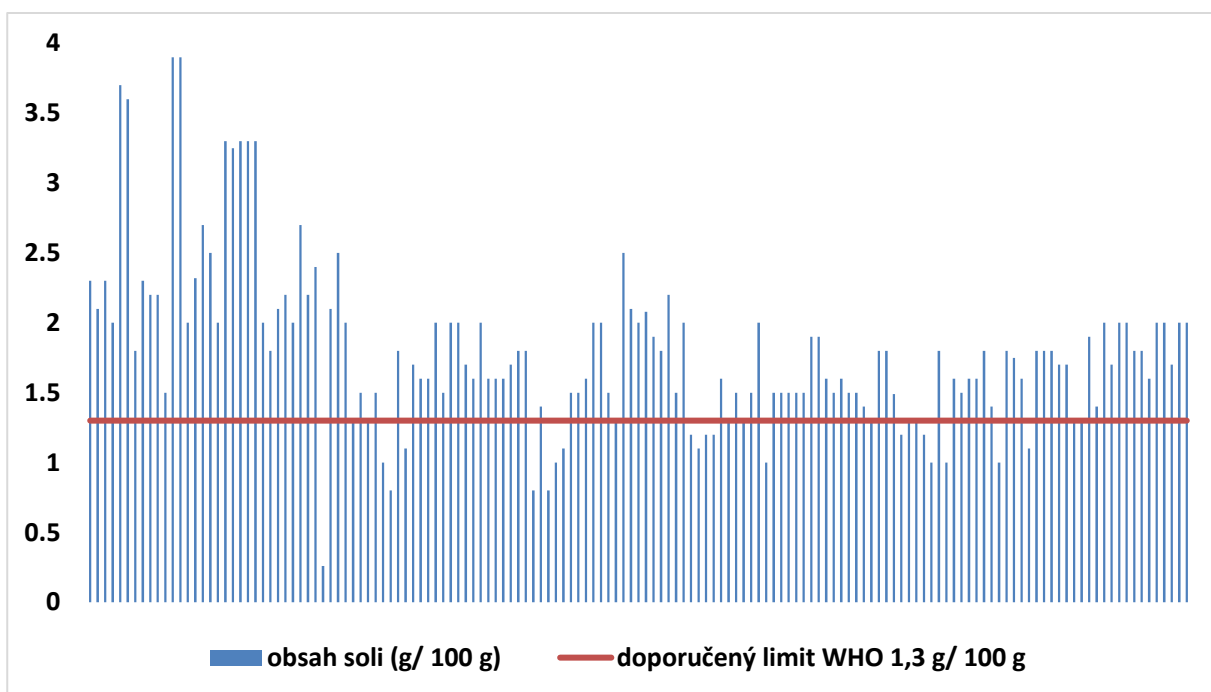
Za účelem kritického zhodnocení sortimentu výrobků byl proveden průzkum trhu, zaměřený na obsah soli v potravinách. Byly navštíveny prodejny obchodních řetězců s potravinami, působících v ČR, kde nakupuje potraviny velká část populace. Průzkum trhu byl zaměřený na potraviny s vysokým obsahem soli (sodíku), dostupné v tržní síti v České republice. Zkoumány byly například masné výrobky, sýry a další mléčné výrobky, rajčatové výrobky, nakládaná zelenina a slané pochutiny. Cílem tohoto průzkumu bylo porovnat obsah soli v rámci jednotlivých komodit potravin, uvést tyto hodnoty v kontextu s výživovými a zdravotními doporučeními a zhodnotit dosavadní snahy výrobců o reformulaci těchto výrobků.

Tab. 1 Obsah soli ve vybraných komoditách dostupných na trhu v ČR

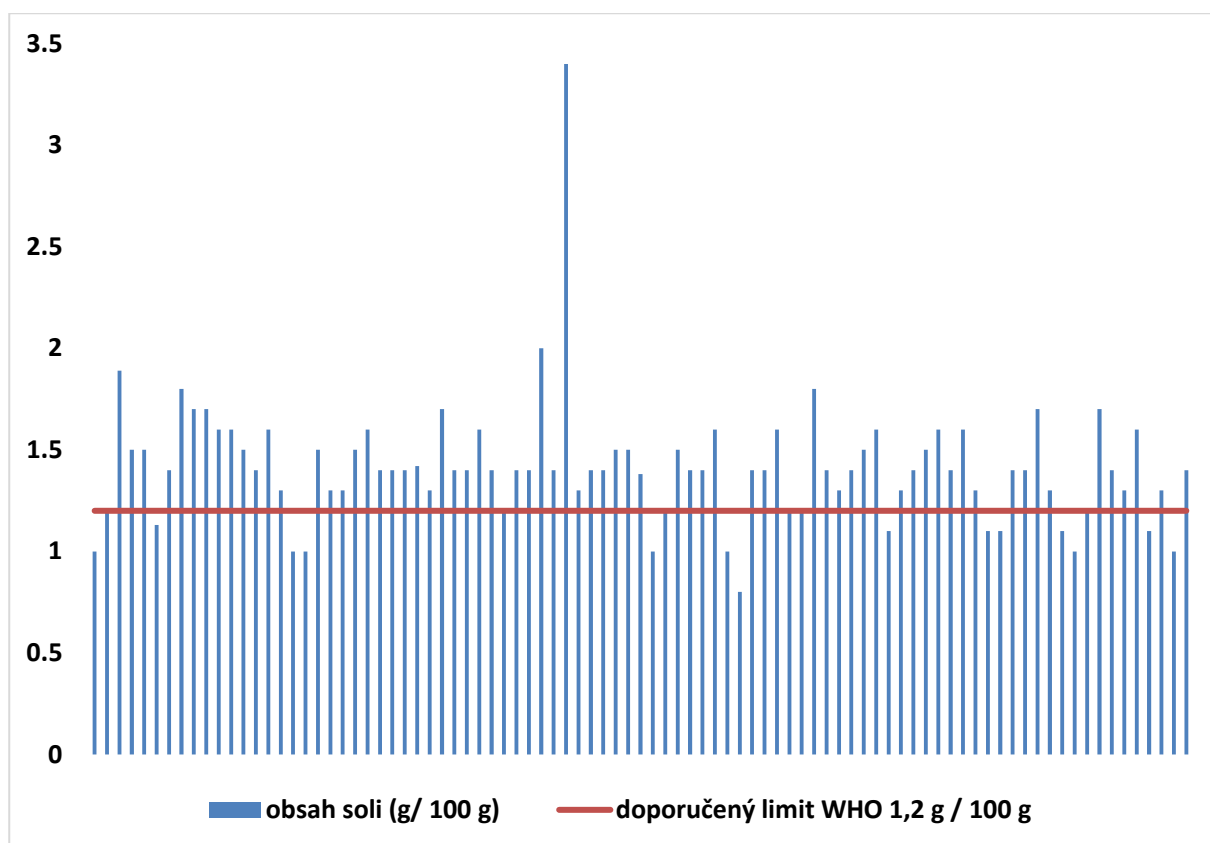
výrobek	počet vzorků *	maximum [g/100 g]	minimum [g/ 100 g]	průměr [g/ 100 g]
šunky	151	5	1,4	2,1
tavené sýry	35	3,9	0,26	2,5
polotvrdé sýry	112	2,5	0,8	1,6
balené chleby	89	3,4	0,8	1,4
chipsy solené	29	2,3	0,9	1,5
směsi koření	121	91,7	0	38,7
kečupy	40	3,12	1,2	2
olivy zelené	33	6,3	1,5	4
olivy černé	9	2,5	1,5	1,9



Graf 1 Obsah soli v šunkách dostupných na trhu v ČR



Graf 2 Obsah soli v polotvrdých a tavených sýrech dostupných na trhu v ČR



Graf 3 Obsah soli v balených chlebech dostupných na trhu v ČR

Povolená zdravotní a výživová tvrzení, týkající se obsahu soli

- s nízkým obsahem sodíku/ soli ($\leq 0,12$ g Na /100 g nebo ml)
- s velmi nízkým obsahem sodíku/ soli ($\leq 0,04$ g Na / 100 g nebo ml)
- bez přídavku sodíku/ soli ($\leq 0,12$ g Na/ 100 g nebo ml)
- se sníženým obsahem sodíku/ soli (alespoň o 25 % ve srovnání s ostatními produkty na trhu)

ZÁVĚR

Žádný výrobek (kromě několika produktů směsí koření, označených na etiketě jako „bez soli“) ze sledovaných komodit nebyl označen výživovými nebo zdravotními tvrzeními. Je nutné pořádat informační kampaně týkající se snížení obsahu soli, edukovat spotřebitele a označovat potraviny zdravotními a výživovými tvrzeními. Velká část produktů dostupných v tržní síti v ČR přesahovala limity obsahu soli doporučené WHO.

PODĚKOVÁNÍ

Projekt č. QK1910100 Vliv reformulace na trvanlivost a fyzikálně-chemické vlastnosti potravinářských výrobků je podpořen z „Programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017-2025: ZEMĚ“

Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 21-SVV/2019)

LITERATURA

- Allison, A. and A. Fouladkhah (2018).** "Adoptable Interventions, Human Health, and Food Safety Considerations for Reducing Sodium Content of Processed Food Products." *Foods* 7(2): 16.
- Kasper, H. (2015).** *Výživa v medicíně a dietetika*, GRADA Publishing.

Kloss, L., et al. (2015). "Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union — a review." *NFS Journal* 1: 9–19.

World Health Organization (2015) Nutrient profile model

http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/270716/Nutrient-children_web-new.pdf (přístup květen 2019)

SPECIATION ANALYSIS OF PHOSPHORUS AND TRACE ELEMENTS IN CHICKPEAS

Revenco D., Dubská K., Koplík R.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha

The soluble species of elements in chickpeas were analysed in the sample digestate prepared by in vitro enzymatic digestion under simulated gastrointestinal conditions. Total contents of the elements were determined using atomic absorption spectrometry, spectrophotometry and inductively coupled plasma mass spectrometry. The found contents of 16 elements were as follows: 25 µg/g of Na, 1150 µg/g of Mg, 10120 µg/g of K, 1210 µg/g of Ca, 3740 µg/g of P, 40 µg/g of Mn, 55 µg/g of Fe, 0,13 µg/g of Co, 2, 00 µg/g of Ni, 10 µg/g of Cu, 50 µg/g of Zn, 0.050 µg/g of As, 0.050 of µg/g Se, 1.50 µg/g of Mo, 0.002 µg/g of Cd and < 0.01 µg/g of Pb. The analysis of element species fractions was carried out using size exclusion chromatography hyphenated with inductively coupled plasma mass spectrometry. The Superdex 10/300 GL column was applied and the buffer solution of 0.02 mol/l Tris-HCl (pH = 7.5) was used as the mobile phase (flow rate of 0.5 ml/min). The results of chromatographic analysis showed that the majority of soluble zinc, nickel, cobalt and copper content is bound in a fraction of low-molecular chelates (0.6 – 0.7 kDa), whereas most of soluble iron is bound to a medium-molecular weight fraction (16 kDa). Manganese is present only as inorganic ionic species and phosphorus is distributed among several fractions of medium and low molecular weight.

SLEDOVÁNÍ OBSAHU AKRYLAMIDU VE SLADU V PRŮBĚHU HVOZDĚNÍ A V PIVU

Svoboda Z., Mikulíková R., Běláková S., Benešová K.

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., AZL - Sladařský ústav Brno

Akrylamid je toxická látka řazená mezi procesní kontaminanty, což jsou látky vznikající v průběhu zpracování potravin. Vytváří se v průběhu tepelného zpracování potravin, kdy dochází k mnoha reakcím, z nichž nejvýznamnější je Maillardova reakce. Faktory ovlivňující vznik akrylamidu jsou teplota, doba reakce a druh a dostupnost reaktantů, především aminokyseliny asparaginu a redukujících cukrů. Akrylamid vzniká ve významném množství tepelnou úpravou potravin nad 120 °C, maximum akrylamidu vzniká při 150 – 180 °C. Při vyšších teplotách je vznik akrylamidu podstatně nižší, protože eliminační reakce je rychlejší než reakce vzniku akrylamidu. Pro výrobu sladu je používáno zrno ječmen, surovina s obsahem dusíkatých sloučenin a s vysokým obsahem škrobu. V průběhu sladování se ve sladu působením enzymů zvyšuje obsah redukujících cukrů, během hvozdění dochází vlivem zvýšené teploty k biochemickým změnám a vznikají melanoidinové látky. Tyto podmínky jsou také velmi výhodné pro tvorbu akrylamidu.

Obsah akrylamidu v analyzovaných vzorcích sladu a piva byl stanoven metodou GC/MSD. V průběhu hvozdění se obsah akrylamidu ve sladu pohyboval v rozmezí 30 – 1039 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ a bylo potvrzeno teplotní maximum jeho vzniku (160 - 170 °C). Přes poměrně vysoký obsah akrylamidu ve sladu, nebyl v žádném z analyzovaných vzorků piva akrylamid detekován.

Poděkování: Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1918.

MONITORING OF ACRYLAMIDE CONTENT IN MALT DURING KILNING AND BEER

Acrylamide is a toxic substance produced during food processing, it is classified as a process contaminant. This substance is formed during the heat processing of foods, where many reactions occur, the most important being the Maillard reaction. The factors affecting the acrylamide formation are the temperature, reaction time, and type and availability of reactants, namely asparagine and reducing sugars. Acrylamide is produced in a significant amount by heat treatment of food above 120 °C, maximum acrylamide is produced at 150 - 180 °C. At higher temperatures, the formation of acrylamide is considerably lower as the elimination reaction is faster than the reaction of acrylamide formation. For the production of malt, barley grain, raw material containing nitrogen compounds and starch, is used. During malting, the content of reducing sugars in malt is increased by the action of enzymes; during kilning, due to the elevated temperature biochemical changes occur and melanoidin substances are formed. These conditions are also very advantageous for the formation of acrylamide. Acrylamide content in the analysed malt and beer samples was determined by the GC/MSD method. Acrylamide content in malt during kilning ranged from 30 to 1039 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ and the maximum temperature of its formation (160 - 170 °C) was confirmed. Despite a relatively high content of acrylamide in malt, acrylamide was not detected in any of the analysed beer samples.

Acknowledgement: The study was supported by the Ministry of Agriculture, institutional support of the Ministry of Agriculture RO1918:

SLEDOVÁNÍ OBSAHU 3-MCPD VE SLADU

Mikulíková R., Svoboda Z., Benešová K., Běláková S.
Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s., AZL - Sladařský ústav Brno

Sloučenina 3-MCPD (3-chlorpropan-1,2-diol) je procesní kontaminant vznikající při zpracování potravin, především při hydrolýze bílkovin. Tato látka se může vyskytovat v řadě dalších potravin vyrobených bez hydrolýzy, např. v tepelně upravených cereáliích (sladu, pečivu). Jako prekurzory vzniku 3-MCPD se zde pravděpodobně uplatňují endogenní lipidy obilovin a chloridové ionty. Výrobky ze sladu jako jsou např. sladová zrna, sladová mouka, sladové extrakty a výrobky určené pro barvení a dochucování obsahují nezanedbatelné množství 3-MPCD. Kontaminant tady pravděpodobně vzniká při sušení za vyšších teplot. 3-MCPD je klasifikován jako možný lidský karcinogen, pro který byl stanoven tolerovatelný denní příjem (TDI) ve výši 2 µg/kg tělesné hmotnosti.

Obsah 3-MCPD byl sledován v různých druzích sladu. Analýza obsahu 3-MCPD ve vzorcích sladu byla provedena metodou plynové chromatografie s hmotnostním detektorem. Mez stanovení obsahu 3-MCPD v analyzovaných vzorcích sladu byla 10 µg·kg⁻¹. Kombinovaná standardní nejistota metody byla 13 %. Přítomnost 3-MCPD nebyla potvrzena ve světlých sladech. Vysoký obsah 3-MCPD byl stanoven pouze v barvicích sladech (10-95 µg·kg⁻¹). Jedná se o výrobky, které jsou vystaveny velmi vysokým teplotám.

Poděkování: Výsledek vznikl za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora MZE-RO1918.

MONITORING OF 3-MCPD CONTENT IN MALT

3-MCPD (3-chlorpropan-1,2-diol) is a process contaminant formed during food processing, namely protein hydrolysis. This substance can also occur in a number of foods produced without hydrolysis, e.g. thermally processed cereals (malt, bakery products). Precursors of 3-MCPD may be endogenous lipids of cereals and chloride ions here. Malt products, such as malt grains, malt flour, malt extract, and products for dyeing and flavor additives contain a negligible amount of 3-MPCD. Presumably, contaminant is produced when drying at higher temperatures. 3-MCPD is classified as a possible human carcinogen for which a tolerable daily intake (TDI) of 2 µg/kg of body weight was established. 3-MCPD content was studied in various kinds of malt. Analysis of 3-MCPD content in malt samples was performed by gas chromatography with a mass detector. The limit of detection of 3-MCPD content in the analyzed malt samples was 10 µg·kg⁻¹. The combined standard uncertainty of the method was 13%.

The presence of 3-MCPD was not confirmed in pale malts. High 3-MCPD content was determined only in black malts (10-95 µg·kg⁻¹). These are products which are exposed to very high temperatures.

Acknowledgement: The study was supported by the Ministry of Agriculture, institutional support of the Ministry of Agriculture RO1918.

FAKTORY OVPLYVŇUJÚCE TVORBU AKRYLAMIDU V PUFOVANÝCH CHLEBÍKoch

Ciesarová Z.¹, Kukurová K.¹, Jelemenská V.¹, Horváthová J.¹, Murín J.²

1) Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Výskumný ústav potravinársky – Odbor chémie a analýzy potravín, Priemyselná 4, 824 75 Bratislava, Slovenská republika

2) Celpo, s.r.o., Areál PPS 1711, 962 23 Očová, Slovakia

Úvod

Cereálie majú nezastupiteľné miesto v ľudskej výžive, pretože sú vyváženým zdrojom energie a výživovo hodnotných zložiek, sú dostupné, celosvetovo rozšírené a preto predstavujú základ výživy ľudstva. Osobitne významné sú cereálie v celozrnnnej forme, pretože obsahujú sacharidy, bielkoviny, vlákninu, vitamíny, najmä vitamíny skupiny B (tiamín a riboflavín), vitamín E a dôležité prvky ako sú železo, horčík, fosfor a zinok. Ich výživová hodnota môže byť navyše obohatená kombináciou s inými nutrične hodnotnými plodinami. Medzi ne patrí aj rakytník rešetliakový (*Hippophae rhamnoides*), ktorý je bohatý na karotenoidy a tokoferoly, kyselinu L-askorbovú a iné vitamíny, rutín, kvercetín a ďalšie polyfenoly a flavonoidy, esenciálne aminokyseliny a polynenasýtené mastné kyseliny [1]. Tieto zložky sa nachádzajú v hojnej miere aj v rastlinnom materiáli, ktorý je vedľajším produktom spracovania plodov rakytníka na šľavu, teda vo výliskoch. Po usušení týchto výliskov, resp. ich separovaných častí (semená, šupky, listy) je možné pridať tento materiál k múke, z ktorej sa vyrábajú rôzne cereálne produkty.

Najviac rozšíreným produktom na cereálnej báze je čerstvý chlieb v jeho rôznych formách. Alternatívou k chlebu, ktorý má krátku trvanlivosť, sú rôzne trvanlivé produkty, medzi nimi aj cereálne výrobky spracované pufovaním. Pufovanie je technologický postup, pri ktorom sa zrno v matrici pufovacieho stroja lisuje pri vysokom tlaku (9 – 12 MPa) a teplote (220 – 260 °C) pár sekúnd (3 – 9 s) a následným prudkým poklesom tlaku v matrici dochádza k rýchlemu odpareniu vody, čím sa mení štruktúra zrna. Bunkové jadrá sa potrhajú a zníži sa hmotnosť zrna. Pufovanie dodáva zrnu príjemnú chuť a spraví ho stráviteľnejším. Nízky obsah vlhkosti zabezpečuje odolnosť voči mikrobiologickej kontaminácii a predĺženie trvanlivosti na niekoľko mesiacov pri zachovaní nutričných parametrov.

Nevýhodou je, že počas tepelného spracovania dochádza k samovoľnej tvorbe nežiaduceho pravdepodobne karcinogénneho akrylamidu, ktorého hlavnými prekursorami sú aminokyselina L-asparagín a sacharidy [2]. Obe tieto zložky sú hojne prítomné v celozrnnom materiáli aj v sušenom rakytníku, čím vzniká potenciál pre intenzívnu tvorbu akrylamidu, podobne ako pri iných tepelne spracovaných potravinách zo zemiakov a niektorých druhov zeleniny [3]. Akrylamid taktiež vzniká pražením kávových či iných zŕn, z ktorých sa pripravujú nápoje alebo kaše. Táto pravdepodobne karcinogénna zlúčenina sa musí regulovať podľa Nariadenia Komisie č. 2017/2158, ktorým sa stanovujú opatrenia na minimalizáciu množstva akrylamidu a jeho referenčné hodnoty v potravinách [4]. Referenčná hodnota pre pufované výrobky z rôznych druhov cereálií je týmto Nariadením stanovená na hodnotu 300 µg/kg.

Obsah akrylamidu v hotových výrobkoch závisí jednak od prítomnosti a dostupnosti oboch prekursorov v surovinách, jednak od intenzity tepelného spracovania a tiež od ďalších faktorov, ktoré ovplyvňujú rozsah Maillardovej reakcie (pH, vlhkosť, prítomnosť rôznych anorganických a organických solí, najmä vo forme kypridiel alebo aditívnych látok a pod.). Zmenou týchto parametrov je možné čiastočne ovplyvniť tvorbu akrylamidu, aj keď jeho úplná eliminácia nie je možná. Taktiež sú známe ďalšie opatrenia, ktorými sa môže obsah akrylamidu redukovat' na čo najnižšiu možnú mieru, napr. prídavok konkurenčných aminokyselín (napr. lyzín), ktoré prednostne reagujú so sacharidmi bez tvorby nežiaduceho akrylamidu, alebo zaradenie fermentácie do výrobného postupu, ktorou sa zníži dostupnosť sacharidov pre reakciu s asparagínom a zároveň tvorbou organických kyselín dochádza k poklesu pH, pri ktorom sa spomaľuje tvorba akrylamidu. Ďalším opatrením môže byť aplikácia enzýmov, ktoré katalyzujú konverziu asparagínu na kyselinu asparagovú, čím sa takisto predchádza masívnej tvorbe akrylamidu, navyše bez dopadu na kvalitatívne ukazovatele finálneho produktu. Sumár týchto opatrení, ktoré sú aplikovateľné v jednotlivých

komoditách výroby potravín, je dostupný jednak v predmetnom Nariadení Komisie č. 2017/2158 [4], jednak v aktualizovanej príručke Acrylamide Toolbox 2019 [5]. Každý výrobca potravín s rizikom tvorby akrylamidu je zodpovedný za výber, aplikáciu, overenie účinnosti a záznam vhodných opatrení tak, aby obsah akrylamidu neprekročil príslušné referenčné hodnoty.

V tejto štúdií bol monitorovaný obsah akrylamidu v pufovaných chlebíkoch z raže, špaldy, pšenice, ovsu, ryže, kukurice a pohánky a bola vyhodnotená účinnosť niektorých opatrení na zníženie obsahu akrylamidu.

Materiál a metódy

Vzorky

Vzorky pufovaných chlebíkov z cereálií raž, špalda, ovos, pšenica, kukurica, ryža, pohánka boli pripravené a dodané výrobcom Celpo, spol. s.r.o., Očová.

Stanovenie akrylamidu

Akrylamid bol stanovený pomocou techniky LC-MS/MS (Agilent Technologies, USA), kvapalinový chromatograf 1260 Infinity, hmotnostný detektor Triple Quad 6460, s použitím vnútorného štandardu d3-akrylamid po extrakcii do okyslenej vody podľa validovaného postupu [6]. Metóda zodpovedá požiadavkám na stanovenie akrylamidu v potravinách podľa Nariadenia Komisie č. 2017/2158 [4], pričom kvôli ich splneniu sa laboratórium zúčastnilo medzinárodného testovania FAPAS pre stanovenie akrylamidu v testovacom materiáli č. 3084 (sušienky), dosiahnuté z-skóre bolo -0,1.

Štatistické zhodnotenie

Na štatistické porovnanie experimentálnych dát bola využitá metóda ANOVA – procedúra Tukey-HSD (Unistat v. 6.0) pre porovnanie významnosti rozdielov skupinových priemerov. Za štatisticky významné boli považované rozdiely s hodnotou $P < 0.05$.

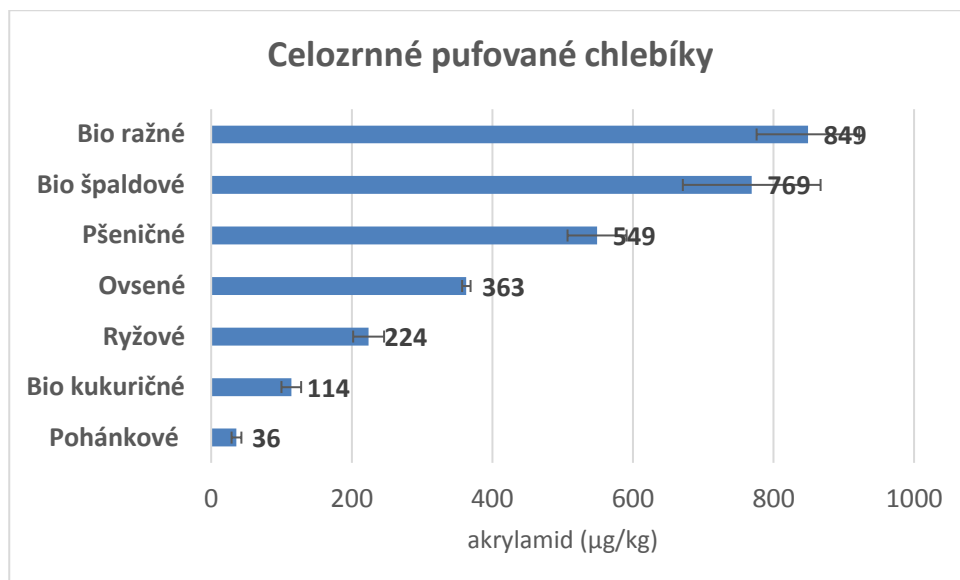
Výsledky a diskusia

Technológia výroby pufovaných chlebíkov.

Pufované chlebíky sa zvyčajne vyrábajú priamo zo zrna, avšak v niektorých prípadoch sa uprednostňuje použitie múky ako východiskovej suroviny kvôli lepším organoleptickým vlastnostiam a lepšej stráviteľnosti finálnych chlebíkov. V prípade výroby celozrnných špaldových, ovsených a pohánkových chlebíkov je východiskovou surovinou celozrnná múka s vlhkosťou 8 – 12,5 %. Pred spracovaním múky na medzisurovinu, tzv. extrudát, sa zvýši jej vlhkosť pridaním vody na obsah približne 21 – 24 %. Po samotnej extrúzii sa vyrobený extrudát (pelety) dosuší na výslednú vlhkosť 16 – 18,5 %, čo je vlhkosť vhodná pre produkciu celozrnných pufovaných chlebíkov na pufovacích strojoch (obdobná vlhkosť je aj pre výrobu zo zrna). Nastavenie pufovacieho stroja je v rozmedzí: tlak 9 – 12 MPa, teplota 220 – 260 °C, doba pečenia 3 – 9 sekúnd podľa druhu suroviny. Výsledné chlebíky majú vlhkosť približne 4 %.

Obsah akrylamidu v pufovaných chlebíkoch z rôznych cereálií.

Vzhľadom na uvedené podmienky tepelného spracovania dochádza počas pečenia k samovoľnej tvorbe akrylamidu v pufovaných chlebíkoch. Obsah akrylamidu v jednotlivých druhoch cereálnych chlebíkov bol v rozsahu 36 – 849 µg/kg, v závislosti od druhu cereálií (Obr. 1). Najnižší obsah akrylamidu bol pozorovaný v pohánkových chlebíkoch (36 µg/kg), najvyššia hodnota bola nameraná v ražných chlebíkoch (849 µg/kg). Hodnota akrylamidu v pohánkových, ryžových a kukuričných chlebíkoch bola nižšia ako 300 µg/kg, čo je referenčná hodnota akrylamidu pre pufované výrobky podľa Nariadenia Komisie č. 2017/2158 [4]. Pšeničné, špaldové a ražné chlebíky niekoľkonásobne prekročovali túto hodnotu. Hodnota akrylamidu v ovsených chlebíkoch (363 µg/kg) bola blízko referenčnej hodnoty.



Obr. 1. Obsah akrylamidu ($\mu\text{g}/\text{kg}$) v pufovaných chlebíkoch pripravených z rôznych druhov múk.

Na základe zistených údajov sa dá predpokladať, že obsah akrylamidu v chlebíkoch úzko súvisí s dispozíciou suroviny k tvorbe akrylamidu na základe obsahu voľnej aminokyseliny L-asparagín v múke. Je známe, že obsah asparagínu je vyšší v ražných, špaldových a ovsených múkach, na druhej strane pohánkové, kukuričné a ryžové múky majú relatívne nízky obsah asparagínu [7]. Keďže asparagín je lokalizovaný najmä v obalových častiach zrna, celozrnné múky majú v porovnaní s hladkými múkami vyšší obsah asparagínu. Taktiež spôsob pestovania cererálií (bio vs. konvenčný spôsob) súvisiaci s aplikáciou dusíkatých a sírnych hnojív sa prejavuje na obsahu asparagínu v surovinách. Biosuroviny zvyčajne obsahujú viac asparagínu v porovnaní s konvenčne pestovanými surovinami (vlastné nepublikované výsledky).

Pri tých druhoch chlebíkov, ktoré prekročovali referenčnú hodnotu pre obsah akrylamidu, boli testované niektoré opatrenia uvedené v Nariadení Komisie [4] a bola overená ich účinnosť na zníženie obsahu akrylamidu.

Vplyv odrody na obsah akrylamidu v ražných chlebíkoch

Kvôli vysokému obsahu akrylamidu v ražných chlebíkoch bol sledovaný vplyv dvoch odrôd raže (Dankowskie Diament - DD a Ryefood - RF) na obsah akrylamidu v chlebíkoch pripravených za identických podmienok spracovania. Hodnoty akrylamidu sa líšili o 17 % ($640 \mu\text{g}/\text{kg}$ pre odrodu DD, $772 \mu\text{g}/\text{kg}$ pre odrodu RF) (Tab. 1). Dá sa predpokladať, že rozdiel bol spôsobený variabilitou v obsahu asparagínu v rôznych odrodách raže, avšak suroviny neboli exaktne testované na obsah asparagínu.

Tabuľka 1 Obsah akrylamidu v ražných pufovaných chlebíkoch pripravených z rôznych odrôd

Počet ks/100 g	Odrod a raže	T_{HM} ($^{\circ}\text{C}$)	T_{DM} ($^{\circ}\text{C}$)	Doba pečenia (s)	Vlhkosť (%)	Akrylamid ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
18	DD	228	232	3,4	15,3	640 ± 39
18	RF	228	232	3,4	15,3	772 ± 6

DD – Dankowskie Diament, Ryefood – RF, HM – horná matrica, DM – dolná matrica

Vplyv intenzity pečenia na obsah akrylamidu.

Jedným z faktorov, ktoré ovplyvňujú tvorbu akrylamidu vo finálnom produkte, je intenzita tepelného spracovania, teda teplota pečenia a doba jej pôsobenia [6]. V prípade pufovaných chlebíkov je teplota pečenia z hľadiska tvorby akrylamidu veľmi vysoká ($220 - 260 \text{ }^{\circ}\text{C}$), aj keď doba jej pôsobenia je veľmi krátka (3 – 9 s). Zmena týchto parametrov je síce limitovaná požiadavkami na kvalitatívne vlastnosti

výsledného produktu (súdržnosť a tvar chlebíka, chrumkavosť, prepečenosť, farba, chuť a vôňa chlebíka), ale aj malá zmena hodnôt týchto parametrov sa prejaví na zmene obsahu akrylamidu vo finálnom produkte. V prípade ražných chlebíkov z odrody raže Dankowskie Diament sa zníženie teploty pečenia o 4 °C a skrátenie doby pečenia o 0,3 s prejavilo na poklese obsahu akrylamidu z hodnoty 849 µg/kg na 640 µg/kg, teda o 25 % (Tab. 2). Napriek tomu je táto hodnota stále relatívne vysoká a prekračuje referenčnú hodnotu uvedenú v Nariadení Komisie [4].

Tabuľka 2 Obsah akrylamidu v ražných pufovaných chlebíkoch pripravených pri rôznom teplotnom režime

Počet ks/100 g	T _{HM} (°C)	T _{DM} (°C)	Doba pečenia (s)	Akrylamid (µg/kg)
18	232	236	3,7	849 ± 73
18	228	232	3,4	640 ± 39

HM – horná matrica, DM – dolná matrica

V prípade ovsených chlebíkov bola znížená teplota pečenia z 252, resp. 262 °C (horná, resp. dolná matrica na pečenie) na hodnotu 250 °C (teplota oboch matric) pri zachovaní doby pečenia (4 s), čo sa odrazilo na znížení obsahu akrylamidu o približne 20 % z hodnoty 363 µg/kg na 293 µg/kg (Tab. 3). Táto hodnota je už pod hranicou referenčnej hodnoty.

Tabuľka 3 Obsah akrylamidu v ovsených pufovaných chlebíkoch pripravených za rôznom teplotnom režime

Počet ks/80 g	T _{HM} (°C)	T _{DM} (°C)	Doba pečenia (s)	Akrylamid (µg/kg)
13	252	262	4	363 ± 6
13	250	250	4	293 ± 9

HM – horná matrica, DM – dolná matrica

Vplyv vlhkosti na obsah akrylamidu

Okrem intenzity tepelného spracovania má vplyv na tvorbu akrylamidu aj obsah vody v surovine. Pri vyšších hodnotách vlhkosti je výsledný obsah akrylamidu nižší [7]. V prípade testovania účinnosti tohto opatrenia na ďalšej sérii ražných chlebíkov z odrody raže Ryefood bol technologický postup upravený aj v smere významného zníženia teploty pečenia o 12 až 15 °C na oboch matriciach pri súčasnom zvýšení vlhkosti z 15,3 % na 16,5 %. Táto úprava mala za následok podstatné zníženie obsahu akrylamidu o 80 %, a to z hodnoty 772 µg/kg na hodnotu 152 µg/kg, čo je hlboko pod referenčnou hodnotou (Tab. 4). Napriek sľubnému výsledku však kvalitatívne parametre finálneho výrobku boli nepriaznivo zmenené. Výrobok bol celkovo vlhkejší, gumovitejší a menej chrumkavý. Z uvedeného vyplýva, že vhodným výberom a kombináciou opatrení sa dá dosiahnuť zníženie obsahu akrylamidu vo finálnom výrobku, avšak je potrebná dôslednejšia optimalizácia procesu, aby boli súčasne dostatočne zachované kvalitatívne parametre finálneho výrobku.

Tabuľka 4 Obsah akrylamidu v ražných pufovaných chlebíkoch pripravených pri rôznom teplotnom režime a rôznej vlhkosti

Počet ks/100 g	T _{HM} (°C)	T _{DM} (°C)	Doba pečenia (s)	Vlhkosť (%)	Akrylamid (µg/kg)
18	228	232	3,4	15,3	772 ± 6
18	213-216	217-220	3,4	16,5	152 ± 23

HM – horná matrica, DM – dolná matrica

Vplyv veľkosti špecifického povrchu na obsah akrylamidu.

Okrem vyššie spomínaných parametrov suroviny (obsah asparagínu súvisiaci s druhom a odrodou cereálie, spôsobom pestovania a mletia, vlhkosť suroviny) a technologického procesu (teplota pečenia a doba jej pôsobenia) je obsah akrylamidu ovplyvnený aj veľkosťou produktu [5]. Je známe, že k tvorbe akrylamidu dochádza predovšetkým na povrchu výrobku, kde je teplota najvyššia a vlhkosť sa pôsobením vysokej teploty rýchlo znižuje. V prípade zníženia špecifického povrchu zvýšením hmotnosti produktu je celkový obsah akrylamidu vztiahnutý na rovnakú hmotnosť výrobku nižší. Pri pufovaných chlebíkoch je možné veľkosť povrchu ovplyvňovať pomocou hrúbky jednotlivých kusov chlebíkov. Jednotlivé balenia chlebíkov s hmotnosťou 100 g môžu obsahovať od 10 až do 20 ks chlebíkov, v závislosti od ich hrúbky. Hrubšie chlebíky však potrebujú intenzívnejšie tepelné spracovanie (vyššiu teplotu a dlhšiu dobu pôsobenia). Napriek týmto extrémnejším teplotným podmienkam (teploty 236/240 °C, doba 4 s) pre ražné chlebíky z odrody raže Dankowskie Diament s väčšou hrúbkou, a teda s menším počtom kusov v balení (14 ks/100 g), bol obsah akrylamidu 506 µg/kg, čo je o 40 % menej ako v chlebíkoch s menšou hrúbkou (18 ks/100 g) spracovaných pri teplotách 232/236 °C počas 3,7 s (Tab. 5). Tento fenomén bol pozorovaný aj pri iných komoditách, napr. pri zemiakových hranolčekoch alebo pri chlebe. V prípade chleba sa akrylamid tvorí najmä v chlebovej kôrke, preto chlieb s väčšou hmotnosťou a nižším podielom kôrky voči celkovej hmotnosti chleba má celkovo nižší obsah akrylamidu [8, 9]. Podobne, rovnaká hmotnosť hrubších zemiakových hranolčekov má nižší obsah akrylamidu ako v prípade tenkých hranolčekov, opäť z dôvodu menšej plochy povrchu v prípade hrubších hranolčekov [10].

Tabuľka 5 Obsah akrylamidu v ražných pufovaných chlebíkoch s rôznou hrúbkou

Počet ks/100 g	T _{HM} (°C)	T _{DM} (°C)	Doba pečenia (s)	Akrylamid (µg/kg)
18	232	236	3,7	849 ± 73
14	236	240	4,0	506 ± 39

HM – horná matrica, DM – dolná matrica

Vplyv rakytníkových semien na obsah akrylamidu.

Rakytník rešetliakový (*Hippophae rhamnoides L.*) je mimoriadne hodnotnou plodinou z nutričného hľadiska, pričom nielen samotné plody, ale aj vedľajšie produkty spracovania rakytníkových plodov na šťavu sú bohaté na mnohé zdraviu prospešné látky ako sú β-karotén, kyselina L-askorbová, rutín, kvercetin, iné polyfenoly a flavonoidy, esenciálne aminokyseliny a polynenasýtené mastné kyseliny. Jedným z takýchto vedľajších produktov je aj samostatná frakcia sušených semien rakytníka bohatá najmä na nenasýtené mastné kyseliny a antioxidačné látky.

Na druhej strane, rakytník a jeho morfológické frakcie obsahujú voľnú aminokyselinu asparagín, ktorá je dominantná, čo pri tepelnom spracovaní dáva predpoklad zvýšenej tvorby akrylamidu. Tento predpoklad sa potvrdil aj pri aplikácii sušených zomletých semien rakytníka do pufovaných kukuričných chlebíkov (5 % hm.) (Tab. 6).

Tabuľka 6 Obsah akrylamidu v kukuričných pufovaných chlebíkoch bez a s rakytníkovými semenami

Pufované kukuričné chlebíky	Obsah akrylamidu (µg/kg)
Bez rakytníka	114 ± 14
S rakytníkovými semenami (5 % hm.)	176 ± 10

Výsledný obsah akrylamidu sa zvýšil o približne 55 % v porovnaní s kukuričnými chlebíkmi bez prídavku (114 µg/kg), avšak celková hodnota akrylamidu v kukuričnom chlebíku so semenkami rakytníka 176 µg/kg bola spoľahlivo nižšia ako referenčná hodnota stanovená Nariadením Komisie [4]. Z nutričného hľadiska je teda aplikácia tohto vedľajšieho produktu spracovania rakytníka prínosom. V ďalšom štúdiu bude venovaná pozornosť aj iným vedľajším produktom rakytníka (výlisky obsahujúce dužinu a listy s vysokým obsahom polyfenolov, flavonoidov a karotenoidov a ďalších látok

s antioxidačnou aktivitou), ktoré môžu významne prispieť k zvýšeniu nutričnej hodnoty najmä tých chlebíkov, ktoré sú prirodzene nízkoakrylamidové a zároveň sú chudobné na výživovo hodnotné zlúčeniny. V prípade prekročenia referenčnej hodnoty obsahu akrylamidu bude testovaná možnosť aplikácie asparaginázy, ktorou sa zabezpečí prevencia tvorby akrylamidu bez dopadu na kvalitatívne a nutričné parametre.

Záver

Tvorba akrylamidu v pufovaných chlebíkoch je ovplyvnená viacerými parametrami, a to jednak samotným druhom a odrodou cereálie, spôsobom jej pestovania a spracovania na múku, jednak parametrami technologického spracovania suroviny (nakrápanie vodou na dosiahnutie požadovanej vlhkosti, intenzita tepelného spracovania, teda teplota pečenia a doba jej pôsobenia), ako aj prídavkom ďalších zložiek. Zníženie tvorby akrylamidu vo finálnych výrobkoch pod referenčnú hodnotu stanovenú Nariadením Komisie č. 2017/2158 je možné dosiahnuť viacerými opatreniami. Ich účinná aplikácia či kombinácia viacerých opatrení si vyžaduje dôslednú optimalizáciu tak, aby boli čo najviac zachované kvalitatívne parametre finálneho výrobku. Perspektívnym spôsobom na zabránenie tvorby akrylamidu je použitie enzýmu asparagináza, ktorým sa eliminuje hlavný prekursor aminokyselina L-asparagín. Jeho uplatnenie však tiež vyžaduje optimalizáciu procesu výroby.

Podakovanie: Tento príspevok vznikol v rámci projektu APVV-17-0212 „Bioaktívne látky rakytníka rešetliakového a ich uplatnenie vo funkčných potravinách“ a projektu APVV-16-0088 „Komplexné využitie rastlinnej biomasy v biopotravinách s pridanou hodnotou“. Pri práci bola využitá infraštruktúra Centra excelentnosti pre kontaminujúce látky a mikroorganizmy v potravinách (ITMS 26240120042) a Laboratória cereálnych technológií zriadeného v rámci projektu „Stratégia eliminácie akrylamidu v technológii potravín“ (ITMS 26240220091). Podakovanie patrí PD Tvrdošovce za poskytnutie vzoriek rakytníka rešetliakového.

Referencie

- [1] Vinita, D. P. – Kumari, N.: Potential health benefits of Sea buckthorn oil- A review. *Agricultural Reviews*, 38(3), 2017, pp. 233-237.
- [2] Mottram, D. S. – Wedzicha, B. L. – Dodson, A. T.: Acrylamide is formed in the Maillard reaction. *Nature* 419, 2002, pp. 448-449.
- [3] Constantin, O. E. – Kukurová, K. – Daško, E. – Stănciuc, N. – Ciesarová, Z. – Croitoru, C. – Răpeanu, G.: Modelling the contaminants formation during thermal processing of sea buckthorn purée. *Molecules* 24, 2019, 1571.
- [4] Nariadenie Komisie (EÚ) 2017/2158 z 20. novembra 2017, ktorým sa stanovujú opatrenia na minimalizáciu množstiev akrylamidu a jeho referenčné hodnoty v potravinách. Úradný vestník Európskej únie z 21.11.2017, L 304/24-304/44. Available from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R2158&from=EN>
- [5] Acrylamide Toolbox 2019. Food Drink Europe, Belgium 2019. Available from: https://www.fooddrinkeurope.eu/uploads/publications_documents/FoodDrinkEurope_Acrylamide_Toolbox_2019.pdf
- [6] Ciesarová, Z. – Kukurová, K. – Bednáriková, A. – Morales F.J.: Effect of heat treatment and dough formulation on the formation of Maillard reaction products in fine bakery products-benefits and weak points. *Journal of Food and Nutrition Research*, 48 (1), 2009, pp. 20-30.
- [7] Ciesarová, Z. – Kukurová, K. – Bednáriková, A. – Hozlár, P. – Ruckschloss, E.: Amino acid profile of selected wholegrains important to acrylamide formation in cereal-based products. *Chemické Listy* 102, 2008, pp. 613-614.
- [8] Ciesarová, Z. – Kukurová, K. – Mikušová, L. – Basil, E. – Polakovičová, P. – Duchoňová, L. – Vlček, M. – Šturdík, E.: Nutritionally enhanced wheat-oat bread with reduced acrylamide level. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 6 (3), 2014, pp. 327-334.
- [9] Przygodzka, M. – Piskula, M. K. – Kukurová, K. – Ciesarová, Z. – Bednáriková, A. – Zieliński, H.: Factors influencing acrylamide formation in rye, wheat and spelt breads. *Journal of Cereal Science*, 65, 2015, pp. 96-102.
- [10] Ciesarová, Z. – Kiss, E. – Boegl, P.: Impact of L-asparaginase on acrylamide content in potato products. *Journal of Food and Nutrition Research*, 45 (4), 2006, pp. 141-146.

R 4

TUKY A REFORMULACE, KDE TO MÁ SMYSL?

Brát J.

Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Na Fabiánce 146, 182 00 Praha 8 – Březiněves

Úvod

Tuky patří vedle bílkovin a sacharidů mezi základní živiny. Jejich běžná, nedostatečná, ale i nadměrná konzumace ovlivňuje zdraví člověka pozitivním i negativním způsobem. Tuky patří mezi velmi často diskutovaná témata v souvislosti s kvalitou stravování. O výživě byla napsána spousta knih. Je až s podivem, kolik rozporuplných informací týkajících se tuků v nich můžeme najít. Příčin je několik. Problém je, že tuky vždy konzumujeme jako součást celkové stravy a z pohledu vlivu konzumace tuků na lidské zdraví existuje spousta činitelů, jako je rovnováha příjmu a výdeje energie, poměr tuků a ostatních živin v rámci stravy, celková skladba mastných kyselin, které přijímáme ze všech potravin, stejně jako synergické či antagonistické působení některých živin na rizikové faktory neinfekčních onemocnění hromadného výskytu. Mezi tato onemocnění se řadí srdečně cévní onemocnění, obezita, vysoký krevní tlak, diabetes 2. typu a některá nádorová onemocnění. Záleží i na tom, jak se s tuky nakládá a jaké tuky se používají k různým účelům. Všechny tyto souvislosti je potřeba sledovat v celkovém kontextu. Potravinářský průmysl reaguje na vědecké poznatky z oblasti výživy a snaží se nabídnout potraviny s lepší výživovou hodnotou. Stávající receptury výrobků se upravují, mění se obsah tuku v potravinách a jeho složení. Ne vždy však tyto snahy vedou k cíli přinést na trh výrobek s přidanou výživovou hodnotou.

Optimální příjem tuku

Jak ukazují spotřebitelské průzkumy, jsou tuky veřejností vnímány jako strašák, kterému je třeba se vyhýbat. Nízký příjem tuku byl propagován hlavně v USA v 80. letech minulého století. Na základě toho se na trhu objevila řada „light“ výrobků, kde byl obsah tuku cíleně snižován, někdy až na nulu. Tento trend není již delší dobu bezmyšlenkovitě podporován. Většina z nás má zažitý doporučený příjem pro tuky v množství 30 % z celkového příjmu energie. Horní hranice doporučeného příjmu tuku v posledních letech roste místo, aby se snižovala. Ve výživových doporučeních odborných společností z poslední doby se můžeme setkat i s relativně vysokou horní hranicí doporučeného příjmu pro tuky ve výši 35 i 40 % z celkového příjmu energie^{1,2}. Minimální příjem tuku na úrovni 15 % je důležitý z důvodu zajištění dostatečného příjmu esenciálních mastných kyselin a vitamínů rozpustných v tucích, 20 % potřebují ženy v reprodukčním věku, osoby s nízkou tělesnou hmotností (Body Mass Index BMI <18,5) a nejnovějších 25 % v doporučeních pro obyvatele Skandinávie bylo zavedeno z důvodu, aby se současně o stejnou energetickou hodnotu ponížil příjem sacharidů, který je často dodáván do organismu prostřednictvím nadměrného množství jednoduchých cukrů. Studie ARIC prokázala, že jak vysoký, tak i nízký příjem tuků není z hlediska výživy žádoucí³. Příjem sacharidů a tuků by měl být vyvážený a podle studie ARIC optimum odpovídá cílovým hodnotám v doporučeních pro obyvatele Skandinávie (sacharidy 52-53 %, tuky 32-33 %). Ukazuje se, že je v rámci reformulací důležité, co tuk ve výrobcích nahradí. Tuk má ve výrobcích často funkční vlastnosti, podílí se na textuře výrobku. To do značné míry limituje reformulace. Pokud tuky nahradí cukry nebo přídavek škrobů, není to z výživového hlediska přínosem. Záměna tuku za bílkovinu, jako v případě jogurtů s nižším obsahem tuku je z výživového hlediska pozitivní.

Transmastné kyseliny – priorita reformulací

Transmastné kyseliny v potravinách pocházejí hlavně ze dvou zdrojů. Transmastné kyseliny vznikají přirozeně v bachoru skotu a ovcí (enzymově řízenou hydrogenací) nebo v průmyslových technologiích částečným ztužováním tuku vodíkem. Menší, většinou nutričně nevýznamné množství transmastných kyselin, vzniká také v olejích po jejich záhřevu na vyšší teplotu. Všechny zdroje transmastných kyselin ovlivňují negativně krevní lipidy⁴. Jediným nutričně významným zdrojem příjmu jsou však částečně ztužené tuky, proto se hledala technologická řešení, jak je ve výrobcích nahradit. Jako vhodná surovina

se ukazuje palmový olej, případně jeho frakce. Reformulace probíhají již od poloviny 90. let. Vlajkovou lodí reformulací byly roztíratelné tuky, což je kategorie, ve které se částečně ztužené tuky podařilo až na malé výjimky u méně významných výrobců nejdříve odstranit. Přesto se stále objevují v tisku a na internetu články spojující margariny s transmastnými kyselinami. Země západní Evropy jsou v nahrazování tuků s vysokým obsahem transmastných kyselin v předstihu. Jak vyplývá z monitoringu trhu, výrobky s nutričně významným obsahem transmastných kyselin mají svůj původ v tuzemsku nebo v zemích střední a východní Evropy. V České republice chybí účinné edukační kampaně a politika státu, které by reformulace s cílem nahradit částečně ztužené tuky podpořily. Z důvodu nejednotnosti přístupu k problematice transmastných kyselin, kdy některé státy začaly zavádět vlastní legislativní opatření omezující jejich použití v potravinách, zavedla Evropská komise limit v celé Evropské unii. V dubnu 2019 bylo zveřejněno Nařízení (EU) č. 2019/649, podle kterého nesmí obsah transmastných kyselin jiných než přirozeně se vyskytujících v tučných živočišného původu překročit v potravinách určených pro konečného spotřebitele a pro maloobchod hodnotu 2 g na 100 g tuku. Potravinu s obsahem transmastných kyselin vyšším bude možno uvádět na trh pouze do 1. dubna 2021. I když se jedná o velmi významný právní předpis z pohledu vlivu konzumace potravin na zdraví, nedošlo k jeho významnější medializaci. Informace se možná nedostala ani ke všem výrobcům, kteří částečně ztužené tuky používají. Během necelých 2 let budou všichni výrobci k reformulačním donuceni. Nebude to úplně jednoduchá záležitost. Přestože alternativy k částečně ztuženým tukům existují a jsou komerčně dostupné, jejich chování ve výrobě není identické, v řadě případů to bude vyžadovat i úpravu výrobních zařízení.

Zapomíná se na nasycené mastné kyseliny

Podle WHO, FAO a řady další odborných společností by příjem nasycených mastných kyselin neměl překračovat 10 % z celkového příjmu energie. Výjimku tvoří doporučení Francie, podle nichž je tolerovaný příjem pro nasycené mastné kyseliny vyšší – 12 % z celkového příjmu energie. Tento parametr je však doprovázen dalším limitem – 8 % z celkového příjmu energie pro součet nasycených mastných kyselin laurové (C12:0), myristové (C14:0) a palmitové (C16:0), přičemž obě omezení platí současně⁵. Z praktického hlediska se limit pro součet kyselin laurové, myristové a palmitové uplatňuje dříve a lze jej považovat za přísnější, než omezení pro veškeré nasycené mastné kyseliny⁶. Limit 8 % z celkového příjmu energie pro součet nasycených mastných kyselin laurové, myristové a palmitové je proto srovnatelný s 10 % z celkového příjmu energie pro všechny nasycené mastné kyseliny. Francouzská doporučení se tedy systémově neliší od ostatních.

U osob se zvýšeným rizikem kardiovaskulárních onemocnění se doporučuje příjem nasycených mastných kyselin i nižší. American Heart Association – AHA uvádí cílové hodnoty 5-6 % z celkového příjmu energie⁷. Tato hodnota je však velmi obtížně dosažitelná. Podle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin – EFSA by hodnota příjmu nasycených mastných kyselin měla být co nejnižší⁸. Česká republika nevybočuje z rámce existujících mezinárodních doporučení. Příjem nasycených mastných kyselin by měl být nižší než 10 % z celkového příjmu energie – 20 g⁹. Lidský organismus je schopen pokrýt potřebu nasycených mastných kyselin vlastní syntézou, příjem z potravin není tudíž bezpodmínečně nutný. Nadměrná konzumace nasycených mastných kyselin zvyšuje hladinu celkového i LDL-cholesterolu, což mimo jiné potvrdila i přehledová studie WHO¹⁰. Na druhou stranu nasycené mastné kyseliny zvyšují zároveň hladinu HDL-cholesterolu, což bývá někdy využíváno na jejich obhajobu. Zvyšování hladiny LDL-cholesterolu je však z hlediska vlivu na zdraví mnohem významnější. Souvislost vysoké konzumace nasycených mastných kyselin se zvýšenými riziky kardiovaskulárních onemocnění potvrzuje i EFSA¹¹.

Reformulace vyžadují systémový přístup

Návod, jak postupovat při reformulacích podává dokument EU pro vnitrostátní aktivity týkající se vybraných výživových látek, jejichž nadměrná konzumace ovlivňuje zdraví¹². Aktivity by měly vycházet z 5 základních principů. Jednotlivé státy by měly sledovat příjem energie a vybraných živin, které mají dopad na zdraví populace. Na základě těchto údajů by měla být stanovena srovnávací kritéria pro vybrané živiny v rámci jednotlivých kategorií potravin, přičemž hlavní pozornost by měla být

věnována těm, které nejvíce přispívají k příjmu těchto živin. To by mělo představovat základ pro návazné reformulace s cílem snížit obsah vybraných živin ve výrobcích nebo zmenšit velikost porcí. Klíčovou úlohu přitom hraje společenská úroveň znalostí týkající se těchto živin a jejich vlivu na zdraví, stejně jako představa o tom, jak by měla vypadat správná skladba stravy z hlediska jejího obsahu, velikosti porcí a frekvence konzumace. Vše by mělo být završeno vyhodnocováním účinnosti výše zmíněných aktivit a monitoringem aktuálního příjmu vybraných živin. K problematice týkající se nasycených mastných kyselin byla následně vydána Příloha I¹³. V dokumentu se mimo jiné konstatuje, že by bylo obtížné stanovit absolutní cílovou hodnotu pro příjem nasycených mastných kyselin (např. v gramech) v rámci jednotlivých kategorií potravin na úrovni Evropské unie. Stravovací zvyklosti se na lokální úrovni liší. Je proto na jednotlivých státech nastavit si vlastní cíle. Snížení příjmu nasycených mastných kyselin by nemělo vést ke zvýšení příjmu transmastných kyselin, cukru, soli a energie. Dokument uvažoval o snížení příjmu nasycených mastných kyselin v rámci jednotlivých států o 5 % v průběhu 4 let od jeho vydání v roce 2012 a dalších 5 % do roku 2020 oproti příjmu v roce 2012, který by byl vzat jako základ. V rámci kategorií mléčných a masných výrobků by měly být podporovány výrobky s nižším obsahem tuku, přičemž obsah cukru a soli by se neměl zvyšovat. V kategoriích jako hotová jídla, tuky, oleje, margariny, sníadaňové cereálie a jídla podávaná v restauracích by měl být obsah nasycených mastných kyselin, co nejnižší. Opět je zmíněna edukace ve společnosti jako důležitý prvek úspěšnosti reformulací. Rovněž je třeba dbát, aby se rozšiřování nabídky sortimentu s nižším obsahem nasycených mastných kyselin týkalo výrobků všech cenových hladin, aby se tak zajistila dostupnost pro všechny sociální skupiny.

Iniciativy k reformulacím tuků nejsou příliš vidět

Na trhu se objevila řada úspěšných reformulací, kdy došlo k poklesu obsahu nasycených mastných kyselin. Na druhou stranu chybí systémový přístup v duchu dokumentů EU, který by zacílil na jednotlivé výrobní skupiny a vyhodnocoval účinnost reformulací z hlediska celkového poklesu příjmu nasycených mastných kyselin. Chybí i osvěta společnosti, která musí být bezpodmínečnou součástí reformulací. Spotřebitel bez náležité edukace nebude výrobky s přidanou výživovou hodnotou vyhledávat. Světová zdravotnická organizace WHO hodnotila v roce 2017 jednotlivé země světa, jak plní cíle z hlediska prevence neinfekčních onemocnění hromadného výskytu¹⁴. Součástí hodnocení bylo mimo jiné, zda existují na národní úrovni politiky na snížení konzumace nasycených a eliminaci transmastných kyselin vzniklých v rámci průmyslových technologií. V tab. I jsou z této zprávy vytažena hodnocení pro jednotlivé země z hlediska přístupu ke konzumaci nasycených a transmastných kyselin na národní úrovni. Česká republika nepatří mezi dobře hodnocené země. Lépe jsou hodnoceny země jako Bulharsko, bývalé země Sovětského svazu (Estonsko, Litva a Lotyšsko) a to není dobrá vizitka pro naši republiku.

Tab. I. Plnění závazků v snížení konzumace nasycených a transmastných kyselin

Belgie	Bulharsko	Česká republika	Dánsko	Estonsko	Finsko	Francie	Chorvatsko	Irsko	Itálie	Kypr	Litva	Lotyšsko	Lucembursko	Maďarsko	Malta	Německo	Nizozemsko	Polsko	Portugalsko	Rakousko	Rumunsko	Řecko	Slovensko	Slovinsko	Spojené království	Španělsko	Švédsko
-	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+
+	dosázeno											-	nedosaženo														

Bez palmového oleje?

Na trhu se objevují výrobky označené tvrzením bez palmového oleje, ukazující na skutečnost, že výrobek neobsahuje palmový olej, který byl nahrazen jiným tukem. Některé reformulace jsou z výživového hlediska pozitivní, např. některé snídaně cereálie nebo instantní výrobky začaly používat olej řepkový. Při výrobě bramborových lupínků byl palmový olej nahrazen teplotně stabilním slunečnicovým olejem s vysokým obsahem kyseliny olejové. To jsou změny z výživového hlediska pozitivní a jedná se o klasické reformulace s cílem snížit příjem nasycených mastných kyselin ve stravě. Pokud však nahradí palmový olej v sušenkách kakaové máslo, chybí výživový přínos. Snaha nahradit palmový olej ve výrobcích je někdy vedena důvody ekologickými. Pokud se kvůli palmovému oleji vypalují pralesy nebo vysouší rašeliniště, dochází obrovskému nárůstu emisí CO₂ do ovzduší. Pokud se však při pěstování palmy olejné uplatňují principy udržitelného rozvoje, není záměna za tuky podobného složení mastných kyselin na místě. Navíc je docela pravděpodobné, že kakaové máslo použité ve výrobku místo palmového oleje rovněž pochází z území s vykácenou původní vegetací. O ztrátě biodiversity se hovoří hlavně v souvislosti s palmovým olejem, přitom kvůli sóji se vykácelo mnohem větší plochy, pěstební kapacity kaka, avokáda a dalších plodin jsou nedostatečné a rozšiřují se na úkor původní vegetace. V Itálii se konaly rozbor složení výrobků s označením „bez palmového oleje“ a u většiny z nich nedošlo k poklesu obsahu nasycených mastných kyselin v porovnání s výrobky, které palmový olej obsahovaly. Podle právních výkladů lze považovat tvrzení „bez palmového oleje“ za matoucí a z hlediska legislativy nepřijatelné. Pro použití tvrzení musí existovat objektivní důvody a potravina musí být lepší z hlediska výživového či jiného např. ekologického. Z hlediska výživového lze tvrzení „bez palmového oleje“ přirovnat k tvrzení „se sníženým obsahem nasycených mastných kyselin“. Toto tvrzení lze použít, je-li obsah nasycených mastných kyselin oproti obdobným výrobkům snížen o 30 %. Jiné důvody pro tvrzení „bez palmového oleje“ (např. ekologické) musí být doložitelné. Tato odůvodnění chybí v případech, pochází-li palmový olej z udržitelných zdrojů.

Závěr

Reformulace výrobků s nutričně významným obsahem transmastných kyselin jsou vynuceny nařízením EU. Na jejich realizaci zbývají necelé 2 roky. Reformulace týkající se nasycených mastných kyselin pokulhávají, dochází k dílčím realizacím na úrovni firemních programů společenské odpovědnosti. Edukační kampaně cílené na spotřebitele i malé a střední podniky chybí. Chybí i analýza příjmu nasycených mastných kyselin z jednotlivých výrobních kategorií a systematický přístup k reformulacím, jak navrhuje dokumenty Evropské unie.

Literatura

1. Report of an Expert Consultation (2010). Fats and Fatty Acids in Human Nutrition. FAO Food and Nutrition Paper 91. Dostupné na <http://foris.fao.org/preview/25553-0ece4cb94ac52f9a25af77ca5cfba7a8c.pdf>, staženo z internetu 19.8.2019.
2. Nordic Nutrition Recommendation (2012). Dostupné na <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:704251/FULLTEXT01.pdf>, staženo z internetu 19.8.2019.
3. Seidelmann SB et al (2018). Dietary carbohydrate intake and mortality: a prospective cohort study and meta-analysis. *Lancet Public Health*; 3 (9): E419-E428.
4. Brouwer I A (2016). Effects of trans-fatty acids intake on blood lipids and lipoproteins: a systematic review and meta-regression analysis. WHO. Dostupné na <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/246109/1/9789241510608-eng.pdf>, staženo z internetu 19.8.2019.
5. Legrand P (2013). New French Nutritional Recommendation for Fatty Acids. FAO and WHO. Dostupné na <http://www.fao.org/3/a-as572e.pdf>, staženo z internetu 19.8.2019.
6. Brát J, Doležal M (2016). Složení tuků v maloobchodní síti v roce 2016. *Potravinářská revue*; (3): 14-18.

7. Společnost pro výživu (2012). Výživová doporučení pro obyvatelstvo České republiky. Dostupné na <http://www.vyzivaspol.cz/vyzivova-doporuceni-pro-obyvatelstvo-ceske-republiky/>, staženo z internetu 19.8.2019.
8. Eckel RH et al (2014). 2013 AHA/ACC Guideline on Lifestyle Management to Reduce Cardiovascular Risk A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*; 129: S76-S99.
9. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies, (2010). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal*; 8 (33): 1461 [107 pp.].
10. Mensink RP et al (2016). Effects of saturated fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a systematic review and regression analysis. Dostupné na <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/246104/1/9789241565349-eng.pdf>, staženo z internetu 19.8.2019.
11. EFSA (2010). Opinion on establishing Food-Based Dietary Guidelines. *EFSA Journal*; 8(3):1460 [42 pp.].
12. EU Framework for National Initiatives on Selected Nutrients (2013). Dostupné na https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/nutrition_physical_activity/docs/euframework_national_nutrients_en.pdf, staženo z internetu 19.8.2019.
13. Annex I. Saturated Fat (2012). Dostupné na https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/nutrition_physical_activity/docs/satured_fat_eufnism_en.pdf, staženo z internetu 19.8.2019.
14. WHO Noncommunicable Diseases Progress Monitor. WHO 2017, dostupné na <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/258940/1/9789241513029-eng.pdf?ua=1>, staženo z internetu 19.8.2019.

Poděkování: Příspěvek vznikl za finanční podpory z prostředků Ministerstva zemědělství v rámci projektu "Zlepšení odborné erudovanosti v oblasti zdravé výživy a zdravého životního stylu v souvislosti s konzumací tuků".

Sborník příspěvků

XLIX. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin

Vydala: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6, ve spolupráci s Výzkumným ústavem potravinářským Praha, v. v. i., Radiová 1285/7, 102 00 Praha 10.

Editor: Karel Cejpek

Rok vydání: 2019

Počet stran: 178

Elektronická verze publikace ve formátu PDF.