

TRENDY

N P
P C

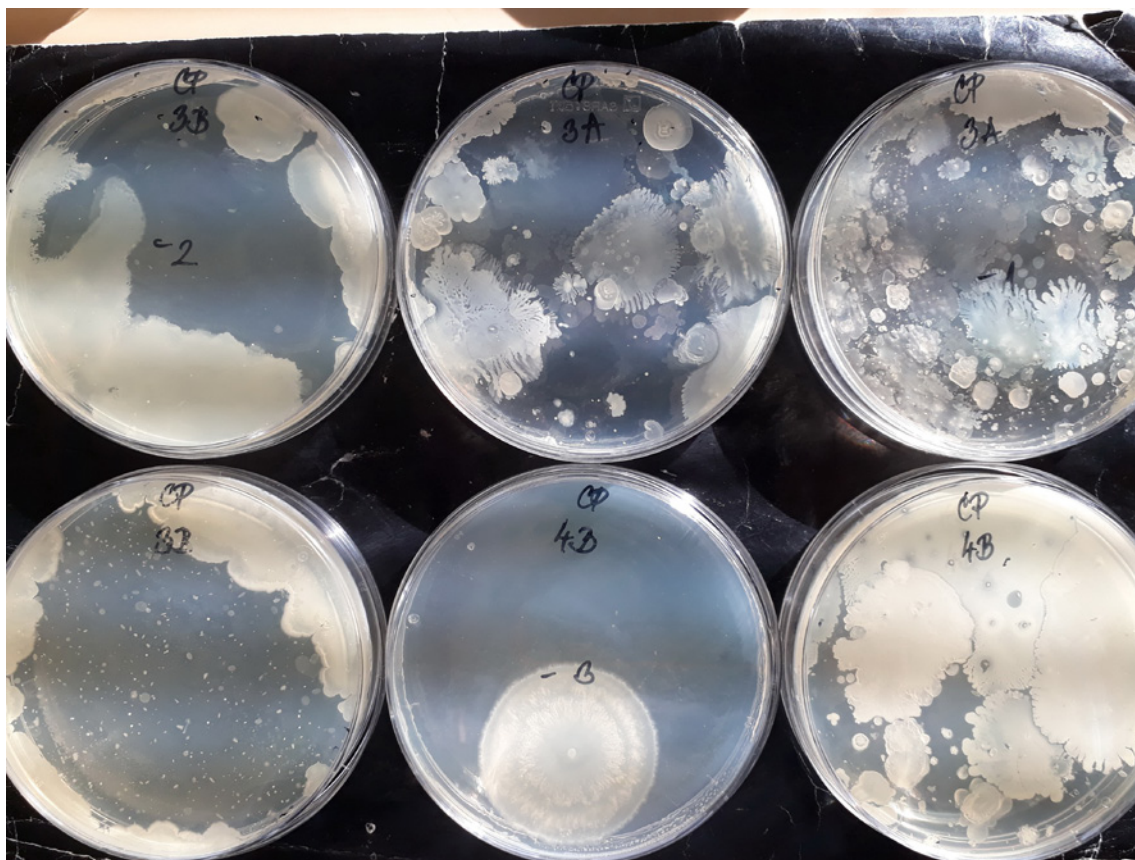
v potravinářství

číslo 1/2024
ročník XXIX.





Kultivačná mikrobiologická analýza *Listeria monocytogenes* v mäsovom diele na výrobu klobásy.



Rôznorodá morfológia kolónií sporulujúcich baktérií z mäsových výrobkov obsahujúcich korenie (klobása, tlačienka).

- ← Na prednej strane obálky:
 Príprava suroviny (bravčové mäso) na výrobu varených mäsových výrobkov.
 Varený mäsový výrobok (tlačienka) po tepelnom opracovaní.

TRENDY V POTRAVINÁRSTVE

Ročník XXIX., 2024, č. 1

Registrácia

ISSN 1336-085X
EV 5999/21

Vydáva

Národné poľnohospodárske
a potravinárske centrum
Výskumný ústav potravinársky
Priemyselná 4, P. O. Box 31
82475 Bratislava 25
IČO 42337402

Tel.: 02/50237036

E-mail: riaditel.vup@nppc.sk

www.vup.sk

www.nppc.sk

Redakčná rada

Ing. Martin Polovka, PhD.
Ing. Stanislav Baxa, PhD.
Ing. Eva Kačíková, CSc.
RNDr. Tomáš Kuchta, DrSc.
Ing. Blanka Tobolková, PhD.
RNDr. Lenka Bartošová, PhD.
doc. Ing. Stanislav Šilhár, CSc.

Redakcia:

Ing. Zuzana Lichnerová
Justína Farbulová

Vychádza 2x ročne.

Vyšlo v júni 2024.

Za správnosť a zrozumiteľnosť
jednotlivých príspevkov sú
zodpovední autori
Neprešlo jazykovou korektúrou

NEPREDAJNÉ



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV
POTRAVINÁRSKY

OBSAH

Náhradné zdroje vápnika pri laktózovej intolerancii a alergii na kravské mlieko Porubská, J.	3
Salatrimy – tuky so zníženou energetickou hodnotou Bartošová, L.	8
Arzén a jeho vplyv na zdravie spotrebiteľa Šalgovičová, D.	9
Maximálne hodnoty akrylamidu v potravinách už čoskoro Ciesarová, Z.	11
Mikrobiálne biofilmy v potravinárstve Kačíková, E.	14
Nové názvoslovie laktobacilov Koreňová, J. – Kuchta, T.	16
Bisfenol A v potravinách Priščáková, L.	17
Mikrobiológia kváskového chleba Čaplová, Z. – Minarovičová, J.	19
Charakterizácia arómy bardejovského medu Kopuncová, M. – Sádecká, J.	20
Vplyv technológie na zachovanie prospešných látok v ovocných džemoch Koreňová, J. – Kubincová, J.	23
Kontaminácia ovocných kapsičiek s jablkovým pretlakom a škoriceou v USA Světlíková, A.	24
Pokroky v detekcii norovírusov v potravinách Minarovičová, J. – Kuchta, T.	25
Extrakcia DNA a molekulárno-biologická analýza bakteriálnych spoločenstiev v ovčej srvátke Rešková, Z. – Kuchta, T.	26
Salmonelóza z kebabového polotovaru Koreňová, J. – Kuchta, T.	28
Genetická diverzita <i>Listeria monocytogenes</i> v potravinárskom prostredí Véghová, A.	29
Informácie o bezpečnosti štartovacích kultúr je možné získať z ich genómu Koreňová, J. – Kuchta, T. – Brežná, B.	31
Borievkový olej a jeho antimikróbne vlastnosti Panghyová, E. – Panghyová, L. – Vargová, V.	33

Cícer v potravinárstve	36
Panghyová, L. – Pastucha, Ľ. – Panghyová, E.	
Red Moon – jablko červené aj vo vnútri	37
Dimitrov, F. – Sádecká, J.	
Lyofilizácia potravín rastlinného pôvodu	39
Lopašovská, J. – Kuchta, T.	
Deacidifikácia rastlinných olejov tekutou lipázou	40
Kunštek, M.	
Antioxidačná aktivita polysacharidov	42
Blažková, M.	
Hroznové semená v potravinárstve	43
Ženišová, K. – Kuchta, T.	
Aktuálne poznatky o skladovaní čierneho čaju	45
Sádecká, J.	



Monitorovanie teploty počas výroby varených mäsových výrobkov (bravčová klobása).

NÁHRADNÉ ZDROJE VÁPNIKA PRI LAKTÓZOVEJ INTOLERANCIÍ A ALERGII NA KRAVSKÉ MLIEKO

Janka Porubská

Intolerancia mliečného cukru laktózy a alergia na bielkoviny kravského mlieka sú dnes veľmi rozšírené metabolické poruchy. Najmä batolata a deti v predškolskom veku trpia často niektorou z uvedených porúch, prípadne oboma. U dospelých, predovšetkým v dôsledku zníženej tvorby enzýmu laktázy s pribúdajúcimi rokmi, prevládajú problémy najmä s laktózovou intoleranciou. V oboch prípadoch je nutné úplne alebo čiastočne obmedziť konzumáciu mlieka a mliečnych výrobkov.

Aj napriek množstvu odporcov konzumácie mlieka však mlieko a mliečne výrobky patria k hlavným živočíšnym zdrojom vápnika. Mlieko a mliečne výrobky sú výborným zdrojom vápnika nielen z pohľadu jeho koncentrácie (Tab. 1), ale aj z pohľadu optimálneho pomeru vápnika a bielkovín či pomeru vápnika a fosforu. Biovyužitelnosť vápnika je najvyššia pri čerstvých syroch. Z pohľadu nutričných faktorov, prítomnosť laktózy stimuluje absorpciu vápnika. Ako teda nahradiť príjem vápnika najmä u detí, ktoré nesmú konzumovať žiadne mliečne výrobky práve v období rastu?

Pri laktózovej intolerancii je možné vynechať samotné mlieko a konzumovať kyslomliečne výrobky a syry, kde je obsah laktózy prirodzene nízky, pretože sa vplyvom baktérií mliečného kysnutia počas fermentácie laktóza mení na kyselinu mliečnu. Kyselina mliečna už nespôsobuje tráviace ťažkosti. Na trhu dnes existuje aj množstvo výrobkov, ktoré majú znížený obsah laktózy, prípadne sú úplne bez laktózy. Disacharid laktóza sa pri výrobe bezlaktózových potravín štiepi pomocou pridaného enzýmu laktáza na jednoduché cukry glukózu a galaktózu, čím majú výrobky sladšiu chuť. Tolerancia na laktózu je rôzna, niektorí ľudia ju tolerujú v malých množstvách (5–10 g naraz), iní tolerujú len veľmi malé dávky (1–2 g naraz). Obsah laktózy v kravskom, ovčom a kozom mlieku sa podľa literatúry líši. Niektoré zdroje uvádzajú, že ovčie mlieko má vyšší obsah laktózy ako kravské a kozie. Údaje v európskej databáze EuroFIR však naznačujú, že v priemere sú rozdiely minimálne. Obsah laktózy varíruje v závislosti od ročného obdobia, krmiva a technologického spracovania mlieka.

Pre názornosť, 2,5 dl kravského mlieka obsahuje približne 12 g laktózy, ovčie a kozie 11 g. Mieru znášateľnosti je nutné sledovať u každého človeka zvlášť. Z malého prieskumu bezlaktózových mliek predávaných na Slovensku vyplýva, že obsahujú maximálne 0,01 g laktózy v 100 g mlieka. Podobne je to u bezlaktózového masla.

Zaujímavým faktom je, že napriek rastúcemu počtu ľudí trpiacich touto poruchou metabolizmu neexistujú žiadne limity ani legislatíva EÚ, ktorá by pomohla zorientovať sa v tejto problematike a definovala pojmy ako „bezlaktózový“, „so zníženým obsahom laktózy“ alebo určovala limity pre zvyškový alebo znížený obsah laktózy vo výrobkoch určených pre spotrebiteľov s laktózovou intoleranciou. V škandinávskych krajinách sa aplikuje limit 10 mg / 100 g

Janka Porubská, Odbor potravinových databáz, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Janka Porubská, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: janka.porubska@nppc.sk

Tab. 1. Priemerný obsah vápnika v skupine mliečnych výrobkov.

Skupina potravín*	Priemerné množstvo vápnika (mg / 100 g jedlého podielu)
Mlieko sušené	1073
Syry tvrdé a polotvrde	844
Syr kozí tvrdý	728
Bryndza	678
Syry tavené	617
Syr ovčí	475
Syry s plesňou	377
Syry čerstvé mäkké	286
Mlieko zahustené	282
Syr kozí polotvrde	278
Syr kozí mäkký	202
Jogurt ovčí	198
Mlieko ovčie	188
Jogurt kozí	144
Mlieko konzumné	139
Jogurty	139
Cmar	128
Smotana	90
Tvaroh	71
Srvátka	51
Maslo	19

* Druhovo nešpecifikované výrobky pochádzajú z kravského mlieka.

alebo 10 mg/100 ml pre bezlaktózové potraviny a limit 1 g/100 g alebo 1 g/100 ml pre výrobky s nízkym obsahom laktózy.

Kým pri laktózovej intolerancii je možné vápnik získať z upravených mliečnych výrobkov, a teda je možné do určitej miery dosiahnuť substitúciu vápnika, pri alergii na bielkovinu kravského mlieka je to náročné, pretože zdroje vápnika je nutné hľadať v rastlinných alternatívnych výrobkoch (napríklad rastlinných nápojoch), ktoré nie sú vždy obohatené o vápnik, alebo v iných potravinách. Kontrola príjmu vápnika je v tomto prípade namieste. Pokiaľ príjem nie je naplnený, musia sa hľadať alternatívne zdroje vápnika v strave alebo v liekoch, čiže terapeutickou alebo doplnkovou substitúciou.

Kým deti s alergiou na bielkovinu kravského mlieka sa do veku 3 rokov môžu kŕmiť náhradnou mliečnou výživou s upravenou receptúrou, ktorá obsahuje potrebné množstvo vápnika, deti predškolského veku (od 3 rokov) musia mlieko vylúčiť a konzumovať jeho náhrady. Pri alergii na bielkovinu kravského mlieka je nutné eliminovať konzumáciu takmer všetkých mliečnych výrobkov a nahradiť ich rastlinnými alternatívami (napríklad na báze sóje alebo ryže). V literatúre sa uvádza, že aj ohrev mlieka pri vysokej teplote môže zmeniť štruktúru mliečného proteínu, a tým zredukovať obsah alergénnych štruktúr bielkovín. Takýmto spôsobom ošetrované mlieko však nemusí byť vhodné pre všetkých.

Hoci ovčie a kozie mlieko sú ľahšie stráviteľné, pretože majú menšie tukové guľôčky než kravské mlieko, pri alergii na bielkoviny kravského mlieka sa neodporúča nahrádzať kravské mlieko ovčím alebo kozím. Hrozí tzv. skrížená alergia, kedy organizmus reaguje na alergény podobnej chemickej štruktúry, hoci pochádzajú z rôznych zdrojov. Na druhej strane

v rôznych experimentálnych štúdiách sa overilo, že existuje určitá skupina ľudí s indikovanou alergiou na kravské mlieko, ktorí tolerujú ovčie a kozie mlieko. Výskumy naznačujú, že v živočíšnych mliekach sa vyskytujú rôzne druhy proteínov a u ľudí sa môže vyskytovať alergia iba na niektoré z nich. Paradoxne sa v odborných článkoch spomínajú aj pacienti, ktorí neznášajú kozie a ovčie mlieko, ale neprejavuje sa u nich alergia na kravské mlieko. Tieto prípady sú však spochybňované nepresnosťou použitých biochemických metód.

Ďalším aspektom, ktorý je nutné zohľadniť pri hľadaní alternatívnych zdrojov vápnika sú aj faktory, ktoré vplyvajú na jeho biologickú využiteľnosť. Tieto faktory môžu byť exogénne a endogénne. Exogénne sú definované stravou, t. j. typom a množstvom látok, ktoré daný minerál obsahujú, oxidačným stupňom v danej látke, rozpustnosťou, prítomnosťou antagonistických iónov a prítomnosťou zlúčenín, ktoré podporujú alebo znižujú absorpciu vápnika. Endogénne faktory súvisia s organizmom a radíme sem genetické faktory, vek, pohlavie, fyziologický stav (napr. tehotenstvo a dojčenie), existujúce zásoby vápnika v organizme, emočný stav človeka a jeho ochorenia.

Pokiaľ sa vyskytne u dieťaťa alergia na bielkovinu kravského mlieka, zvyčajne prvé kroky v zmene stravovania sa týkajú úplného vylúčenia akejkoľvek mliečnej zložky zo stravy vrátane smotany, srvátky a masla obsiahnutých aj v stopových množstvách v potravinách, aby sa zregenerovala sliznica čreva. V takomto prípade nastáva problém, ako nahradiť vápnik, ktorý je v detskom veku nevyhnutný na vývoj kostí a zubov. Veľa výrobcov potravín totiž uvádza na obaloch výrobkov stopové množstvá mlieka, aj keď ich výrobok neobsahuje. Vo výnimočných prípadoch totiž môže vo výrobe dôjsť ku krížovej kontaminácii, ak sa v jednej prevádzke popri hypoalergénnych potravinách vyrábajú aj potraviny obsahujúce alergény. Preto sa často vyskytuje takéto označenie aj na obaloch takých výrobkov, v ktorých by sme stopy mlieka neočakávali, ako sú napríklad sušené hrozienka, kešu orechy, tekvicové semienka, kypriaci prášok do pečiva, rasca, strúhaný kokos alebo kukuričné chrumky.

Trh s výrobkami určenými ako alternatíva mlieka a mliečnych výrobkov je dnes široký. Existujú náhradky mlieka, jogurtov, smotany, tvrdých i čerstvých syrov a masla, ktoré sú vyrábané z rastlinných produktov ako ryža, kokosový tuk, sója, ovos alebo mandle. Niektoré výrobky sú obohatené o vápnik v podobe fosforečnanov vápenatých. Niektoré uvádzajú na obale možný výskyt stopového množstva mlieka napriek tomu, že sú vyrábané bez mliečnej zložky, preto pri ich výbere v prípade prísnej bezmliečnej stravy musí byť zákazník opatrný a sledovať dôsledne zloženie výrobku. Nevýhodou týchto alternatívnych výrobkov je, že oproti bežným mliečnym výrobkom obsahujú často viac stabilizátorov, emulgátorov a iných prídavných látok, aby textúra výrobku pripomínala klasický mliečny produkt. Náhradky mlieka sú veľmi často prisládzané, a tak sa môže vytvoriť návyk na konzumáciu sladených mliek. Tieto alternatívne výrobky určite nepostačujú na naplnenie referenčného príjmu u detí ani u dospelých. Skôr sú spestrením jedálneho lístka a je možné ich využiť pri príprave iných pokrmov ako napr. kaší, pudingov alebo omáčok.

Ďalším problémom pri malých deťoch, ktoré navštevujú materskú školu je, že im stravu musia pripravovať rodičia. Podľa zákona č. 245/2008 Z.z. sa v školskej jedálni môžu pripravovať diétne jedlá pre deti, ktorých zdravotný stav vyžaduje osobitné stravovanie pre tri typy diét: šetriaca diéta (pri chorobách tráviaceho traktu, obezite), diabetická diéta a bezlepková diéta. Pritom Ministerstvo zdravotníctva Slovenskej republiky v rámci štandardného postupu Diagnostika a liečba alergie na bielkoviny kravského mlieka odporúča ako možnosť pre deti s potvrdenou alergiou na bielkovinu kravského mlieka umiestnenie do materskej školy pre deti s potravinovou alergiou. Teda napriek vysokému a pribúdajúcemu počtu detí s laktózovou intoleranciou a alergiou na bielkovinu kravského mlieka nie je zo zákona dané, aby školské zariadenia pripravovali bezmliečnu stravu. Preto musí rodič stravu pre dieťa pripravovať individuálne, pričom zodpovedá za jeho zdravotnú nezávadnosť a aj nutričnú vyváženosť. To je ďalší dôvod, aby sme mali dostatok znalostí o alternatívnych zdrojoch vápnika.

Medzi najvýznamnejšie zdroje vápnika okrem skupiny mliečnych výrobkov patrí mak, lieskové orechy, vlašské orechy, mandle, sezam, chia semienka, ľanové semienka, slnečnicové semienka, sója, kakaový prášok, vňate (petržlen, kôpor, pažítka), majorán, špenát, minerálne vody, ryby, hlávkový kel, v menšej miere kaleráb, fazuľka, brokolica, zeler, petržlen a pór (Tab. 2).

Pri výbere potravín je nutné zohľadniť aj ich množstvo, ktoré bežne konzumujeme. Hoci sušená petržlenová vňať obsahuje približne 980 mg/100 g vápnika, v pokrmoch konzumujeme len asi 1 g vňate, čo zodpovedá 9,8 mg vápnika. Pri odporúčanej výživovej dávke

Tab. 2. Významné zdroje vápnika okrem mliečnych výrobkov a naplnenie odporúčanej výživovej dávky pre bežné porcie potravín.

Potravina	Vápnik (mg / 100 g jedlého podielu)	Dospelí		Deti	
		Hmotnosť bežnej porcie (g)	Naplnenie OVD* (%)	Hmotnosť bežnej porcie (g)	Naplnenie OVD** (%)
Majorán, sušený	1870 ± 269	1	2	0,1	0,5
Mak, semená	1324 ± 541	25	30	20	38
Vňať zelerová, sušená	1150	2	2	1	1,5
Vňať petržlenová, sušená	1077	2	2	1	1,5
Semienka chia	631	20	11	5	5
Sardinky, v oleji, konzerva	363 ± 187	125	41	60	31
Mandle, pražené	252	25	6	15	5,5
Kôpor, čerstvý	239 ± 99	3	1	1	0,5
Tofu, naturálne	227	60	12	10	3,5
Semená ľanové, surové	195	10	2	5	1,5
Vňať petržlenová, čerstvá	187 ± 44	5	1	2	0,5
Prášok kakaový, tuk 12–21 %	129 ± 15	9	1	3	0,5
Orechy lieskové	122	25	3	15	2,5
Pažítka, čerstvá	119 ± 47	5	1	4	1
Sója, varená	105	75	7	10	1,5
Špenát, čerstvý	96 ± 14	100	9	60	8
Sezam	96	10	1	5	1
Orechy vlašské	96	25	2	15	2
Semienka slnečnicové, surové	83	25	2	10	1
Vňať zelerová, čerstvá	80 ± 40	5	0,5	2	0,5
Kel hlávkový	67 ± 36	125	8	90	9
Fazuľka zelená, dusená	55 ± 10	75	4	50	4
Kaleráb	42 ± 24	15	0,5	7	0,5
Zeler, koreň, varený	42	15	0,5	7	0,5
Petržlen, koreň, varený	42	15	0,5	7	0,5
Brokolica, varená	40	80	3	65	4
Pór	39	50	2	32	2
Voda minerálna pramenitá	37 ± 15	250	8	200	11

OVD – odporúčaná výživová dávka.

* – Pre kategórie Pracujúce ženy a muži, stredná práca, 35–62 rokov, odporúčaná výživová dávka pre vápnik 1100 mg na osobu a deň.

** – Pre kategóriu Deti predškolského veku, 4–6 rokov, odporúčaná výživová dávka pre vápnik 700 mg na osobu a deň. Hodnoty sú zaokrúhlené.

Tab. 3. Hodnoty odporúčaných výživových dávok niektorých populačných skupín stanovené pre denný príjem vápnika.

Populačná skupina	Vápnik (mg / osoba a deň)
Deti predškolského veku, 4 – 6 rokov	700
Dospievajúci chlapci, zvýšená fyzická aktivita, 15 – 18 rokov	1500
Dospievajúce dievčatá, zvýšená fyzická aktivita, 15 – 18 rokov	1400
Pracujúce ženy, ľahká práca, 19 – 62 rokov	1000
Pracujúce ženy, namáhavá práca, 19 – 62 rokov	1200
Pracujúci muži, ľahká práca, 19 – 62 rokov	1000
Pracujúci muži, namáhavá práca, 19 – 34 rokov	1300
Pracujúci muži, namáhavá práca, 35 – 62 rokov	1200
Nepracujúce ženy, od 63 rokov	1200
Nepracujúci muži, od 63 rokov	1200

(OVD) 1000 mg vápnika na osobu a deň je to teda len 1 % naplnenia tohoto odporúčania. Pri maku, ktorý sa v bežnom pokrme nachádza asi v množstve 20 g, čo zodpovedá 270 g vápnika, je to už vyššie naplnenie (29 % OVD).

Rovnako je dôležité vedieť, že napriek vysokému obsahu vápnika v niektorých potravinárskych surovinách môže byť jeho príjem nižší, keď sú prítomné určité látky, ktoré znižujú vstrebateľnosť vápnika. Ide napríklad o fytáty v tmavom chlebe a pečive z celozrnnej múky, šťavelany v špenáte a rebarbore a o polyfosfáty v pečive. V súčasnosti sú platné odporúčané výživové dávky na základe Vestníka MZ SR čiastka 4-5 z roku 2015, avšak nie je jasné, či tieto zohľadňujú aj rozdielnu biologickú využiteľnosť vápnika v závislosti od charakteru zdroja, hoci sa vo vestníku uvádza, že odporúčané výživové dávky zohľadňujú „povahu zdrojov výživy“ a tiež, že predstavujú „praktickú aproximáciu stredných hodnôt nutričných faktorov, okolo ktorých je nutné počítať s určitou variabilitou a toleranciou v rozmedzí 7 – 15 % (pri bielkovinách až 20 %)“. Odporúčané výživové dávky sa pre jednotlivé kategórie populácie líšia (Tab. 3).

Aj samotný obsah vápnika v potravinách vplyvom ekologických faktorov veľmi varíruje, preto je nutné pri všetkých tabuľkových hodnotách myslieť na možné odchýlky. Napríklad obsah vápnika v maku sa môže pohybovať v intervale 968–1641 mg/100 g jedlého podielu. Varírovať môže teda aj príjem vápnika v priebehu dlhšieho časového obdobia. V neposlednom rade treba myslieť aj na to, že metabolizmus vápnika úzko súvisí s vitamínmi D a K, a preto netreba podceňovať príjem týchto vitamínov.

Pri výbere vhodných alternatív zdrojov vápnika sme pripravili prehľad predpokladaného príjmu vápnika z bežne konzumovaných množstiev potravín a ich naplnenie pre vybrané skupiny obyvateľstva (Tab. 2). Ide o množstvá potravín, ktoré sa bežne konzumujú v polievkach, šalátoch, prívarkoch, či priamo bez úpravy.

SALATRIMY – TUKY SO ZNÍŽENOU ENERGETICKOU HODNOTOU

Lenka Bartošová

Salatrimy patria do skupiny nových potravín (novel foods). Tieto sú definované ako potraviny, ktoré ľudia v EÚ vo významnej miere nekonzumovali pred 15. májom 1997, kedy nadobudlo účinnosť prvé nariadenie o nových potravinách. Môžu to byť novo vyvinuté, inovované potraviny, potraviny vyrobené pomocou nových technológií a výrobných procesov, ako aj potraviny, ktoré sa tradične konzumujú mimo EÚ. Ich nezávadnosť musí byť overená autorizáciou podľa Nariadenia (ES) č. 258/97 Európskeho parlamentu a rady z 27. januára 1997 o nových potravinách a nových prídavných látkach, ktoré vykonáva Európska komisia. Uvedenie salatrimov na európsky trh bolo schválené 1. decembra 2003 (Rozhodnutie Komisie 2003/867/ES z 1. decembra 2003, ktorým sa povoľuje uvedenie salatrimov na trh ako nových potravinových zložiek, v súlade s nariadením Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 258/97). Aj napriek tomu, že nie sú úplnou novinkou, vieme o nich pomerne málo.

Názov salatrim je akronymom z anglického názvu Short- And Long-chain Acyl TRlglyceride Molecule – ide teda o triacylglyceroly s acylmi s krátkym a dlhým reťazcom. Pripravujú sa neenzymatickou interesterifikáciou glycerolesterov kyselín octovej, propiónovej (propánovej) a maslovej (butánovej) alebo ich zmesi s hydrogenovaným repkovým, sójovým, bavlníkovým alebo slnečnicovým olejom. Salatrimy sú číre alebo jantárovo sfarbené kvapaliny alebo tuhé látky, bez zatuchnutého zápachu. Salatrimy obsahujú 33–70 mol% mastných kyselín s dlhým reťazcom a 30–67 mol% mastných kyselín s krátkym reťazcom. Pomer mastných kyselín s dlhým reťazcom a mastných kyselín s krátkym reťazcom je zhruba 0,5 až 2,0. Salatrimy obsahujú minimálne 87 % triacylglycerolov, do 10 % diacylglycerolov a menej ako 2 % monoacylglycerolov.

Salatrimy sú novým typom aditív, umelo vyrobených tukov so zníženou energetickou hodnotou, ktoré slúžia ako náhrady bežne využívaných tukov. Ich energetická hodnota je z fyzikálno-chemického hľadiska rovnaká ako u iných látok tukového charakteru, avšak v porovnaní s inými tukmi sa salatrimy zle vstrebávajú a tým sú menej využiteľné pre ľudský organizmus. Vedecký výbor pre potraviny vo svojom stanovisku o neškodnosti salatrimu ako novej nízkokalorickej potravinovej prísady nahrádzajúcej tuk uvádza, že 1 gram salatrimu obsahuje približne 5–6 kcal energie. Táto hodnota bola získaná na základe fyziologických pokusov. Do príslušnej legislatívy (Smernica 2003/120/ES) bol preto doplnený prepočítavací koeficient pre salatrimy – 6 kcal/g, čo je 25 kJ/g. Salatrimy sa uvádzajú aj v platnej legislatíve o označovaní potravín (Nariadenie európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1169/2011 o poskytovaní informácií o potravinách spotrebiteľom) a musia byť zohľadnené pri výpočte energetickej hodnoty výrobkov, ak sa v nich nachádzajú.

Salatrimy sú pre humánnu konzumáciu bezpečné, ich nadmerné množstvo však môže vyvolať tráviace ťažkosti. Pre dospelé osoby je bezpečný príjem salatrimov do 30 g/deň.

Lenka Bartošová, Odbor potravinových databáz, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

RNDr. Lenka Bartošová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: lenka.bartosova@nppc.sk

Pre deti nie sú vhodné. Na európskom trhu sa salatrimy objavujú pod obchodnou značkou Benefat. O ich zavedení do výrobných praxí sa výrazne zaslúžila dánska firma Danisco. Zaujímavé je, že salatrimy sú povolené na predaj v sfére potravinárskeho priemyslu, avšak nie je ich možné predávať priamo bežnej verejnosti.

Zatiaľ nie je známe, že by v SR nejaký podnik používal salatrimy pri výrobe pekárenských výrobkov alebo cukroviniek, avšak výrobky obsahujúce salatrimy by sa mohli dostať na náš trh prostredníctvom dovozu. Výrobca (alebo distribútor) má pri použití salatrimov vo výrobku uviesť túto látku v zozname použitých zložiek. Taktiež je potrebné informovať spotrebiteľa, že „nadmerná konzumácia môže spôsobovať tráviace ťažkosti“ a že „výrobok nie je vhodný pre deti“.

Salatrimy sa používajú hlavne v pekárskom priemysle a môžu sa použiť aj ako prísada do cukroviniek, najmä čokoládových. Všeobecne je ich možné použiť pri výrobe potravín s nízkym obsahom vody ako náhradu tukovej zložky. Odporúčajú sa najmä pre osoby usilujúce sa o zníženie energetického príjmu.

Salatrimy sa objavujú na trhu v čase zvýšeného výskytu obezity naprieč populáciami väčšiny krajín. Môžu predstavovať bezpečný a efektívny spôsob, ako zlepšiť nutričný profil potravín bez zmeny senzorickej hodnoty. Či je to tá správna cesta, bude možné posúdiť v budúcnosti.

ARZÉN A JEHO VPLYV NA ZDRAVIE SPOTREBITEĽA

Danka Šalgovičová

Vystavenie spotrebiteľov anorganickému arzénu v potravinách vyvoláva zdravotné obavy podľa záverov najnovšieho hodnotenia rizika tohto kontaminantu zo strany Európskeho úradu pre bezpečnosť potravín (EFSA). Toto zistenie potvrdzuje výsledok predchádzajúceho hodnotenia EFSA o rizikách spojených s prítomnosťou anorganického arzénu v potravinách z roku 2009. Európska komisia požiadala EFSA, aby aktualizoval svoje hodnotenie anorganického arzénu a aby zväzil realizáciu nových štúdií o jeho toxických účinkoch. EFSA svoj návrh stanoviska konzultoval s externými zainteresovanými stranami a zväzil početné pripomienky, ktoré dostal pred jeho finalizáciou.

V prírode sa arzén vyskytuje v anorganickej forme, u ktorej prevládajú oxidačné stupne +3 a +5 a vo forme organickej, kde je najzastúpenejšia metylovaná forma. Do životného prostredia sa dostáva z prírodných zdrojov a z priemyselných činností (spaľovanie fosílnych palív, ťažba uhlia a nerastných surovín, spracovanie kovových rúd). Pri spracovaní kovových rúd a spaľovaní uhlia sa do ovzdušia uvoľňuje vo forme oxidu arzenitého (As_2O_3). Z ovzdušia sa na zem dostáva usadzovaním a atmosférickými zrážkami. Väčšina zlúčenín arzénu sa dobre rozpúšťa vo vode. Vyskytuje sa v spodných vodách a vo vodných ekosystémoch, z ktorých sa dostáva do tela rýb. V tele rastlín a živočíchov sa viaže s uhlíkom a vodíkom do organickej formy.

Danka Šalgovičová, Odbor potravinových databáz, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Danka Šalgovičová, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25.
E-mail: danka.salgovicova@nppc.sk

Arzén našiel uplatnenie v poľnohospodárstve, v mnohých oblastiach priemyslu, vo veterinárnej a ľudskej medicíne a vo farmaceutickom priemysle. Tieto činnosti sú však aj emisnými zdrojmi arzénu do prostredia, čo má dopad i na ľudské zdravie. V Slovenskej republike boli zdrojom arzénu najmä energetika (napríklad Elektráreň Nováky spalujúca hnedé uhlie) a hutníctvo (napríklad Kovohuty Krompachy).

Z hľadiska toxicity sú organické formy arzénu menej toxické než anorganické. Najtoxickéjšie sú 3-mocné zlúčeniny. Arzén pôsobí inhibične na reakcie oxidačnej fosforylácie. Má toxické účinky na pečeň, hematopoetické tkanivo, centrálny a periférny nervový systém a na srdcovo-cievny systém. Toxicky začína pôsobiť v dávkach 30 mg až 50 mg, najnižšie smrteľné dávky sa pohybujú okolo 60–80 mg a priemerné smrteľné dávky v rozpätí 200–300 mg u dospelého človeka. Pri ťažkých otravách smrť nastáva behom 24 hodín.

Akútna otrava môže prebiehať ako gastrointestinálny syndróm. Prejavuje sa iritáciou slizníc, konstrikciami pažeráka, nasledujú silné bolesti v bruchu, vracanie, ktoré môže nasledovať i vracanie krvi a hnačka. Spomenuté gastrointestinálne symptómy vedú k porušeniu rovnováhy elektrolytov v krvi. Prichádza k zlyhaniu obličiek, dýchacej sústavy, srdca a mozgu, po čom nasleduje smrť. Jestvuje i iná forma otravy arzénom, ktorá sa prejavuje zmätenosťou, halucináciami a zlyhaním vitálnych funkcií. Inhalácia veľkého množstva anorganického arzénu rezultuje poškodením epitelu dýchacej sústavy s letálnym výsledkom. Pri kontakte s kožou prichádza k podráždeniu a zápalovým reakciám. V kontakte s očami sa môže prejavovať iritáciou spojoviek a nejasnou percepciou.

Chronická toxicita arzénu sa prejavuje narušením výživy tkanív v dôsledku cievnych a obehových porúch. Dochádza k zmenám na koži a slizniciach, k neurologickým a hematologickým zmenám, poškodeniu srdcovo-cievnej sústavy, pečene a zmenám zrakových funkcií. Môže sa prejavovať i hyperpigmentácia a hyperkeratóza na dlaniach, chodidlách a trupe. Sprievodným javom je slabosť spojená s chudnutím, psychické a zmyslové poruchy a znížená potencia. Medzinárodná agentúra pre výskum rakoviny (International Agency for Research on Cancer, IARC) a Agentúra pre ochranu životného prostredia USA (US Environmental Protection Agency, US EPA) klasifikujú anorganický arzén do skupiny látok s karcinogénnymi účinkami na človeka. Pri dlhodobej expozícii vyššie koncentrácie vyvolávajú rakovinu kože a pľúc. Endemický výskyt rakoviny kože bol zaznamenaný v Córdobe (Španielsko) v súvislosti so znečistením podzemných vôd arzénom z hlušiny po ťažbe striebra. Chronická expozícia anorganickým arzénom v koncentráciách niekoľkých stoviek mikrogramov na liter pitnej vody môže spôsobiť i rakovinu močového mechúra, obličiek, pečene a prostaty. Zaznamenané boli i prípady leukémie a lymfómov. Zlúčeniny arzénu majú aj mutagénne a teratogénne účinky.

Detoxifikácia arzénu sa odohráva v pečeni a závisí na koncentrácii glutatiónu. Z organizmu človeka sa vylučuje hlavne močom, v priebehu niekoľkých dní. Niektoré štúdie potvrdzujú, že sa organický arzén vylučuje v nezmenenej forme. Anorganický arzén sa vylučuje s biologickým polčasom 10 hodín. Jeho väčšia časť sa vylučuje až po biotransformácii, pričom sa päťmocná forma redukuje na trojmocnú, ktorá sa následne metyluje v pečeni na organické formy a to s polčasom okolo 30 hodín. Väčšina cicavcov má schopnosť metylácie anorganického arzénu na kyselinu dimetylarzénovú (DMA). Táto látka však spôsobuje orgánovošpecifickú toxicitu a je promótorom vzniku nádorov v mnohých orgánoch, ako to potvrdili niektoré štúdie na zvieratách.

Do organizmu človeka sa arzén dostáva konzumáciou kontaminovanej pitnej vody a potravín. Inhalácia kontaminovaného vzduchu a inhalácia cigaretového dymu sú tiež významnými zdrojmi expozície. Z hľadiska jeho obsahu v jednotlivých potravinových komoditách sú priemerné nálezy arzénu v ryži poriadkovo vyššie, pričom veľký podiel arzénu v nej (až dve tretiny) tvoria anorganické zlúčeniny. Významnými zdrojmi arzénu sú i ryby, morské plody, hriby a hydina. V morských živočíchoch sa arzén vyskytuje hlavne v organickej forme. Obsah arzénu v potravinách s výnimkou morských živočíchov

je všeobecne nižší než 1 mg/kg, morské ryby priemerne obsahujú menej ako 5 mg/kg. Obsah celkového arzenu v pitnej vode je odlišný v rôznych častiach sveta. Prekvapujúci je podiel piva na celkovej expozícii, pričom je tu prítomný prevažne anorganický arzén (78 % z celkového obsahu arzenu). Niektoré vína tiež môžu obsahovať vyššie množstvo arzenu. Pravdepodobne má arzén vo víne pôvod prevažne z insekticídov, ktoré sa používali na ochranu hrozna. Vo zvýšenej miere sa arzén nachádza aj v ovse a kakaových bôboch. Všeobecne v potravinách prevládajú organické zlúčeniny arzenu, hlavne v už spomenutých morských živočíchoch.

MAXIMÁLNE HODNOTY AKRYLAMIDU V POTRAVINÁCH UŽ ČOSKORO

Zuzana Ciesarová

Akrylamid v potravinách sa považuje za potenciálne zdravotné riziko a môže viesť k zvýšenému výskytu rakoviny. Akrylamid vzniká pri priemyselnom a domácom spracovaní potravín pochádzajúcich zo škrobových surovín. Od zverejnenia informácií o prítomnosti akrylamidu v potravinách v roku 2002 sa všetky medzinárodné inštitúcie dohliadajúce na bezpečnosť potravín usilujú o zavedenie opatrení, ktoré znížia expozíciu akrylamidu u spotrebiteľov na čo najnižšiu možnú mieru. Akrylamid, na rozdiel od iných kontaminantov vyskytujúcich sa v potravinách, samovoľne vzniká z látok prirodzene prítomných v surovinách, a to pri vysokých teplotách, ktoré sa používajú pri pečení, grilovaní, vyprážení či smažení. Vzniku akrylamidu sa nedá úplne zabrániť, ale dodržaním vhodných postupov počas tepelnej úpravy alebo výberom suroviny sa dá veľmi efektívne znížiť jeho množstvo na prijateľnú, nie nebezpečnú hodnotu. Jedná sa o potraviny ako zemiakové hranolčeky, lupienky, opekané zemiaky, chlieb a bežné pečivo, cereálie na prípravu raňajok, trvanlivé pečivo (keksy, sušienky, sucháre, tyčinky, kreky), grilovaná zelenina, káva a kávoviny. Tieto potraviny môžu byť vyrábané priemyselne alebo pripravené doma či v zariadeniach verejného stravovania.

Nariadenie Európskej komisie 2017/2158 z 20. novembra 2017, ktorým sa stanovujú opatrenia na minimalizáciu množstiev akrylamidu a jeho referenčné hodnoty v potravinách, sa týka predovšetkým potravín, ktoré dominantne prispievajú k expozícii akrylamidu, čo sú potraviny na báze zemiakov alebo obilnín a káva. Výrobcovia potravín uvedených v Nariadení, v ktorých potenciálne môže vzniknúť akrylamid, sú povinní monitorovať prítomnosť akrylamidu vo výrobkoch a pri prekročení referenčných hodnôt musia zaviesť opatrenia na minimalizáciu jeho množstva. Výber vhodných opatrení a ich zavedenie do technológie je na zväžení prevádzkovateľa potravinárskeho podniku. V Nariadení sa doslovne uvádza, že „referenčné hodnoty sú ukazovateľmi výkonu, ktoré sa majú použiť na overenie účinnosti opatrení na minimalizáciu množstiev akrylamidu“. Pri mnohých kategóriách potravín je zvyčajne možné znížiť množstvo akrylamidu v 10–15 % výrobkov s najvyššími množstvami

Zuzana Ciesarová, Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Zuzana Ciesarová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: zuzana.ciesarova@nppc.sk

Tab. 1. Pôvodné a navrhované nové referenčné a maximálne hodnoty pre obsah akrylamidu v potravinách na základe dokumentu EFSA z 25. mája 2021 a navrhované zmeny.

Potravina	Aktuálna referenčná hodnota* ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Navrhovaná referenčná hodnota ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Navrhovaná maximálna hodnota ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
1. Hranolčky (pripravené na konzumáciu) ako sa uvádzajú na trh: pripravené na konzumáciu alebo po príprave podľa pokynov na etikete (štandardizovaný postup vyprážania)	500	500	850
2. a. Zemiakové lupienky z čerstvých zemiakov a zo zemiakového cesta	750	700	1000
b. Zemiakové krekry	750	700	1000
c. Ostatné zemiakové výrobky zo zemiakového cesta (napr. zemiakové slané snacky – obsah vlhkosti < 5 %)	750	700	1000
3. Mäkký chlieb (na báze obilnín)			
a. Chlieb na báze pšenice	50	50	75
b. Mäkký chlieb iný ako pšeničný	100	75	125
4. Raňajkové cereálie (okrem ovsenej kaše, nepražených mäsli, ovsených vločiek)			
a. Výrobky z otrúb a celozrnné obilniny, pšeničné pufované zrná obalované	300	300	500
b. Výrobky na báze pšenice, špaldy a raže (vrátane vločiek) ^A	300	250	350
c. Výrobky na báze kukurice, jačmeňa a ryže (vrátane vločiek) ^A	150	150	250
d. Pufované zrná neobalované ^B	–	450	600
e. Granola (chrumkavé pražené mäsli)	–	125	200
5. Jemné a trvanlivé pečivo			
a. Sušienky a oblátky	350	300	500
b. Kekry s výnimkou zemiakových kekrov (zahŕňa slané obilninové snacky)	400	300	500
c. Chrumkavý chlieb a sucháre	350	300	400
d. Medovníky	800	700	1000
e. Ostatné jemné pečivo a koláče	–	200	300
6. Káva			
a. Pražená káva	400	400	500
b. Instantná (rozpuštná) káva	850	850	1000
7. Náhrady kávy			
a. Náhrady kávy len z obilnín	500	450	600
b. Náhrady kávy zo zmesi obilnín a čakanky	**	**	**
c. Náhrady kávy len z čakanky	4000	3500	4500
8. Potraviny pre deti, spracované potraviny z cereálií pre dojčatá a deti okrem sušienok, suchárov a piškót	40	40	50
9. Sušienky, sucháre a piškóty pre dojčatá a mladšie deti špeciálne označené pre deti	150	100	125

* – podľa Nariadenia (EU) 2017/2158, ** – referenčná úroveň a maximálna úroveň, ktorá sa má uplatňovať na náhrady kávy zo zmesi obilnín a čakanky zohľadňuje relatívny podiel týchto zložiek v konečnom výrobku.

A – necelozrnné a/alebo obilniny bez obalovej vrstvy (kategóriu určujú obilniny prítomné v najväčšom množstve), B – vrátane raňajkových cereálií s pufovanými zrnami ako zložky v najväčšom množstve.

uplatňovaním postupov navrhovaných v Nariadení. V samotnom Nariadení je uvedené, že referenčné hodnoty budú preskúmané každé tri roky a prvý raz do troch rokov od nadobudnutia účinnosti tohto nariadenia.

Od apríla 2018, kedy nariadenie nadobudlo platnosť, sa potvrdili ďalšie zdroje akrylamidu, s ktorými sa dovtedy nepočítalo, ako sú zelenina, orechy alebo olivy. Okrem toho sa ukázalo, že je potrebné prehodnotiť viaceré referenčné hodnoty a zaviesť nové podkategórie výrobkov s cieľom lepšie rozpoznať potraviny, ktoré sú rizikové z hľadiska obsahu akrylamidu. Preskúmanie referenčných hodnôt je v súčasnosti v pripomienkovom konaní a stanovenie nových referenčných hodnôt, maximálnych hodnôt, ako aj nových komodít podliehajúcich tomuto nariadeniu sa očakáva v najbližšom čase. Úsilie o zníženie obsahu alebo tvorby akrylamidu v zemiakových a cereálnych produktoch je evidentné v podstate od vzniku tejto problematiky, keďže spolu s kávou boli tieto komodity identifikované ako tie, ktoré najviac prispievajú k nežiaducej expozícii akrylamidu. Informácie o ďalších zdrojoch akrylamidu v strave nie sú také časté, avšak vystupujú do popredia v súvislosti s väčším dôrazom na zdravú výživu zahŕňajúcu vo väčšej miere produkty zo zeleniny a strukovín.

V súčasnosti došlo k rozhodnutiu Európskej komisie prehodnotiť doterajšie referenčné hodnoty a stanoviť maximálne prípustné hodnoty akrylamidu v širokom spektre bežne konzumovaných výrobkov. Na základe informácií z Generálneho riaditeľstva pre zdravie a bezpečnosť potravín (DG SANTE) sa nové nariadenie bude týkať viacerých potravinárskych odvetví v celom rozsahu produkcie a spracovania rastlinných produktov, najmä produkcie obilnín, zemiakov, zeleniny a ovocia, ich spracovania a výroby tepelne spracovaných produktov z týchto surovín. Najviac dotknuté je odvetvie pekárskej produkcie, keďže sa jedná o produkty dennej spotreby, ako je chlieb, pečivo a trvanlivé pekárske výrobky. V praxi to znamená, že produkty s obsahom akrylamidu vyšším ako je prípustná maximálna hodnota, sa nebudú smieť uvádzať na trh.

Nové nariadenie je v súčasnosti v štádiu pripomienkovania a jeho definitívne znenie sa očakáva v prvej polovici r. 2024. Na implementáciu opatrení bude relatívne krátke obdobie, preto budú mať výhodu tí prevádzkovatelia potravinárskych podnikov, ktorí sa problematike akrylamidu venujú priebežne, už na základe Nariadenia Komisie (EÚ) č. 2017/2158. Pôvodné referenčné hodnoty podľa Nariadenia EK 2017/2158, ako aj navrhované nové referenčné hodnoty a nové maximálne hodnoty pre jednotlivé kategórie potravín, sú uvedené v Tab. 1 a v Tab. 2.

Problematika výskytu akrylamidu v potravinách dennej spotreby, ktorá sa dostala do popredia záujmu v predošlých 20 rokoch, je exemplárnym príkladom toho, ako na základe interdisciplinárneho výskumu mechanizmu jeho vzniku, jeho metabolizmu v organizme, skúmania možností jeho eliminácie, riešenia technologickej implementácie

Tab. 2. Navrhované referenčné hodnoty pre ďalšie druhy potravín.

Potravina	Referenčná hodnota ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Zemiakové placky	800
Iné zemiakové jedlá (pripravené v rúre alebo vyprážené, zahŕňa zemiakové krokety)	300
Vyprážené hranolčeky z koreňovej zeleniny a zeleninových hlúz	500
Oxidované (fermentované) čierne olivy	850
Lupienky a hranolčeky z ovocia	250
Zeleninové lupienky iné ako zemiakové a obilné	700
Spracovaná cibuľa	700
Kakaový prášok	400

navrhovaných opatrení až po legislatívne zmeny v európskej či národnej legislatíve prebieha celý proces analýzy, hodnotenia a minimalizácie rizika. Problematika nenechala ľahostajnými inštitúcie ako je Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA), Európska komisia, národné či medzinárodné inštitúcie a úrady zabezpečujúce bezpečnosť potravín a zdravie človeka, ani asociácie spotrebiteľov či výrobcov potravín a nápojov. Toto úsilie, ako aj navrhované opatrenia majú reálnu šancu znížiť záťaž spotrebiteľov týmto kontaminantom a prispieť tak k zlepšeniu kvality života obyvateľov EÚ.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci projektu PVV 11 „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č.720/2023/MPRVSR-930.

MIKROBIÁLNE BIOFILMY V POTRAVINÁRSTVE

Eva Kačíková

Svet okolo nás je plný neviditeľného života v podobe pestrého zastúpenia mikroorganizmov. S mnohými z nich sa vôbec nestretáme, niektoré sú pre nás prospešné, iné škodlivé. S tými nežiaducimi sa stretávame vo výrobe potravín, v rôznych fázach spracovateľského reťazca, aj v hotových výrobkoch. Niektoré spôsobujú „iba“ sensorické zmeny, iné sú pre človeka patogénne.

Mnoho druhov mikroorganizmov je schopných vytvárať spoločenstvá, ktoré označujeme ako biofilmy. Takéto spoločenstvá mikroorganizmov sú väčšinou vytvorené viacerými druhmi, ktoré sa buď viažu na pevný podklad, alebo sa voľne vznášajú a tvoria rôzne zákaly, klky a slizovité útvary v kvapalinách. Biofilmy však nemajú len negatívnu stránku, využívajú sa v mnohých potravinárskych technológiách, napríklad pri výrobe zrejúcich syrov. Je všeobecne známe, že mnohé mikroorganizmy sa dokážu majstrovsky adaptovať na podmienky vonkajšieho prostredia, a to predovšetkým tak, že sa vo forme biofilmu podporujú a vzájomne spolupracujú na zabezpečení ochrany, či získavaní živín. V tejto súvislosti je na mieste použiť parafrázu známeho výroku „Biofilm je dobrý sluha, ale zlý pán“.

Mikroorganizmy v biofilme vytvárajú okolo seba ochranný obal – extracelulárny matrix tvorený polysacharidmi, proteínmi, lipidmi a DNA. Tento obal má viacero funkcií, vytvára mikroorganizmom vlastnú mikroklimu, poskytuje im určitú ochranu pred vonkajším prostredím, napríklad zvyšuje odolnosť voči antimikrobiálnym látkam, sprostredkuje prenos živín a ostatných látok biofilmom, má podpornú a stabilizačnú úlohu. Preto bunky v biofilme môžu byť sto- až tisíckrát odolnejšie voči antibiotikám a dezinfekčným prostriedkom než voľné planktonické bunky. Biofilmy sa tiež vyznačujú väčšou odolnosťou voči UV-žiareniu, vysušovaniu a zmenám pH. Vyskytujú sa na miestach horšie prístupných procesom

Eva Kačíková, Odbor mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Eva Kačíková, CSc., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25.
E-mail: eva.kalikova@nppc.sk

sanitácie. Sú to tzv. „mŕtve miesta“ – kolená a záhyby potrubí, ventily, tesnenia a ďalšie. Tvoria sa tiež na povrchoch výrobného zariadenia, ktoré podľahli korózii alebo na ktorých sú ryhy, praskliny a iné povrchové nerovnosti. Najmenšiu šancu im poskytujú plochy, ktoré sú hladké, neporušené a kompaktné, vykazujú najmenšiu prilnavosť, zároveň sú najľahšie čistiteľné, ako napríklad povrch leštenej nehrdzavejúcej ocele alebo skla.

Štruktúra, zloženie a fyziológia biofilmov sa líšia a dynamicky menia v závislosti od prítomných mikrobiálnych populácií a od podmienok prostredia. Dôležitým spoločným znakom biofilmov je skutočnosť, že ich štruktúrna integrita závisí na extracelulárnom matrixe vytvorenom bunkami, ktoré sú jeho súčasťou. Proces tvorby biofilmu sa skladá z piatich fáz. Prvou fázou je prítomnosť voľných (planktonických) buniek mikroorganizmov v prostredí, ktoré sú predpokladom pre tvorbu biofilmu. V druhej fáze sa tieto bunky zachytia a prilpnú na kontaktné povrchy; v špecifickom potravinárskom prostredí sa spolu s bunkami na povrchu zachytia aj niektoré zložky potravín. V tretej fáze bunky jedného alebo viacerých klonov mikroorganizmov vytvoria mikrokolonie. Štvrtá fáza predstavuje rast mikrokolónií, ktoré zväčšujú svoj objem, spájajú sa a vytvárajú makrokolonie (zrelý biofilm), v ktorých dochádza k diferenciacii buniek a k tvorbe exopolysacharidového matrixu obsahujúceho aj zbytky mŕtvych buniek a DNA. V piatej fáze dochádza ďalším rastom makrokolónií k uvoľňovaniu buniek z biofilmu a ich rozptýleniu do prostredia, čo je vlastne návrat do planktonickej fázy. Uvedený proces sa môže cyklicky opakovať a šíriť na ďalšie povrchy.

Mikroorganizmy v biofilmoch sú na povrchoch zariadení prichytené a výsledkom ich množenia a metabolizmu je vytvorenie súvislej vrstvy kolónií. Bunky, ktoré sú na povrchu biofilmu, prechádzajú pri čistení do suspenzie a potom sa devitalizujú dekontaminačnými alebo dezinfekčnými látkami. Naproti tomu baktérie uchytené vo vnútorných štruktúrach biofilmu sú voči účinkom dekontaminačných látok do určitej miery chránené. Odstraňovanie biofilmov z potravinárskych zariadení je náročná záležitosť, niekedy sa ukáže byť dokonca nemožná alebo ekonomicky nevýhodná a potom je nutná i výmena častí zariadenia či úplné odstavenie, napríklad v prípade starších výrobných liniek. Najúčinnějšími postupmi na odstránenie biofilmov sú mechanické čistenie, ultrazvuk a použitie chemických prostriedkov, ako sú aldehydy, chlórnan sodný alebo ozón. Väčšinou je však potrebná kombinácia mechanických a chemických postupov. V poslednom čase sa dostáva do popredia aj použitie moderných biologických prístupov, napríklad bakteriofágových preparátov, enzýmového štiepenia extracelulárneho matrixu alebo medzidruhových interakcií, ako je napríklad rozrušenie biofilmu baktérií patogénnych druhov *Salmonella enterica*, *Escherichia coli* a *Proteus mirabilis* pomocou *Bacillus subtilis*.

Mikrobiálne biofilmy predstavujú závažný hygienický problém vo vodárenských a rozvodných zariadeniach pre pitnú vodu, kde môžu byť zdrojom patogénnych baktérií, pôvodcov aj mimoriadne závažných ochorení, ako sú napríklad rody *Shigella*, *Legionella* alebo *Vibrio*. V potravinárskom priemysle najčastejšie vytvárajú biofilmy baktérie *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas* sp., vlákňité huby a kvasinky. Kvôli tvorbe biofilmov sa v potravinárskych výrobných kladú vysoké nároky na sanitačné a dezinfekčné postupy. Ale aj napriek ich striktnému dodržiavaniu nie je výskyt bakteriálnej kontaminácie v potravinárskom odvetví žiadnou výnimkou.

Preventívnym opatrením proti kontaminácii a tvorbe biofilmov na výrobných zariadeniach je v prvom rade dodržiavanie hygienických zásad. Zo zariadení a plôch je nutné pravidelne odstraňovať organické nečistoty, ktoré sú zdrojom živín pre mikroorganizmy. Pri obstarávaní nových zariadení je potrebné zohľadniť aj ich hygienický dizajn a vybrať zariadenia dobre čistiteľné na všetkých miestach. Zariadenia viditeľne poškodené, s odermi, ryhami či s ďalšími nedostatkami, nezodpovedajúce súčasným požiadavkám moderného potravinárstva, je vhodné nahradiť novými. Táto investícia sa vráti v podobe bezpečných a zdravotne nezávadných výrobkov.

V našom laboratóriu sa zaoberáme problematikou perzistencie patogénneho druhu *Listeria monocytogenes* v prostredí spracovania potravín a jej súvislosťou s tvorbou biofilmov. Využívame pritom kmene izolované z prostredia a výrobkov ovčej farmy a mäso spracujúcej prevádzky na Slovensku. Naším výskumom sa snažíme prispieť k vedeckému poznaniu s cieľom lepšie pochopiť vzťah medzi génmi spojenými s tvorbou biofilmov, čo povedie k zlepšeniu procesov kontroly tohto významného potravinového patogénu.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci projektu PVV 11 „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č.720/2023/MPRVSR-930.

NOVÉ NÁZVOSLOVIE LAKTOBACILOV

Janka Koreňová – Tomáš Kuchta

Čitatelia odbornej literatúry z oblasti potravinárstva sa často stretávajú s témou mikrobiológie potravín. V poslednom čase možno viacerých prekvapili nové názvy rodov niektorých laktobacilov. Pokúsime sa zhrnúť a rámcovo vysvetliť dôvod týchto zmien a samotné zmeny v nomenklatúre, aby sa v nej ľahšie orientovali aj potravinári z praxe.

Príčinou zmien sú nové poznatky o genotypе baktérií mliečného kysnutia získané v posledných rokoch pomocou nových molekulárno-biologických metód. Predovšetkým vďaka veľkokapacitnému sekvenovaniu DNA (next generation sequencing, NGS) sú dnes k dispozícii celogenómové sekvencie stoviek baktérií mliečného kysnutia, vrátane potravinársky významných laktokokov, laktobacilov a leukonostokov. Rod *Lactobacillus* pôvodne zahŕňal 261 druhov. S pribúdajúcim množstvom poznatkov mikrobiológovia s prekvapením zistili, že dlhé roky používaná taxonómia má chyby, z ktorých niektoré sú kozmetické, ale iné sú principiálne. Pri viacerých typových kmeňoch, ktoré sú uložené v zbierkach mikroorganizmov ako referenčné štandardy, sa napríklad zistilo, že patria do iného druhu, ako sa dovtedy tvrdilo na základe fenotypových vlastností. Tiež sa zistilo, že leukonostoky, ktoré na základe fenotypových vlastností tvorili samostatnú čelaď, sú v skutočnosti geneticky veľmi príbuzné väčšine laktobacilov. Na základe fyziologických, fylogenetických a genomických analýz sa tiež opustilo predošlé rozdelenie baktérií mliečného kysnutia na obligátne homofermentatívne, fakultatívne heterofermentatívne a obligátne heterofermentatívne. Teraz sa zaviedlo jednoduchšie rozdelenie na homofermentatívne, ktoré metabolizujú hexózy cez Embden-Meyerhofovu dráhu na pyruvát, a na heterofermentatívne, ktoré metabolizujú hexózy prostredníctvom fosfoketolázy na pyruvát a acetylfosfát.

Adekvátnosť a opodstatnenosť Linného, pôvodne botanického, binomického nomenklatúrneho systému z roku 1753, sa už dlhú dobu medzi mikrobiológmi prehodnocuje. Najnovšie však predsa len došlo k významnému pokroku v jeho používaní v mikrobi-

Janka Koreňová, Tomáš Kuchta, Odbor mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Janka Koreňová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: janka.korenova@nppc.sk

lógii. Spočíva v zedefinovaní objektívnych parametrov genómov jednotlivých mikrobiálnych kmeňov, na základe ktorých ich je možné zaradiť do rodu a druhu. Napríklad na zaradenie do jedného druhu je potrebná aspoň 95-percentná priemerná identita nukleotidov v génoch, ktoré sa vyskytujú v oboch kmeňoch. V prípade laktobacilov a laktokokov sa pri tvorbe novej taxonómie použili tiež ďalšie vlastnosti a parametre, ktorých hodnotenie umožnila dostupnosť kvalitných celogenómových sekvencií: fylogenéza základného genómu, identita aminokyselín v proteínoch, prítomnosť špecifických génov a metabolické kritériá – prítomnosť génov kódujúcich enzýmy celých metabolických dráh spolu s podpornými proteínmi, ako sú transportéry substrátu.

Na uvedenom základe vedci preklasifikovali rod *Lactobacillus* do 48 rodov, do ktorých zaradili jednotlivé druhy. V novej nomenklatúre, ktorá je zavedená od roku 2020, sa pôvodné rodové mená zachovali napríklad pre homofermentatívne *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus* alebo *Lactobacillus helveticus*. Nové mená dostali napríklad homofermentatívne *Lacticaseibacillus casei*, *Lacticaseibacillus paracasei*, *Lacticaseibacillus rhamnosus*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactiplantibacillus pentosus*, alebo heterofermentatívne *Limosilactobacillus fermentum*, *Limosilactobacillus reuteri*, *Levilactobacillus brevis*, či *Lentilactobacillus buchneri* a *Lentilactobacillus parabuchneri*. Pre všetky rody a druhy podľa novej nomenklatúry je samozrejme k dispozícii podrobná definícia a charakteristika.

Mikrobiológovia z praxe už majú za posledné roky svoje skúsenosti s inováciami v nomenklatúre mikroorganizmov. Všetci rešpektujú, že zmeny majú vedecký základ a upresňujú veci najmä pri výskume. Z praktického hľadiska je však význam novej nomenklatúry laktobacilov menší a dá sa očakávať, že ešte dlho sa bude v praxi používať aj staršia nomenklatúra.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore projektu Agentúry na podporu výskumu a vývoja APVV-20-0001 „Štartovacie a prídavné kultúry na výrobu slovenskej bryndze s tradičnými organoleptickými vlastnosťami“ a v rámci projektu PVV 11 „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č.720/2023/MPRVSR-930.

BISFENOL A V POTRAVINÁCH

Lenka Priščáková

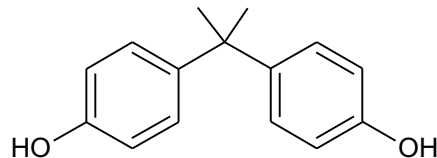
Balenie zvyšuje trvanlivosť potravín a umožňuje bezpečnú prepravu spracovaných potravín na veľké vzdialenosti od miesta výroby až po miesto spotreby. Medzi najčastejšie používané materiály pri balení potravín patria plasty. Tieto sú výhodné v tom, že sa dajú ľahko vyrobiť, rôzne tvarovať, môžu byť v rôznych farbách alebo ich môžeme nechať priehľadné. Plasty určené na potravinárske účely sú dôležité, pretože chránia potraviny pred rôznymi faktormi, ktoré by mohli spôsobiť chemickú, fyzikálnu a mikrobiologickú degradáciu.

Lenka Priščáková, Odbor potravinových databáz, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Lenka Priščáková, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25.
E-mail: lenka.priscakova@nppc.sk

Bisfenol A je organická zlúčenina, ktorá sa používa ako prísada na vytvrdzovanie polykarbonátových plastov, ktoré sú určené na styk s potravinami a epoxidových živíc, ktoré tvoria vnútornú ochrannú výstelku obalov potravín a nápojov. Bisfenol A sa používa i ako prísada do plastových a dojčenských fliaš, plastových pohárov, riadu do mikrovlnnej rúry, skladovacích nádob, obalov, príborov, dóz a ďalších spotrebných výrobkov. Chemicky ide o 2,2-bis(4-hydroxyfenyl)propán. Je to bezfarebná kryštalická tuhá látka. Vyrába sa synteticky a v priemyselnej výrobe sa využíva na výrobu polymérov, konkrétne na vytvrdzovanie plastov.



Bisfenol A

Existujú určité obavy z vplyvu bisfenolu A na zdravie človeka z dôvodu, že podobne ako iné chemické zložky môže migrovať z plastových nádob, ako i z obalov do potravín počas skladovania. Preto sa vykonávajú monitorovacie programy a štúdie na sledovanie hladín bisfenolu A v potravinách a expozície spotrebiteľa. Organizácie ako Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA) a iné monitorujú tento problém a posudzujú riziká súvisiace s expozíciou bisfenolom A z potravinárskych plastov.

Vedecký panel EFSA o materiáloch prichádzajúcich do kontaktu s potravinami, enzýmoch a technologických pomocných látkach na základe analýz neistoty v prípade bisfenolu A prehodnotil tolerovateľný denný príjem (TDI). Porovnával pritom stanovisko EFSA z roku 2015 s novými štúdiami vykonanými na zvieratách a dvomi štúdiami na ľuďoch. Po porovnaní doterajšej hodnoty TDI (4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ telesnej hmotnosti na deň) s odhadmi expozície sa dospelo k záveru, že v žiadnej vekovej skupine neexistujú žiadne zdravotné obavy v súvislosti s expozíciou cez stravu, pričom sa zistili iba nízke zdravotné obavy v súvislosti so súhrnnou expozíciou. V dôsledku zaznamenatej neistoty vo výsledkoch však Európska komisia poverila EFSA, aby prehodnotila riziká pre verejné zdravie spojené s prítomnosťou bisfenolu A v potravinách tak, aby celoživotná expozícia bisfenolu A nevedla k nepriaznivým zdravotným účinkom na populáciu. Na základe nových informácií vedecký panel znížil hodnotu TDI z pôvodných 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ telesnej hmotnosti na deň na 0,2 ng/kg telesnej hmotnosti na deň. Takto výrazné zníženie hodnoty TDI (20000 krát) bolo založené na súčasných poznatkoch a uplatnení usmerňovacích dokumentov a zásad hodnotenia rizík, ktoré v súčasnosti používa EFSA.

Štúdie ukázali, že bisfenol A patrí do skupiny látok známych ako chemikálie narušajúce endokrinný systém. Môže zasahovať do ľudského hormonálneho systému a ovplyvňovať ľudské zdravie tým, že ovplyvňuje reprodukčné, vývojové, imunologické a neurologické funkcie. Tehotné ženy, dojčatá a malé deti sa považujú za obzvlášť zraniteľné voči účinkom bisfenolu A kvôli ich vyvíjajúcemu sa telu a hormonálnym systémom.

Hodnotenie obsahu bisfenolu A v potravinárskych plastoch a monitorovanie hladín bisfenolu A v potravinách sú kritickými krokmi pri riešení potenciálnych rizík spojených s expozíciou bisfenolu A. Využitím súčasných monitorovacích metód a prijatím nových technológií a postupov môže potravinársky priemysel zlepšiť bezpečnostné opatrenia, podporiť transparentnosť a poskytnúť spotrebiteľom dôveru v kvalitu a integritu potravín, ktoré konzumujú. Pokračujúci výskum a ostražitosť pri monitorovaní bisfenolu A v potravinách sú nevyhnutné na ochranu verejného zdravia a zaistenie bezpečných a udržateľných dodávok potravín. Napríklad Európska únia zakázala používanie bisfenolu A v dojčenských

fľašiach a niekoľko krajín má obmedzenia na obsah bisfenolu A v materiáloch prichádzajúcich do styku s potravinami.

Množstvo bisfenolu A v potravinách je zvyčajne nízke, no treba si uvedomiť, že jeho chronická expozícia môže predstavovať vážne zdravotné riziko. Keďže obavy z bisfenolu A pretrvávajú, výskumníci a zainteresované strany priemyslu skúmajú inovatívne postupy na zaistenie bezpečnosti potravinárskych výrobkov. To zahŕňa vývoj alternatívnych materiálov, ktoré nahradia plasty obsahujúce bisfenol A, ako aj implementáciu prísnejších predpisov a noriem pre hladiny bisfenolu A v obaloch potravín.

MIKROBIOLOGIA KVÁSKOVÉHO CHLEBA

Zuzana Čaplová – Jana Minarovičová

Každým rokom narastá dopyt po zdravších potravinách. Do tejto kategórie môžeme zaradiť aj pekárske výrobky vyrobené z ražného kvásku. Už starovekí Egypťania okolo roku 3500 pred n. l. vyrábali chlieb použitím kvásku. V pekárskej technológii sa najčastejšie pracuje s dvoma druhmi kysnutého cesta. Pšeničné cesto sa vyrába zo základných surovín, ako je múka, voda, lisované droždie, soľ a pripravuje sa priamym vedením (postupné spracovanie surovín za vzniku cesta) alebo nepriamym vedením (najprv sa pripraví kvasný stupeň, ktorý sa nechá vyzrieť a až potom sa spracuje cesto). Ražno-pšeničné cesto sa vyrába niekoľkostupňovým vedením ražného kvasu. Cieľom prípravy oboch druhov ciest je ich nakyprenie biologickou cestou pomocou droždia (pšeničné cestá) alebo kvasu (ražné, ražno-pšeničné a pšenično-ražné cestá) za tvorby chuťových a aromatických látok.

Kvas, kvások, respektíve kváskový štartér je zmes živých mikroorganizmov, predovšetkým baktérií mliečneho kysnutia a kvasiniek, ktoré sú prítomné v ražnej múke a ktoré sa za vhodných podmienok (dostatočné množstvo vody a múky, teploty a času) rozmnožia na obsah približne 10^8 KTJ·g⁻¹ v prípade baktérií a 10^6 KTJ·g⁻¹ v prípade kvasiniek. Vhodný pomer baktérií a kvasiniek dosiahne stabilný ražný kvas pravidelným pridávaním múky a vody, tzv. prikrmovaním, za 10 až 14 dní pri optimálnej teplote 25–30 °C. Z baktérií má zastúpenie najmä rod *Lactobacillus* a z kvasiniek rody *Candida* a *Saccharomyces*. Okrem rodu *Lactobacillus* sú prítomné rody *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus* a *Enterococcus*. V ražných kvasoch bolo identifikovaných viac ako 50 druhov baktérií mliečneho kysnutia a viac ako 20 druhov kvasiniek. Najčastejšie izolovanými baktériami mliečneho kysnutia boli homofermentatívne *Lactobacillus casei*, *Ligilactobacillus coryniformis*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Streptococcus salivarius* a heterofermentatívne *Levilactobacillus brevis* a *Limosilactobacillus fermentum*. Z kvasiniekých mikroorganizmov boli zastúpené najmä druhy *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida humilis* a *Kazachstania exigua*.

Spoločnou činnosťou baktérií a kvasiniek počas alkoholovej a mliečnej fermentácie vznikajú v kvásku oxid uhličitý a organické kyseliny, najmä kyselina mliečna, octová, ale aj

Zuzana Čaplová, Jana Minarovičová, Odbor mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Mgr. Zuzana Čaplová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: zuzana.caplova@nppc.sk

propiónová, jantárová a jablčná. Tieto kyseliny znižujú hodnotu pH cesta počas zrenia, čím postupne inhibujú amylázy štiepiace škrob, priaznivo ovplyvňujú napučovanie bielkovín a produkciu enzýmov, ktoré ich čiastočne rozkladajú. Čiastočný rozklad lepku vedie k jeho celkovému zníženiu a takýto chlieb je vhodný aj pre ľudí citlivých na lepok (nie však pre ľudí s celiakiou). Celozrnný kváskový chlieb má na rozdiel od nekváskových chlebov nižší glykemický index, čím sa stáva vhodným aj pre ľudí s poruchami metabolizmu cukru. Ďalším benefitom tohto typu fermentácie je zníženie hladiny antinutrientov, napríklad kyseliny fytovej, ktoré môžu inhibovať vstrebávanie dôležitých minerálnych látok, napríklad železa, zinku a selénu, a tiež zvýšenie biologickej využiteľnosti vitamínov skupiny B, vrátane vitamínu B12. Celozrnný kvások tiež poskytuje prebiotickú podporu črevnému mikrobiómu a je dobrým zdrojom vlákniny, aminokyselín, vitamínov a minerálnych látok. Organické kyseliny nielenže zabraňujú rozmnožovaniu netypických mikroorganizmov, čím prirodzene konzervujú chlieb, ale spolu s ostatnými metabolitmi fermentácie (alkoholmi, aldehydmi, diacetylom a inými) tvoria typické organoleptické a sensorické vlastnosti kváskového chleba.

Chlieb a pečivo patria k najobľúbenejším potravinám na svete, avšak pre svoju krátku trvanlivosť sú aj najčastejšou potravinou končiacou v odpade. Pridaním vhodnej štartovacej kultúry s antifungálnymi vlastnosťami je možné predĺžiť ich trvanlivosť. Na jednej strane vhodne zvolený výber baktérií rodu *Lactobacillus* dokáže pozitívne ovplyvniť technologické vlastnosti cesta, ako je zväčšenie objemu a pórovitosti, na druhej strane dokáže efektívne znížiť množstvo akrylamidu vznikajúceho počas pečenia. Jedinečné vlastnosti kváskovej mikroflóry ako štartovacej kultúry je možné aplikovať aj vo výrobe iných druhov potravín alebo krmív.

CHARAKTERIZÁCIA ARÓMY BARDEJOVSKÉHO MEDU

Mária Kopuncová – Jana Sádecká

Včelí med je jednou z najstarších zložiek ľudskej potravy, avšak v minulosti neslúžil len ako sladidlo. Významnú úlohu zohrával v náboženských a kultúrnych obradoch mnohých národov, používal sa v liečiteľstve a skrášľovacích procedúrach. Aj dnes je med vysoko ceneným artiklom a záujem o med a medové produkty je celosvetovo veľmi vysoký. Na Slovensku spotreba medu za posledné roky značne narástla, pričom väčšina medu od slovenských včelárov sa predáva priamo z dvora, čo naznačuje veľký záujem spotrebiteľov o kvalitný a regionálny med.

V rokoch 2021 až 2023 sa na Výskumnom ústave potravinárskom NPPC riešil projekt APVV-SK-AT-20-0022, ktorého zámerom bola charakterizácia slovenských a rakúskych medov definovaného geografického a botanického pôvodu z hľadiska ich fyzikálnych, chemických a sensorických vlastností. Počas trvania projektu sa podarilo zhromaždiť rozsiahlu zbierku medov z celého Slovenska. Jej podstatnú časť tvoria medovicové medy, na ktoré sa v súčasnosti upriamuje čoraz väčšia pozornosť odbornej verejnosti, predo-

Mária Kopuncová, Jana Sádecká, Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Mária Kopuncová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: maria.kopuncova@nppc.sk

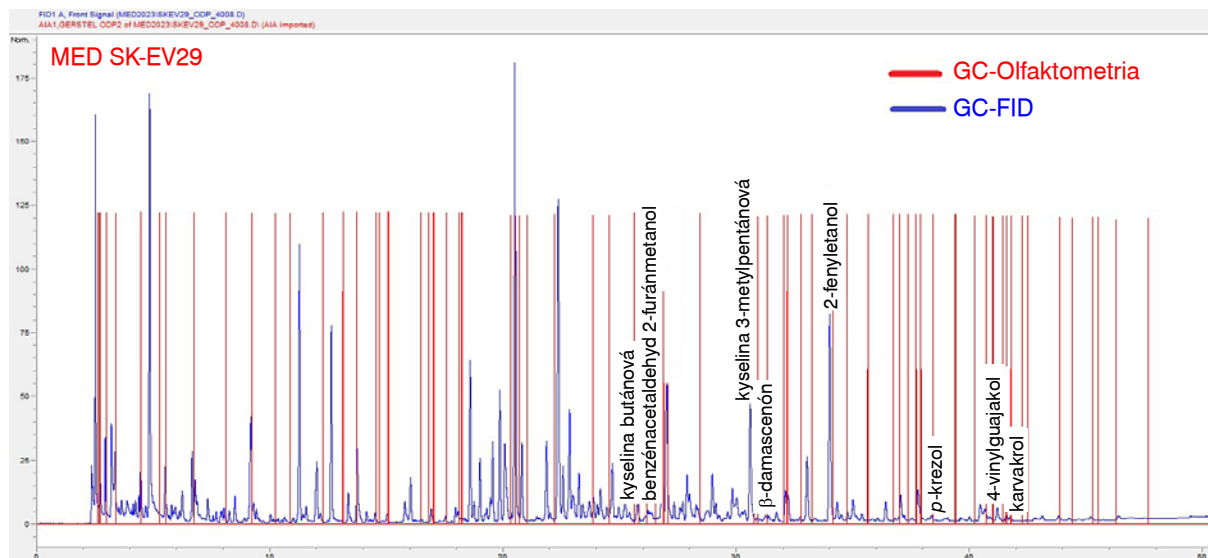
všetkým pre ich prospešné účinky na ľudské zdravie. Do povedomia širšej verejnosti sa medovicový med dostal aj vďaka schváleniu žiadosti o zápis ochrannej známky „chránené označenie pôvodu“ (CHOP) pre produkt zo Slovenska „Bardejovský med / Med z Bardejova“ vyrábaný vo východoslovenskej horskej oblasti Čergov, a to pre tri samostatné výrobky: medovicový med jedľový, medovicový med lipový a medovicový med. Túto žiadosť schválila Európska komisia 30. 9. 2022.

Základom pre produkciu medovicových medov sú sladké a lepkavé kvapky tzv. medovice, ktorú vylučujú niektoré druhy vošiek živiace sa cicaním šťavy z ihličia a listov stromov. Včely medovicu zbierajú, obohacujú svojimi vlastnými účinnými látkami, zahusťujú a uskladňujú v plástoch, kde dozrieva na med. Medovicové medy sú charakteristické vysokým obsahom minerálov a stopových prvkov, nižšou koncentráciou monosacharidov glukózy a fruktózy a, naopak, vyššou koncentráciou zložených sacharidov. Typická je tiež ich tmavohnedá až čierna farba a nízky alebo žiadny obsah peľu. Vzhľadom k vysokému obsahu biologicky aktívnych látok vykazujú antioxidantné, antibakteriálne a protizápalové účinky. Preto sa používajú aj na medicínske účely, najmä na liečbu ťažko sa hojacích rán a niektorých ochorení kože a očí.

Medovicové medy sú však zaujímavé aj svojou veľmi špecifickou chuťou a vôňou. Preto sme sa v rámci vyššie uvedeného projektu zamerali na preskúmanie sensorických vlastností vzoriek medovicového medu jedľového od troch rôznych včelárov z okresu Bardejov (označené ako SK-EV29, SK-EV36, SK-EV38). Zaujímalo nás, ktoré chemické zlúčeniny sú priamo zodpovedné za charakteristickú arómu tohto typu medu. Prchavé frakcie medov boli izolované za optimalizovaných podmienok z uzavretého priestoru nad vzorkou prostredníctvom tenkého vlákna pokrytého trojzložkovým sorbentom (HS-SPME extrakcia). Jednotlivé zložky prchavej frakcie boli separované a identifikované metódami plynovej chromatografie v spojení s plameňovo ionizačnou a hmotnostno-spektrometrickou detekciou (GC-FID a GC-MS). Prostredníctvom kombinovanej techniky GC-olfaktometrie, ktorá umožňuje sensoricky hodnotiť (ovoniavať) plynú eluát vychádzajúci z chromatografickej kolóny, sme získali kvalitatívny opis arómy jednotlivých zlúčenín a stanovili sme aj intenzitu sensorického, presnejšie odorického vnemu, ktorý u hodnotiteľa vyvolali (na stupnici v rozsahu od 1 po 3).

Prchavé frakcie vzoriek jedľových medovicových medov tvorilo široké spektrum takmer 80 zlúčenín zahŕňajúce aldehydy, alkoholy, organické kyseliny, ketóny, fenolické zlúčeniny, terpény, terpenoidy, laktóny aj sulfidy. Sensoricky sa prejavilo 60 zlúčenín. Z hľadiska zloženia prchavej frakcie si boli vzorky navzájom podobné, výraznejšie rozdiely boli pozorované v percentuálnom obsahu jednotlivých zložiek. Vo všetkých vzorkách bol dominantnou zlúčeninou furfural, nasledovaný benzaldehydom, 2-fenyletanolom a acetylformánom. V mede SK-EV29 patrili k dominantným zlúčeninám jednoznačne aj hotrienol, *cis*-linalool oxid + *p*-cymenén a v menšej miere taktiež hodiendiol, ktorého zvyšné dve vzorky obsahovali len stopové množstvá. Uvedené *cis*-linalool oxid + *p*-cymenén boli rovnako významne zastúpené aj v mede SK-EV36, avšak nie v mede SK-EV38. Na rozdiel od ostatných vzoriek boli v mede SK-EV38 početnejšie zastúpené aj limonén a benzylalkohol. Pre všetky vzorky bol charakteristický relatívne vyrovnaný podiel organických kyselín, konkrétne kyseliny octovej, 3-metylbutánovej, 3-metylpentánovej, oktánovej, nonánovej a benzoovej. Pre vzorky bola typická aj prítomnosť izomérov tzv. orgovánových aldehydov a alkoholov, čo sú deriváty tetrahydrofuranu s orgovánovou vôňou.

Vzhľadom na odlišnú selektivitu ľudského nosa, značne rozdielne prahy vnemu aróma-aktívnych zlúčenín, ako aj koncentračno-intenzitné závislosti týchto prchavých zlúčenín, údaje o ich relatívnom obsahu získané prostredníctvom inštrumentálnych metód GC-FID a GC-MS nemusia korelovať so skutočným príspevkom týchto zlúčenín k celkovému charakteru arómy. Naopak, profil prchavej frakcie získaný prostredníctvom GC-olfaktometrie je oveľa bližší reálnej aróme skúmanej potraviny a teda môže byť značne odlišný od GC-FID a GC-MS profilu, čo sa prejavilo aj v našej štúdii. Len dve látky, ktoré boli



GC-FID-O chromatogram/arómagram vzorky medovicového jedľového medu SK-EV29.
Vyznačené sú zlúčeniny s najvyššou odorickou intenzitou.

vo vzorkách významne zastúpené aj obsahovo, dosiahli najvyššiu odorickú intenzitu (3). Boli to 2-fenyletanol so sladkou, kvetinovou vôňou po ružiach s medovým podtónom a kyselina 3-metylpenťánová s nepríjemným hnilobným zápachom skazeného syra. Ďalších sedem zlúčenín s odorickou intenzitou 3 patrilo ku koncentračne minoritným zložkám prchavej frakcie. Jednalo sa o 2-furánmetanol s chlebovou, sladko-karamelovou vôňou, benzénacetaldehyd so sladkou, medovo-kvetinovou vôňou, kyselinu butánovú s nepríjemným, hnilobným zápachom, *p*-krezol s fenolickým, medicínalno-dymovým pachom, 4-vinylguajakol s korenistým, drevitým až dymovým pachom a karvakrol s bylinnou, tymiánovou vôňou s dymovým podtónom. Posledná z odoricky kľúčových látok medu, β -damascenón so sladko-medovou vôňou pripomínajúcou sušené slivky, zrelé hrozno alebo divú ružu, bol prítomný dokonca len v stopových množstvách blízko limitu detekcie inštrumentálnych detektorov. Ďalších 21 zlúčenín malo strednú hodnotu odorickej intenzity (2). Medzi nimi boli aj niektoré látky s vyšším percentuálnym zastúpením ako napríklad acetyl furán, *cis*-linalool oxid + *p*-cymenén, hotrienol, hodiendiol, benzyl alkohol, linalool a tiež vyššie organické kyseliny (oktánová, nonánová, dekánová). Posledných 31 odorantov malo nízku odorickú intenzitu (1). Do tejto skupiny patrili aj obsahovo dominantné látky analyzovaných medov furfural a benzaldehyd, niektoré terpény, ako napríklad limonén, *p*-cymén, α -terpinén, β -myrcén, orgovánové aldehydy, kyselina octová a tiež väčšina jednoduchých aldehydov, ketónov, alkoholov a dva sulfidy.

Výsledky štúdie naznačili, že analýza väčšej kolekcie medov metódami GC-MS a GC-FID-O nielen z jedľovej a lipovej medovice, ale aj jednodruhových kvetových medov, by mohli viesť k odhaleniu charakteristických markerov, ktoré sú zodpovedné za ich špecifickú arómu. Spolu s ďalšími fyzikálno-chemickými parametrami by tak v konečnom dôsledku mohli mať značný význam nielen pre hodnotenie kvality, ale aj autenticity medov a pomôcť pri odhaľovaní falšovania medov.

Podakovanie

Tento príspevok bol vytvorený realizáciou projektu Agentúry na podporu výskumu a vývoja APVV-SK-AT-20-0022 „Harmonizácia analytických metód senzorickej a fyzikálno-chemickej charakterizácie medov pochádzajúcich zo Slovenska a Rakúska“.

VPLYV TECHNOLOGIE NA ZACHOVANIE PROSPEŠNÝCH LÁTKOK V OVOCNÝCH DŽEMOCH

Janka Koreňová – Janka Kubincová

Čerstvé ovocie je vďaka svojim výživovým a sensorickým vlastnostiam obľúbenou a dôležitou zložkou výživy človeka. Jeho nezastupiteľná úloha vo výžive je daná relatívne vysokým obsahom biologicky aktívnych látok (vitamínov, polyfenolických zlúčenín, minerálov a iných látok) pri relatívnej nízkej energetickej hodnote. Z vitamínov je v ovocí v najvyššej miere zastúpený vitamín C, kyselina askorbová. Je známe, že kyselina askorbová ľahko podlieha oxidácii za vzniku kyseliny dehydroaskorbovej a tá následne hydrolyzuje na fyziologicky neaktívnu kyselinu 2,3-dioxogulonovú, čo v konečnom dôsledku vedie k strate biologickej aktivity vitamínu C. Kyselina dehydroaskorbová síce samotná nie je biologicky aktívna, avšak ľudské bunky ju vedia aktívne prijímať a redukovať na kyselinu askorbovú. Proces deaktivácie vitamínu C je do značnej miery ovplyvnený podmienkami vonkajšieho prostredia pri skladovaní a priemyselnom spracovaní ovocia (svetlo, teplota a kontakt s kyslíkom).

Vzhľadom na obmedzenú sezónnu dostupnosť sa ovocie priemyselne spracováva a konzervuje do formy kompótov, džúsov, pyrú, džemov alebo želé. Technologické operácie pri výrobe týchto produktov zahŕňajú tepelnú záťaž, ktorá následne vedie k značným stratám vitamínu C. Tieto môžu predstavovať až 63 % v porovnaní s čerstvým ovocím. S cieľom zníženia stupňa degradácie vitamínu C a ďalších biologicky aktívnych látok sa konvenčné technologické podmienky upravujú využitím vakuu pri zahusťovaní (varení) džemov. Zníženie tlaku umožňuje súčasné zníženie tepelnej záťaže a tiež skrátenie doby prípravy a pôsobenia kyslíka na ovocnú maticu.

Výsledky experimentálneho hodnotenia vplyvu konvenčného a upraveného spôsobu prípravy džemov na ich biologickú kvalitu uvádza niekoľko štúdií. Konvenčný spôsob prípravy džemov reprezentuje zahusťovanie ovocnej matrice v otvorenej nádobe pri teplote 100 °C, upravený spôsob zahŕňa zahusťovanie ovocnej matrice za zníženého tlaku (vo vákuu) a pri teplote 68–70 °C. Celkový čas zahusťovania džemov do požadovaného refraktometrického extraktu nepresiahol 40 min. Série džemov pripravených oboma spôsobmi boli následne pasterizované v sklenených nádobách pri 82–85 °C počas 12 minút. Džemy boli skladované 8 mesiacov pri teplote 8–10 °C. Obsah vitamínu C bol stanovený ako súčet kyseliny askorbovej a dehydroaskorbovej použitím vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie (HPLC). Zahusťovanie džemov v otvorenej nádobe znížilo úroveň vitamínu C o 26–31 %, v džemoch zahusťovaných za zníženého tlaku o 15–25 %. Počas skladovania obsah vitamínu C v džemoch poklesol o 4–14 %. Záverečným verdiktom štúdie je, že džemy zahusťované za zníženého tlaku mali o 14–26 % vyšší obsah vitamínu C ako džemy pripravené konvenčným spôsobom.

Janka Koreňová, Odbor mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Janka Kubincová, Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

RNDr. Janka Kubincová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: janka.kubincova@nppc.sk

Spôsoby spracovania a konzervovania ovocia sa skúmajú nielen s cieľom zachovať čo najlepšie organoleptické vlastnosti produktu a významné množstvo biologicky aktívnych látok, ale aj z hľadiska obmedzenia negatívnych biochemických zmien vyvolaných teplom, ktoré vedú k vzniku škodlivých zlúčenín, ako napríklad hydroxymetylfurfuralu (HMF). V jahodových a čučoriedkových džemoch zahusťovaných za zníženého tlaku sa zistilo o 20 % vyšší obsah vitamínu C, vyšší obsah polyfenolických zlúčenín a 2–9 krát nižší obsah HMF ako v džemoch pripravených konvenčným zahusťovaním pri atmosférickom tlaku.

Na hodnotenie kvality konzervovaných ovocných produktov z hľadiska obsahu vyššie uvedených biologicky aktívnych látok sa na pracovisku NPPC – Výskumný ústav potravinársky v Bratislave využívajú rôzne moderné spektrálne a separačné techniky. Najviac používame vysokoúčinnú kvapalinovú chromatografiu (HPLC) v spojení s absorpčnou spektrometriou v ultrafialovej oblasti alebo s hmotnostnou spektrometriou.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci projektu PVV 11 „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č.720/2023/MPRVSR-930.

KONTAMINÁCIA OVOCNÝCH KAPSIČIEK S JABLKOVÝM PRETLAKOM A ŠKORICOU V USA

Angela Světlíková

V USA pracovníci Úradu pre potraviny a liečivá (Food and Drug Administration, FDA) v spolupráci s Centrami pre kontrolu a prevenciu chorôb (Centers for Disease Control and Prevention) vyšetřovali potravinárske výrobky so škorickou po tom, čo zistili, že obsah olova v nich bol 2000-krát vyšší ako úroveň, ktorá sa považuje za bezpečnú. Zistilo sa, že jablkový pretlak v kapsičkách pre deti obsahoval vysoké hladiny olova. V marci 2024 počet pacientov s príznakmi otravy olovom v dôsledku konzumácie dovezeného škorického jablkového pretlaku bol 468, pričom väčšina postihnutých mala šesť rokov alebo menej (stredný vek pacientov bol jeden rok). Ohnisko bolo prvýkrát oznámené v októbri 2023 po tom, čo FDA dostal informácie o deťoch so zvýšenou hladinou olova v krvi. Sledovanie ukázalo spoločný zdroj, ktorým bol jablkový pretlak so škorickou, balený v kapsičkách. Zdrojom otravy olovom bola škorica pôvodom zo Srí Lanky v tomto výrobku. Vysoký obsah ťažkých kovov v škorici môže pochádzať z pôdy, v ktorej bola rastlina pestovaná, môže byť dôsledkom kontaminácie počas spracovania alebo falšovania, napríklad ako úmyselné pridanie chrómanu olovnateho na zvýšenie hmotnosti produktu. Chróman olovnatý, známy aj ako chrómová žltá alebo poštová žltá, sa zneužíva na falšovanie korenín a tento problém nie je obmedzený len na Áziu, ale je globálnym fenoménom. Jablkový pretlak bol vyrobený v Ekvádore s použitím škorice od miestneho distribútora. FDA skúmal niekoľko teórií, ako sa mohli vyskytnúť také

Angela Světlíková, Odbor potravinových databáz, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Angela Světlíková, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25.
E-mail: angela.svetlikova@nppc.sk

vysoké hladiny olova v týchto produktoch. Všetky signály však ukazujú, že šlo o úmyselný čin zo strany subjektu v dodávateľskom reťazci, ku zámernej kontaminácii škorice olovom s cieľom zvýšenia hmotnosti koreninu.

Krátkodobé vystavenie olovu môže viesť k bolesti hlavy, bolesti brucha, kolike, zvracaniu alebo anémii. Dlhodobá expozícia môže viesť k ďalším príznakom, ako sú podráždenosť, letargia, únava, bolesti svalov, zápcha, ťažkosti s koncentráciou, svalová slabosť, tras a strata hmotnosti. Trvalé následky môžu viesť k oneskoreniu vývoja detí a poškodeniu mozgu.

Chróm olovnatý však obsahuje nielen jedovaté olovo, ale i jedovatý chróm. Dodatočným testovaním FDA zistil aj zvýšené hladiny chrómu vo vzorkách jablkového pretlaku a škorice použitej na jeho výrobu. Príznaky expozície chrómu z konzumácie kontaminovaných potravín môžu byť nešpecifické. Niektorí ľudia nemusia pociťovať žiadne príznaky. Požitie chrómu nad rámec diétnych odporúčaní môže mať za následok bolesti brucha, nevoľnosť, zvracanie, hnačku, anémiu, dysfunkciu obličiek a pečene. FDA si nechal testovať produkty aj na kadmium, ktoré sa však vyskytlo vo vzorkách len v stopových množstvách.

Jablkový pretlak bol vyrobený spoločnosťou Austrofood v Ekvádorskej republike, ktorá spracováva 36000 t ovocia ročne. Produkty sa predávajú aj v štátoch EÚ, takže nemožno vylúčiť, že sa dostali aj k európskemu spotrebiteľovi. V súlade s Nariadením Komisie (ES) č. 1881/2006 z 19. decembra 2006, ktorým sa ustanovujú maximálne hodnoty obsahu niektorých kontaminantov v potravinách, boli všetky zahrnuté škoricové jablkové pretlaky predávané v kapsičkách pre deti stiahnuté z trhu v EÚ. V USA úrady odporúčajú, aby rodičia inkriminovaný jablkový pretlak nepoužívali a vyhodili alebo vrátili na miesto nákupu. Daný produkt má veľmi dlhú trvanlivosť, takže úrady a výrobca vyzývajú verejnosť, aby si skontrolovala svoje domácnosti, či sa v nich nenachádzajú stiahnuté výrobky.

POKROKY V DETEKCIÍ NOROVÍRUSOV V POTRAVINÁCH

Jana Minarovičová – Tomáš Kuchta

Norovírusy sú patogénne kontaminanty potravín, ktoré spôsobujú ľahšie gastrointestinálne ochorenie prejavujúce sa najčastejšie hnačkou, zvracaním a bolesťou brucha. Okrem kontaktu s infikovaným človekom, prípadne jeho výlučkami, spôsobuje ochorenie najmä konzumácia kontaminovaných potravín v zariadeniach spoločného stravovania, balených hotových potravín typu „ready to eat“ (sendviče, šaláty alebo očistená a nakrájaná zelenina a ovocie) a kontaminovanej vody. Hlavnou príčinou kontaminácie je fekálno-orálny prenos vírusov z infekčného pracovníka a teda nedostatočná hygiena pri výrobe potravín.

Keďže norovírusy obsahujú RNA, na ich detekciu sa používa reverzno-transkriptázová polymerázová reťazová reakcia (RT-PCR). Je to molekulárno-biologická metóda, ktorá sa v posledných rokoch preslávila pri detekcii pôvodcov COVID-u. Okrem dobrej dostupnosti spoľahlivých prístrojov prispievajú k jej rutinnej aplikácii tiež komerčné súbory chemikálií

Jana Minarovičová, Tomáš Kuchta, Odbor mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Jana Minarovičová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: jana.minarovicova@nppc.sk

určené na izoláciu RNA a analýzu norovírusov, vrátane referenčných materiálov, ktoré sú potrebné na overovanie analytických parametrov na jednotlivých pracoviskách.

Aj pri dobrých analytických parametroch sú však prípady pozitívnej detekcie norovírusov v balených potravinách často spochybňované výrobcami. Kvôli ekonomickým motívom odmietajú vykonať technické a administratívne opatrenia na zabránenie kontaminácie výrobkov. Ich argumentácia sa opiera o fakt, že samotná analytická metóda nedokáže odlíšiť RNA z viriónov (infekčných vírusových častíc) od „holej“ RNA, ktorá teoreticky môže kontaminovať potraviny pri alebo po sanitácii.

Aby sa zabránilo špekuláciám a aby sa získali na túto tému hodnoverné informácie, výskumníci vo Veľkej Británii uskutočnili experiment, v ktorom kontaminovali listy hlávkového šalátu „holou“ RNA z norovírusov. Zistili, že táto už v priebehu 24 h z veľkej časti degraduje a metódou RT-PCR sa postupne nedá detegovať. Pritom je známe, že RNA vo viriónoch norovírusov vydrží v daných podmienkach niekoľko desiatok dní, nakoľko v nich je chránená proteínovým obalom. Z výsledkov experimentu tak vyplynulo, že pozitívny výsledok detekcie už 24 h po výrobe indikuje prítomnosť norovírusov a nejde o falošne pozitívny výsledok.

Pre výrobcov čerstvých šalátov, sendvičov alebo iných potravín určených na priamu spotrebu bez tepelnej úpravy trvá úloha zabrániť kontaminácii jedál a potravín norovírusmi pri výrobe. Je potrebné prísne dbať na hygienu personálu. Dôležité tiež je, aby chorí alebo nedoliečení pracovníci boli vylúčení z výrobného procesu.

EXTRAKCIA DNA A MOLEKULÁRNO-BIOLOGICKÁ ANALÝZA BAKTERIÁLNYCH SPOLOČENSTIEV V OVČEJ SRVÁTKE

Zuzana Rešková – Tomáš Kuchta

Pri výrobe ovčích syrov využívajú niektorí výrobcovia na urýchlenie nástupu kysnutia pridávanie srvátky z predchádzajúcej výroby. Táto obsahuje zmes mikroorganizmov, ktoré už absolvovali proces selekcie, sú dobre adaptované na daný substrát a na interakcie v rámci mikrobiálnej komunity vrátane baktériofágov. Ovčia srvátka zvyčajne obsahuje laktokoky ako dominantné baktérie mliečneho kysnutia, ktoré sú doplnené rôznymi množstvami termofilných streptokokov, laktobacilov alebo leukonostokov. Môže však obsahovať tiež nežiaduce alebo dokonca patogénne baktérie ako sú pseudomonády, stafylokoky alebo moraxely. V prípade obsahu nežiaducich baktérií nie je vhodné takúto srvátku použiť ako prirodzenú štartovaciu kultúru. Tiež rôzne rody, druhy a kmene baktérií mliečneho kysnutia sa líšia vo vplyve na organoleptické vlastnosti syra. Preto je žiaduce srvátku analyzovať a stanoviť jej mikrobiologické zloženie.

Na oddelení Mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií na Výskumnom ústave potravinárskom NPPC sa venujeme štúdiu bakteriálnych spoločenstiev srvátky. Využívame pritom klasické mikrobiologické metódy doplnené o moderné molekulárno-biologické

Zuzana Rešková, Tomáš Kuchta, Odbor mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Mgr. Zuzana Rešková, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: zuzana.reskova@nppc.sk

metódy, najmä amplikónové veľkokapacitné sekvenovanie DNA. Jeho základom je amplifikácia časti génu, ktorý sa nachádza vo všetkých prítomných baktériách avšak v rôznych taxónoch v rôznych sekvenčných variantoch. V prípade baktérií mliečneho kysnutia sa najčastejšie používa amplifikácia časti génu kódujúceho 16S rDNA. Použitím veľkokapacitného sekvenovania DNA sa potom osekvenuje vzorka 10^4 – 10^5 amplikónov a jednotlivé sekvencie sa pomocou počítačového programu a databáz priradia k taxónom. Touto metódou sa získajú údaje o relatívnom zastúpení čeladi, rodov alebo druhov v mikrobiálnej komunite.

Amplikónové veľkokapacitné sekvenovanie DNA je užitočná metóda, ktorá nám poskytuje celkový obraz o mikrobiálnych spoločenstvách srvátky. Má však niekoľko metodických úskalí, ktoré môžu významne skresliť výsledky. Predovšetkým je potrebné, aby extrakcia DNA bola rovnako účinná pre rôzne druhy baktérií. V mikrobiálnom spoločenstve srvátky sa môžu nachádzať baktérie s rôzne hrubými bunkovými stenami a preto sa musí používať optimalizovaný postup bunkovej lýzy, ktorým sa uvoľní DNA aj z tých najodolnejších buniek a pritom nedôjde k degradácii DNA v roztoku. Extrakcia DNA zo srvátky môže byť komplikovaná tiež vzhľadom na vysoký obsah proteínov a lipidov. Nezanedbateľná je tiež prítomnosť mliečnej proteínázy plazmínu, ktorý degraduje Taq polymerázu a tým negatívne vplyva na nasledujúcu amplifikáciu pomocou polymerázovej reťazovej reakcie. Tieto zložky sa musia z preparátu odstrániť, aby sa získal roztok DNA vhodný na ďalšiu analýzu.

Na separáciu DNA z hrubého lyzátu sa najčastejšie používa chaotropická extrakcia na tuhej fáze. Pri tejto metóde sa v prvom kroku DNA derivatizuje účinkom chaotropickej soli, ako je napríklad guanidíniumchlorid. Získaný roztok sa naniesie na silikagelovú kolónku, kde sa derivovaná DNA pevne naviaže na rozdiel od väčšiny zvyšných zložiek lyzátu. Z kolónky sa DNA uvoľní elúciou vodou. Kvalitu výsledného preparátu ďalej ovplyvňuje zaradenie rôznych premývacích krokov roztokmi rôzneho zloženia na odstránenie proteínov a iných kontaminantov.

Na trhu je množstvo komerčných súprav na extrakciu DNA na uvedenom princípe, ktorých účinnosť je rôzna v závislosti od potravinovej matrice. V našom laboratóriu sme na izoláciu DNA zo srvátky testovali tri takéto súpravy. Potvrdili sme, že pred samotnou extrakciou DNA je potrebné odstrániť tukovú vrstvu, lebo táto negatívne ovplyvňuje výťažok. Pomocou súpravy určenej na izoláciu DNA z environmentálnych vzoriek sme získali rovnaké množstvo aj kvalitu DNA ako pomocou súpravy určenej na izoláciu celkovej DNA z baktérií. Pomocou tretej súpravy, ktorá bola určená na izoláciu DNA z potravinových vzoriek, sme získali nižší výťažok. Nasledujúcim amplikónovým veľkokapacitným sekvenovaním DNA sme získali veľmi podobné výsledky pri prvých dvoch extrakčných súpravách, čo sa týka relatívneho zastúpenia bakteriálnych taxónov. Výsledky získané s treťou extrakčnou súpravou boli mierne odlišné, keďže podiel Gram-pozitívnych baktérií vychádzal zdanlivo nižší a podiel Gram-negatívnych baktérií zdanlivo vyšší. Táto metóda zjavne neumožňovala účinnú extrakciu DNA z buniek s hrubými bunkovými stenami. Tieto výsledky potvrdili, že pri molekulárno-biologickej analýze mikrobiálnych spoločenstiev v ovčej srvátke je potrebné venovať pozornosť tiež výberu metódy na extrakciu DNA.

Podakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-20-0001.

SALMONELÓZA Z KEBABOVÉHO POLOTOVARU

Janka Koreňová – Tomáš Kuchta

Salmonely sú patogénne baktérie, ktoré spôsobujú závažné akútne gastrointestinálne ochorenia. K infekcii dochádza najčastejšie konzumáciou kontaminovaných potravín živočíšneho pôvodu. Salmonely sú citlivé na pôsobenie tepla, hynú pri teplotách nad 70 °C už počas niekoľkých sekúnd, a preto je účinným spôsobom boja proti nim primerané tepelné opracovanie potravín. Dôležité je tiež zabrániť sekundárnej kontaminácii hotových jedál, k čomu dochádza najmä priamym kontaktom so surovinami živočíšneho pôvodu, s kontaminovanými pracovnými povrchmi a nástrojmi, alebo dotykom kontaminovaných rúk.

V júni až auguste 2023 vypukla epidémia salmonelózy v Dánsku, Rakúsku a Taliansku s 335 laboratórne potvrdenými prípadmi. Deväť pacientov bolo hospitalizovaných a jeden zomrel. Na základe molekulárno-biologickej charakterizácie bakteriálnych izolátov s využitím celogenómového sekvenovania sa zistilo, že pôvodcom bola *Salmonella* Enteritidis ST11. Konkrétny bakteriálny kmeň sa vyskytoval v troch variantoch a bol vystopovaný v kuracích kebabových polotovaroch pochádzajúcich od siedmich výrobcov z Poľska a od jedného z Rakúska.

Na základe získaných molekulárno-biologických informácií boli vykonané prípadové štúdie aj v ďalších európskych krajinách a zistilo sa, že daný kmeň *Salmonella* Enteritidis sporadicky spôsobil nákazu aj v Belgicku, Fínsku, Francúzsku, Holandsku, Írsku, Luxembursku, Nemecku, Poľsku, Slovinsku a Švédsku. Viacero prípadov nákazy bolo zachytených tiež vo Veľkej Británii a v USA. Časť prípadov pritom súvisela s návštevou Poľska.

V Rakúsku sa podarilo izolovať inkriminovaný kmeň *Salmonella* Enteritidis v niekoľkých neporušených baleniach polotovaru kuracieho kebabu. U výrobcov v Poľsku však izolácia salmonel nebola úspešná. Napriek tomu sa javí ako najpravdepodobnejšie, že zdrojom epidémie bolo viacero šarží kontaminovaného kebabového polotovaru, z ktorých sa kontaminácia rozšírila pri príprave a predaji hotového kebabu.

Uvedená štúdia bola vypracovaná v spolupráci Európskeho centra pre prevenciu a kontrolu chorôb (ECDC) a Európskeho úradu pre bezpečnosť potravín (EFSA) v súlade s príslušnou európskou legislatívou. Účelom štúdií tohto typu je rýchle vystopovanie ohniska epidémie, predloženie analýzy cezhraničného ohrozenia zdravia prenášaného potravinami a odporúčanie vedecky podložených opatrení na zabránenie šírenia ochorenia. Zodpovednosť za výber opatrení, ktoré sa budú uplatňovať na vnútroštátnej úrovni, nesú členské štáty EÚ a krajiny Európskeho hospodárskeho priestoru (EHP). Okrem podrobnej charakterizácie každého zachyteného izolátu *Salmonella* Enteritidis odporúča EFSA tiež ďalšie skúmanie vo veci identifikácie zdroja (zdrojov) infekcie ako hlavnej príčiny prepuknutia epidémie. Získanie takýchto podrobných údajov umožňuje zaviesť vhodné nápravné opatrenia.

Janka Koreňová, Tomáš Kuchta, Odbor mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Janka Koreňová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: janka.korenova@nppc.sk

Na zabezpečenie zdravotnej neškodnosti a bezpečnosti potravín musia výrobcovia uplatňovať všeobecné požiadavky nariadenia (ES) č. 852/2004 o hygiene potravín. Nariadenie (ES) č. 853/2004, ktorým sa ustanovujú osobitné hygienické predpisy pre potraviny živočíšneho pôvodu, sa vzťahuje najmä na výrobcov, ktorí dodávajú potraviny živočíšneho pôvodu inej výrobní alebo prípravni potravín. Avšak aj pri príprave hotových jedál v gastronomických zariadeniach a v domácnostiach je potrebná opatrnosť pri manipulácii so surovinami a s polotovarmi. Dodržiavaním hygienických zásad je potrebné zabrániť kontaminácii hotových jedál najmä surovým mäsom ale tiež inými surovinami, ktoré predstavujú mikrobiologické riziko.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, 313011V336 (313V33600008), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

GENETICKÁ DIVERZITA *Listeria monocytogenes* V POTRAVINÁRSKOM PROSTREDÍ

Adriana Véghová

Listeria monocytogenes je patogén ľudí a niektorých živočíšnych druhov, ktorý sa podieľa na ochoreniach prenášaných potravinami. Je pôvodcom listeriózy, alimentárnej infekcie s ťažkými prejavmi u ľudí s oslabenou imunitou, starších ľudí, tehotných žien a novorodencov. Prejavuje sa gastroenteritídou alebo závažnými infekciami krvného obehu a poruchami centrálného nervového systému, ako aj infekciou matky a plodu, ktorá môže viesť k potratu. Hoci je listerióza u ľudí zriedkavá, ochorenie vyvoláva veľké obavy z hľadiska vysokého počtu hospitalizácií a úmrtí, keďže až 30 % prípadov má smrteľné následky. Výskyt listeriózy je spôsobený najmä konzumáciou kontaminovaných potravín. Výrobky, ktoré neprejdú dostatočnou tepelnou úpravou na devitalizáciu patogénu alebo ktoré sa konzumujú bez akéhokoľvek spracovania, sa považujú za vysoko rizikové potraviny. Ide najmä o nepasterizované mlieko a mliečne výrobky, mäsové výrobky, ryby a morské plody, potraviny určené na priamu spotrebu a čerstvé surové výrobky. Eliminácia *L. monocytogenes* z potravín a prostredia spracovania potravín je náročná vzhľadom na schopnosť týchto baktérií prežiť mesiace až roky aj v nepriaznivých podmienkach prostredia. Schopnosť *L. monocytogenes* vytvárať biofilm na povrchoch a prispôbiť sa rôznym stresovým podmienkam, ktoré sa bežne používajú v potravinárskom priemysle na zaistenie mikrobiálnej bezpečnosti (dezinfekčné prostriedky, zvýšená teplota, znížené pH, vysoké koncentrácie solí), sú primárne zodpovedné za jej prežívanie a sťažujú jej odstránenie z prostredia spracovania potravín. Prispôbenie sa stresovým podmienkam podporuje jej perzistenciu a zvyšuje riziko kontaminácie potravín.

Adriana Véghová, Odbor mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Mgr. Adriana Véghová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: adriana.veghova@nppc.sk

L. monocytogenes je geneticky pomerne heterogénny druh s rôznymi genotypovými a fenotypovými vlastnosťami. Vyznačuje sa pomerne veľkou genetickou diverzitou a variabilitou virulénneho potenciálu. V súčasnosti je tento druh rozdelený do štyroch hlavných evolučných línií (I, II, III a IV), ktoré sa vyznačujú rôznymi ekologickými, genetickými a fenotypovými charakteristikami. Väčšina prípadov listeriózy u ľudí je spojená s kmeňmi línie I, zatiaľ čo kmene línie II sú rozšírené v prírodnom a farmárskom prostredí, v potravinách a tiež sú bežne izolované z prípadov listeriózy zvierat a sporadicky izolované z klinických prípadov ľudí. Naproti tomu kmene línií III a IV sú zriedkavé a sú prevažne izolované zo živočíšnych zdrojov. Okrem toho možno kmene rozdeliť do 14 aglutinačných sérotypov, 5 molekulárnych séroskupín a 4 epidemických klonov (ECI-ECIV).

Na skúmanie genetickej diverzity a rozlíšenie medzi kmeňmi *L. monocytogenes* bolo vyvinutých niekoľko typizačných metód, ako je sérotypizácia, makrorestrikčná analýza s pulznou gélovou elektroforézou (RFLP-PFGE) a multilokusová sekvenčná typizácia (MLST). Metóda MLST zaraďuje geneticky podobné kmene *L. monocytogenes* do sekvenčných typov (ST) na základe sekvencií siedmich génov. Podobné sekvenčné typy (ST) sú potom zoskupené do klonálnych komplexov (CC), ktoré vykazujú značné rozdiely v ekológii, virulencii a klinickom potenciáli patogénnych kmeňov. Rôzne klonálne komplexy sú nerovnomerne rozdelené medzi klinickými a potravinovými kmeňmi. Napríklad klony CC1, CC2, CC4 a CC6 (línia I) sú spájané s klinickými prípadmi listeriózy a považujú sa za hypervirulentné. Iné klony, napríklad CC9 a CC121 (línia II), ktoré sú hypovirulentné, sú zase spojené s potravinami a prostredím spracovania potravín, kým medzi klinickými prípadmi sa vyskytujú len zriedkavo.

V súčasnosti sa medzi typizačnými metódami považuje za zlatý štandard metóda založená na sekvenovaní celého genómu (whole genome sequencing, WGS) spolu s cgMLST (core-genome MLST), ktorá sa zameriava na časť genómu prítomnú vo všetkých kmeňoch druhu. Spomedzi súčasných metód sa vyznačuje najvyššou diskriminačnou silou, umožňuje určiť sekvenčné typy a klonálne komplexy a stanoviť fylogenetické vzťahy medzi kmeňmi. Využíva sa v epidemiológii pri skúmaní alimentárnych epidémií, vyšetovaní ich ohnísk, identifikácii perzistentných kmeňov, potenciálnych zdrojov kontaminácie a ciest prenosu patogénov.

V prípade *L. monocytogenes* sú poznatky o genetickej diverzite a šírení kmeňov nevyhnutné pri skúmaní ohnísk listeriózy, na účinné sledovanie a na elimináciu tejto patogénnej baktérie z potravinárskeho prostredia. Okrem toho štúdie genetickej diverzity pomáhajú objasniť kľúčové aspekty virulencie, perzistencie a adaptácie kmeňov na environmentálny stres. Môžu tiež pomôcť pochopiť ako tento patogén koluje medzi živočíchmi, potravinami, ľuďmi a životným prostredím a prípadne pomôcť lepšie identifikovať cesty kontaminácie potravín. To umožní znížiť kontamináciu potravín a viesť k lepšej prevencii ľudskej listeriózy.

Uvedenú metódu cgMLST používame aj na našom pracovisku na Výskumnom ústave potravinárskom, NPPC. Celogenómové sekvenovanie a bioinformatickú analýzu genómov vykonávame v spolupráci s Katedrou molekulárnej biológie (Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave). Táto metóda nám umožňuje charakterizovať kmene *L. monocytogenes* izolované z potravín a z prostredia potravinárskych prevádzok, identifikovať zdroje kontaminácie potravinárskych výrobkov a poskytuje dôležité informácie pri monitorovaní účinnosti sanitácie.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci projektu PVV 11 „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č.720/2023/MPRVSR-930.

INFORMÁCIE O BEZPEČNOSTI ŠTARTOVACÍCH KULTÚR JE MOŽNÉ ZÍSKAŤ Z ICH GENÓMU

Janka Koreňová – Tomáš Kuchta – Barbara Brežná

Jednou z možností ako zabezpečiť stabilnú kvalitu tradičnej bryndze je použitie štartovacích kultúr. Pridanie kultúry baktérií mliečneho kysnutia do mlieka pred výrobou syra dokáže zabezpečiť predovšetkým rýchlu a reprodukovateľnú tvorbu kyseliny mliečnej z laktózy, keďže kvalita suroviny (ovčieho mlieka) z hľadiska obsahu mliečnej mikrobioty často kolíše. Aby však zostala zachovaná tradičná chuť a aróma ovčieho hrudkového syra a z neho vyrobenej bryndze, nie je vhodné použiť bežné štartovacie kultúry, ako je napríklad tzv. smotanová kultúra. Pri použití štartovacej kultúry zloženej z laktokokov a streptokokov dochádza síce k rýchlemu okysleniu substrátu, avšak výsledný potravinársky výrobok je ochudobnený o typické atribúty arómy tradičného výrobku. Podľa doterajších poznatkov odborníkov na výrobu syra v popredných európskych krajinách by na tento účel boli vhodnejšie baktérie mliečneho kysnutia s odlišnými fermentačnými schopnosťami, najmä niektoré laktobacily. Štartovacie kultúry sú obligátne pridávané do pasterizovaného mlieka, ktoré je tepelným ošetrením do veľkej miery zbavené pôvodnej mliečnej mikrobioty. V prípade, že bakteriálnu kultúru pridávame do nepasterizovaného, surového mlieka, hovoríme o doplnkovej kultúre, ktorá dopĺňa mikroorganizmy prítomné v substráte.

Mikroorganizmy, ktoré sa používajú vo fermentačnej výrobe potravín, musia okrem vhodných technologických vlastností spĺňať tiež špecifické požiadavky z hľadiska bezpečnosti pre ľudský organizmus. Predovšetkým nesmú produkovať biogénne amíny a nesmú disponovať prenosnými génmi rezistencie na antibiotiká. Biogénne amíny, napríklad histamín alebo tyramín, sú zdraviu škodlivé, spôsobujú bolesti hlavy, svrbenie vonkajších slizníc alebo kožné vyrážky. Samotná rezistencia potravinárskych mikroorganizmov na antibiotiká by síce nebola problémom, ale ak sa príslušné gény nachádzajú na mobilných genetických prvkoch (plazmidoch alebo transpozónoch), mohlo by dôjsť k ich prenosu na patogénne mikroorganizmy v ľudskom čreve.

Pomôckou pri posudzovaní bezpečnosti potravinárskych mikroorganizmov vrátane mliekarenských kultúr je materiál Európskeho úradu pre bezpečnosť potravín (EFSA), v ktorom sa uvádza zoznam mikrobiálnych druhov všeobecne považovaných za bezpečné. Týmto druhom je priznaný status Kvalifikovaného predpokladu bezpečnosti (Qualified presumption of safety, QPS). Spomedzi bežných baktérií mliečneho kysnutia sem patria napríklad *Lactocaseibacillus casei*, *Lactocaseibacillus paracasei*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactobacillus helveticus*, *Limosilactobacillus fermentum*, *Levilactobacillus brevis*, *Leuconostoc lactis* a všetky laktokoky. Viacerým iným druhom baktérií mliečneho kysnutia, napríklad *Lentilactobacillus parabuchneri*, *Lentilactobacillus otakiensis* a všetkým enterokokom, však tento status nebol priznaný a pred zavedením do potravinárskeho použitia musia jednotlivé kmene absolvovať rozsiahle testovanie z hľadiska bezpečnosti.

Janka Koreňová, Tomáš Kuchta, Barbara Brežná, Odbor mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Janka Koreňová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: janka.korenova@nppc.sk

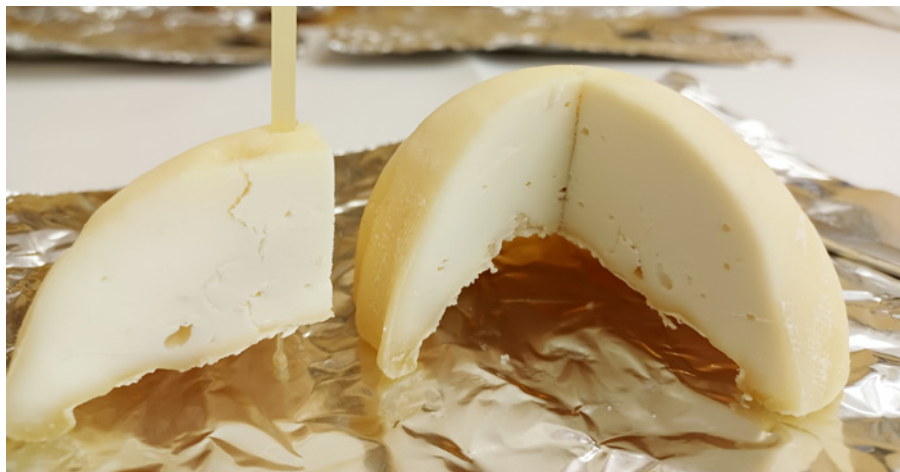
Súčasné molekulárno-biologické metódy a moderné prístroje umožňujú pomerne rýchlo a efektívne hodnotiť bezpečnosť baktérií mliečneho kysnutia kandidujúcich za potravinárske štartovacie kultúry. Základom je získať celogenómovú sekvenciu DNA, na čo sa používa veľkokapacitné sekvenovanie DNA. Získané celogenómové sekvencie sa potom bioinformaticky analyzujú pomocou špeciálnych počítačových programov a s využitím databáz sekvencií DNA.

V rámci výskumného projektu APVV-20-0001 „Štartovacie a prídavné kultúry na výrobu slovenskej bryndze s tradičnými organoleptickými vlastnosťami“ sme študovali bezpečnosť 34 kmeňov baktérií mliečneho kysnutia. Tieto kmene sme izolovali z bryndze a ovčej srvátky z rôznych slovenských salašov a bryndziarní. V spolupráci s Katedrou molekulárnej biológie (Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave), sme získali ich celogenómové sekvencie a tieto sme bioinformaticky analyzovali. V prvom rade sme sa zamerali na presnú taxonomickú klasifikáciu s použitím počítačových programov RAST, PATRIC, KmerFinder a TYGS. Na jej základe sme zistili, že 25 izolovaných kmeňov patrí do druhov so statusom QPS, konkrétne 2 kmene *Lb. brevis*, 9 kmeňov *Lb. casei/paracasei*, 4 kmene *Lb. fermentum*, 3 kmene *Lb. helveticus*, 6 kmeňov *Lb. plantarum* a 1 kmeň *Leuconostoc lactis*. Zvyšné testované kmene (8 kmeňov *Lb. parabuchneri* a 1 kmeň *Lb. otakiensis*) tento status nemajú. Gény pre antibiotikovú rezistenciu sme vyhľadávali počítačovým programom ResFinder, gény kódujúce enzýmy zodpovedné za tvorbu biogénnych amínov sme vyhľadávali na platforme BV-BRC (Bacterial and Viral Bioinformatics Resource Center, Chicago, Illinois, USA). Výsledky ukázali, že žiaden z testovaných kmeňov neobsahuje gény pre antibiotikovú rezistenciu ani gény kódujúce histidíndekarboxylázu a tyrozíndekarboxylázu, čo sú enzýmy zodpovedné za tvorbu najdôležitejších biogénnych amínov histamínu a tyramínu. Časť kmeňov však obsahuje gény kódujúce lyzínndekarboxylázu zodpovednú za tvorbu kadaverínu a časť kmeňov obsahuje gény kódujúce ornitínndekarboxylázu alebo agmatínndiminázu, ktoré sú zodpovedné za tvorbu putrescínu. Posledné uvedené gény by ale nemali byť bezpečnostnou prekážkou pri vývoji štartovacích kultúr.

Získané výsledky ukázali, že so všetkými študovanými kmeňmi môžeme postúpiť do ďalšej fázy výskumu, hoci kmene bez statusu QPS budú zaujímavé skôr z vedeckého než z praktického hľadiska. Zároveň sme úspešne využili možnosti moderných molekulárno-biologických metód využívajúcich veľkokapacitné sekvenovanie DNA pri hodnotení bezpečnosti potravinárskych mikroorganizmov.

Podakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-20-0001.



Modelový ovčí syr pripravený s doplnkovou kultúrou *Lactobacillus helveticus*.

BORIEVKOVÝ OLEJ A JEHO ANTIMIKRÓBNE VLASTNOSTI

Elena Panghyová – Lenka Panghyová – Vladimíra Vargová

Globálnym problémom súčasnosti je plytvanie potravinami, ku ktorému nemalou mierou prispieva nesprávne zaobchádzanie s potravinami. Zvýšenie trvanlivosti potravín môže prispieť k zníženiu potravinových odpadov. Zabezpečenie trvanlivosti je možné dosiahnuť prídavkom konzervantov, antioxidantov a látok s antimikróbne vlastnosťami. Podľa nariadenia Európskeho parlamentu a Rady 1333/2008 konzervačné látky predlžujú trvanlivosť potravín tak, že ich chránia pred kazením spôsobeným mikroorganizmami alebo pred rozmnožovaním patogénnych mikroorganizmov. Zvýšenie trvanlivosti potravín je možné dosiahnuť prídavkom chemických konzervantov, ktorých bezpečnosť hodnotí Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA) a zoznam prídavných látok priebežne upravuje podľa získaných vedeckých poznatkov. Chemickým konzervantom prislúcha v zozname prídavných látok označenie od E200 do E299 a k najbežnejším patria kyselina sorbová a jej soli, kyseliny benzoová a jej soli, siričitany, mravčany, nitráty, acetáty, laktáty a propionáty. Z hľadiska spotrebiteľa sú však chemické konzervanty často hodnotené ako nežiaduce zložky v potravine. Mnohí konzumenti sa spotrebe potravín s konzervantom vyhýbajú a to napriek ich deklarovanej bezpečnosti a uprednostňujú priamu spotrebu čerstvých potravín, prípadne potravín s minimálnym opracovaním, napríklad šetrnou pasterizáciou. Dôsledkom minimálneho opracovania sa však znižuje mikrobiologická stabilita produktu.

Východiskom pre zvýšenie trvanlivosti potraviny môže byť technológia čiastočných konzervačných zákrokov za využitia takzvaného prekážkového efektu (hurdle effect). Kombináciou nízkeho tepelného zaťaženia, zníženia pH a využitia fytoncídov ako prírodných konzervačných látok je možné dosiahnuť potlačenie rastu mikroorganizmov. Fytoncidy sú látky s antimikróbne účinkom, ktoré sú obsiahnuté v niektorých rastlinách. Okrem iných sem patria éterické oleje (silice). Éterický olej je heterogénna zmes látok lipofilného charakteru, ktorá pozostáva majoritne z terpénov. Terpény sú tvorené základnou stavebnou jednotkou izoprén. Ak molekula obsahuje aj iné funkčné skupiny, ide o terpenoidy. Terpény a terpenoidy sú nosičmi aromatických vlastností olejov a mnohé majú rôzne biologické účinky, medzi ktoré patria aj antibakterálne a antifungálne vlastnosti.



Borievka

Elena Panghyová, Lenka Panghyová, Odbor technologických inovácií a spolupráce s praxou, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Vladimíra Vargová, Ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Banská Bystrica.

Korešpondencia:

Ing. Elena Panghyová, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Biocentrum, Kostolná 5, 90001 Modra. E-mail: elena.panghyova@nppc.sk

Éterické oleje je možné získať z rastlinných materiálov rôznymi spôsobmi. Najpoužíva-nejšou metódou izolácie je destilácia s vodnou parou, ale do popredia sa dostáva aj šetrnejší spôsob, a to je extrakcia superkritickým CO₂. V našom výskume v Biocentre Výskumného ústavu potravinárskeho NPPC sme sa zaoberali stanovením obsahu éterického oleja v plodoch borievok *Juniperus communis*, jeho extrakcii hydrodestiláciou a možným využitím borievkového oleja ako antimikróbnej látky proti baktériam a kvasinkám.

Zrelé plody borievok boli získané v zberovej kampani v rokoch 2020 až 2023 z rôznych lokalít na Slovensku v mesiaci október. Boli voľne sušené pri izbovej teplote 20–25°C v tieni. Plody sme zhomogenizovali a realizovali sme hydrodestiláciu éterického oleja v prístroji na izoláciu silíc. Antibakteriálne vlastnosti sme stanovili modifikovanou difúznou metódou podľa Európskeho výboru pre testovanie antimikróbnej citlivosti (European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing, EUCAST) voči grampozitívnym baktériam *Staphylococcus aureus*, gramnegatívnym baktériam *Escherichia coli*, vybraným baktériam mliečneho kysnutia a kvasinke *Candida albicans*.

Plody borievok dozrievajú v druhom a treťom roku. Zber bol realizovaný v danej oblasti z viacerých kríkov a z rôznych častí kríkov v minimálnom množstve 1 kg, aby sa dosiahla štandardizácia vzorky. Z tohto dôvodu sa v zberovej kampani roku 2022 nepodarilo zozbierať dostatočné množstvo zrelých plodov. Z Tab. 1 vyplýva, že obsah éterických olejov sa pohyboval od 1,1 cm³ do 2,8 cm³ na 100 g sušiny plodov, priemerná hodnota bola 2.0 cm³/100 g sušiny plodov. V roku 2023 bol obsah éterických olejov nižší, priemerne 1,3 cm³/100 g sušiny plodov. Obsah olejov je ovplyvnený najmä pôdno-klimatickými podmienkami. Tab. 2 udáva miesta zberu borievok a aj agroklimatickú oblasť. Výsledky

Tab. 1. Obsah éterických olejov v plodoch borievok *Juniperus communis*.

Lokalita	Obsah éterických olejov (cm ³ / 100 g sušiny plodov)			
	Zber 2020	Zber 2021	Zber 2022	Zber 2023
Priechod	2,1	2,1	1,1	1,9
Ostrá hora	2,5	1,6	1,9	2,8
Kišovce	1,7	1,8	nezbierané	2,2
Iliaš	1,4	2,2	1,1	1,6
Horné Lazy	2,5	2,1	1,2	2,2
Selčianske sedlo	2,5	2,2	1,3	2,1
Chrámec	2,6	2,2	1,2	1,9

Tab. 2. Lokalizácia miesta zberu plodov borievok a agroklimatická charakterizácia zberovej oblasti.

Lokalita	Nadmorská výška (m)	Zemepisná šírka	Zemepisná dĺžka	Agroklimatická oblasť	Okrskok
Priechod	576	48,79	19,21	Mierne teplá	M7
Ostrá Hora	568	48,99	20,77	Mierne teplá	M2
Kišovce	667	49,03	20,38	Chladná	C1
Iliaš	440	48,70	19,16	Mierne teplá	M7
Horné Lazy	470	48,77	19,17	Mierne teplá	M7
Selčianske sedlo	749	48,79	19,17	Chladná	C1
Chrámec	185	48,26	20,20	Teplá	T7

Okrskok: T7 – teplý, mierne vlhký, s chladnou zimou; M2 – mierne teplý, mierne vlhký, so studenou zimou, dolinový; M7 – mierne teplý, silne vlhký, vrchovinový; C1 – mierne chladný, veľmi vlhký.

Tab. 3. Antimikróbna aktivita borievkového oleja voči nežiaducim mikroorganizmom.

Lokalita	Priemer inhibičnej zóny (mm)					
	<i>Staphylococcus aureus</i>		<i>Escherichia coli</i>		<i>Candida albicans</i>	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Priechod	12	10	ND	ND	6	20
Ostrá Hora	15	12	ND	ND	24	16
Kišovce	nemerané	18	ND	ND	6	8
Iliaš	15	15	ND	ND	20	6
Horné Lazy	15	14	ND	ND	6	ND
Selčianske sedlo	26	12	ND	ND	14	20
Chrámec	22	14	ND	ND	22	ND

ND – nebol zaznamenaný účinok.

Tab. 4. Vplyv komerčného borievkového éterického oleja na rast baktérií mliečneho kysnutia.

	Inhibičná zóna (mm)
<i>Lactobacillus acidophilus</i> 039*	10
<i>Lactobacillus acidophilus</i> 145**	15
<i>Lactobacillus acidophilus</i> La5***	18
<i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i> *	14
<i>Bifidobacterium lactis</i> *	25

Zdroj mikroorganizmov: * – Zbierka VÚP, ** – Zbierka FChPT STU, *** – Climax s.r.o.

naznačujú, že v každom roku a na každej lokalite boli zbierané plody s iným obsahom aj kvalitou éterického oleja, čo sa prejavilo v konečnom dôsledku aj na antimikróbnej aktivite olejov (Tab. 3, Tab. 4). Inhibičný účinok na rast *Staph. aureus* prejavil aj komerčný borievkový éterický olej.

Éterický olej z borievok preukázal antimikróbnu účinnosť voči grampozitívnym baktériám *Staph. aureus* a voči kvasinkám *C. albicans*, pričom nepôsobil inhibične na gramnegatívne baktérie reprezentované v testoch baktériou *E. coli* (Tab. 3). Získané výsledky naznačujú antibakteriálny účinok éterických olejov a môžu byť podkladom pre ich využitie na zvýšenie trvanlivosti niektorých potravín. Na druhej strane sa prejavil inhibičný účinok komerčného éterického oleja voči vybraným baktériám mliečneho kysnutia (Tab. 4). Keďže táto skupina baktérií je všeobecne zdraviu prospešná a živé baktérie z tejto skupiny sú v potravinách žiaduce, získané výsledky naznačujú určité limity využitia éterických olejov.

Získané výsledky o antimikróbnej účinnosti borievkového éterického oleja potvrdili jeho doteraz známu účinnosť proti rastu grampozitívnych baktérií a kvasiniek. Realizovaná štúdia tým potvrdila svoje opodstatnenie v súlade s odporúčaniami v boji proti rezistencii k antimikróbny látkam. V zmysle prístupu „jedno zdravie“ je ich cieľom zníženie spotreby antibiotík o 20 % a vývoj nových antimikróbnych látok.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy APVV 19-0471 „Využitie potenciálu borievky (*Juniperus communis* L.) v potravinárskom priemysle“.

CÍCER V POTRAVINÁRSTVE

Lenka Panghyová – Ľubomír Pastucha – Elena Panghyová

Cícer baraní je tretia najviac pestovaná strukovina na svete. Semená cíceru sú významným zdrojom bielkovín s kvalitným zložením aminokyselín, ktoré umožňuje uvažovať o cíceri ako o novej náhrade za mäso. V roku 2020 sa pestoval cícer na ploche 14,84 miliónov hektárov a vyprodukovalo sa 15,08 milióna ton cíceru. Cícer sa pestuje prevažne v krajinách, kde sú mierne a polosuché podmienky. Hlavnými pestovateľmi vo svete sú India, Austrália, Etiópia, Turecko, južné časti Talianska a Grécka. Najväčší celosvetový pestovateľ cíceru India vyprodukuje približne 66–68 % z celkovej produkcie cíceru. Na Slovensku sa v minulosti cícer pestoval, ale dnes ho považujeme za tradičnú strukovinu, ktorá sa pestuje už len na veľmi malej výmere. Pestovatelia by aj mali záujem rozšíriť pestovateľské plochy, ale problémom je chýbajúce osivo. Na Slovensku sa cícerové osivo nemnoží, nemáme ani povolené odrody. Slovenská odroda „Slovák“ je uchovávaná v Génovej banke SR v Piešťanoch.

Cícer baraní (*Cicer arietinum*) zaraďujeme do čeľade bôbovité (Fabaceae), radu bôbotvaré (*Fabales*). Rozlišujú sa tri typy cíceru: kabuli, desi a stredoeurópsky typ. Rozlišujú sa podľa veľkosti, farby a tvaru semena. Líši sa tiež zloženie bioaktívnych látok, hlavne antokyanínov, ktoré sú zodpovedné za odlišnú farbu. Pre kabuli cícer je charakteristické väčšie, béžovosivé, mierne vrásčité semeno a absencia antokyanínov. Pre desi cícer sú charakteristické menšie hranaté semená s drsnejším povrchom hnedej, zelenej alebo čiernej farby a obsah antokyanínov. Stredoeurópsky typ cíceru má hladké guľovité semená.

Z nutričného hľadiska má cícer vysoký obsah bielkovín (priemerne 17–20 %), sacharidov (60 %) a vlákniny (9 %). Okrem toho obsahuje tuky s nenasýtenými masnými kyselinami, vitamíny, minerály a biologicky aktívne látky, ako sú flavonoidy, antokyaníny, izoflavonoidy alebo fenolové kyseliny. Z nutričného hľadiska je dôležité, že bielkoviny cíceru majú nedostatok aminokyselín metionín a cysteín, ale sú bohaté na arginín a lyzín. Majoritným polysacharidom v semenách cíceru je škrob (31–38 %). Cícerový škrob má vysoký obsah amylózy, čo je zodpovedné za vyššiu rýchlosť retrogradácie a tým aj nízky glykemický index. Najviac zastúpeným oligosacharidom v cíceri je ciceritol, ktorý okrem cíceru (obsah 2,8 %) bol zistený aj v šošovici (1,6 %) a bielej lupine (0,7 %), kým v sóji a fazuli sa nachádza v stopových množstvách. Ciceritol sa považuje za látku, ktorá optimalizuje mikrobiotu ľudského hrubého čreva a podporuje produkciu masných kyselín s krátkym reťazcom, čo je prospešné pre ľudské zdravie. Obsah tukov v cíceri je 2,7–6,5 %. Z nenasýtených masných kyselín majú najväčšie zastúpenie kyselina linolová a kyselina olejová.

Cícer je dobrým zdrojom železa (50 mg/kg), zinku (41 mg/kg), horčíka (1380 mg/kg) a vápnika (1600 mg/kg). Obsahuje značné množstvo vitamínu E (tokoferol) a vitamínu B9 (kyselina listová). Cícer tiež obsahuje malé množstvo vitamínov B komplexu, hlavne vitamínu B2 (riboflavín), B5 (kyselina pantoténová) a B6 (pyridoxín). Zloženie mikroživín v cíceri je však značne ovplyvnené genotypom. Medzi najvýznamnejšie karotenoidy cíceru patria

Lenka Panghyová, Elena Panghyová, Odbor technologických inovácií a spolupráce s praxou, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Ľubomír Pastucha, Legumen, v. o. s., Piešťany.

Korešpondencia:

Ing. Lenka Panghyová, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Biocentrum, Kostolná 5, 90001 Modra. E-mail: lenka.panghyova@nppc.sk

xantofily, kryptoxantín a β -karotény. Mnohé štúdie poukázali na to, že cícer má antioxidačné, protizápalové, antibakteriálne, antifungálne a protirakovinové účinky, a tiež že znižuje hladinu cholesterolu a glukózy v krvi. V porovnaní s inými strukovinami obsahuje cícer menšie množstvo antinutričných látok, ako sú kyselina fytová, taníny a α -galakto-oligosacharidy.

Pred potravinárskym a kulinárskym použitím sa cícer upravuje mechanicky (mletie, namáčanie), biochemicky (klíčenie, fermentácia) alebo tepelne (praženie, extrúzia). Cieľom je zvýšenie nutričnej hodnoty, zlepšenie stráviteľnosti a eliminácia antinutričných látok. Mletím semien cíceru sa napríklad získava tradičná indická múka (besan), ktorá sa používa na prípravu rôznych miestnych jedál. Namáčaním semien cíceru sa okrem dosiahnutia zmäknutia tiež odstráni časť antinutričných látok. Klíčením cíceru sa zvyšuje nutričná hodnota cíceru a znižuje sa obsah antinutričných látok. Fermentovaný cícer možno využiť ako náhradu za fermentovanú sóju pri príprave pokrmu tempeh. V krajinách okolo Stredozemného mora sa fermentovaný cícer využíva na výrobu chleba a suchárov. Z pražených cícerových semien sa môže pripraviť prášok, ktorý sa používa ako zložka pri príprave jedál v Ázii, alebo tiež nápoj. Silne upražené semená možno použiť ako bezkofeínovú náhradu kávy.

Podakovanie

Príspevok vznikol na základe riešenia projektu „Inovácie v pestovaní a zvýšenie stupňa spracovania strukovín v SR“ z Programu rozvoja vidieka SR 2014-2022, podopatrenie 16.1. – Podpora na zriaďovanie a prevádzku operačných skupín zameraných na produktivitu a udržateľnosť poľnohospodárstva.

RED MOON – JABLKO ČERVENÉ AJ VO VNÚTRI

Filip Dimitrov – Jana Sádecká

Jablká sú komodita, ktorá nechýba v ponuke žiadneho obchodu s ovocím. Celosvetovo sa jej každoročne spotrebuje vyše 80 miliónov ton, pričom podiel Európskej únie predstavuje takmer 12 miliónov ton. Spotrebiteľ má na výber z pestrej ponuky rôznych odrôd jablák, jednak na priamu konzumáciu, ako i vo forme džúsov, jablkových pyrú, čajov, sušeného ovocia alebo rôznych alkoholických a nealkoholických nápojov. Jablká rozmanitých chutí a vôní sú výsledkom neúnavného rozvoja šľachtiteľskej činnosti a ovocinárstva.

Jabloň (*Malus*) je rod rastlín z čeľade ružovité (*Rosaceae*). Bohato sa vyskytuje v oblasti severnej hemisféry Európy, Ázie a Severnej Ameriky. Domestikovaná jabloň domáca *Malus domestica* Borkh. sa považuje za komplexný medzidruhový hybrid. Plod jablone, jablko, obsahuje množstvo zdraviu prospešných látok, ako sú polyfenoly, polysacharidy, terpény, rastlinné steroly, organické kyseliny, vitamíny a minerály. Štatisticky vzaté, každý obyvateľ Slovenska skonzumuje v priemere 14,3 kg jablák ročne a toto číslo postupne narastá. Jedným z dôvodov môže byť aj uvádzanie atraktívnych nových odrôd na trh, medzi ktorými sa začínajú objavovať aj jablká s červenou dužinou. Toto sfarbenie je spôsobené

Filip Dimitrov, Jana Sádecká, Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Filip Dimitrov, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25.
E-mail: filip.dimitrov@nppc.sk

hlavne obsahom antokyanínov, ktoré sú známe svojimi zdraviu prospešnými vlastnosťami. Jednou z takýchto nových odrôd je odroda Red Moon (RM-1), ktorá bola patentovaná v roku 2017 a uvedená na trh v roku 2019. Okrem charakteristického červeného sfarbenia dužiny má aj zaujímavú chuť. Napriek bohatému obsahu sacharidov má mierne kyslý chuťový podtón, ktorým zaujala nielen dospelých, ale aj deti.

Cider je nápoj primárne vyrábaný z jablák. Je obľúbený v mnohých krajinách Európy, Severnej Ameriky a Austrálie. Považovaný je za alternatívu piva. Tradične sa cider vyrába spontánnou fermentáciou jablčnej šťavy vplyvom kvasiniek, ktoré sa nachádzajú na povrchu jablák. Priemyselne vyrábané cidre ponúkajú varianty s rôznym obsahom alkoholu, ktorý sa pohybuje od 3 % (napríklad francúzsky cidre doux), až po 8,5 % (britské cidery). V USA a Kanade je vo veľkej obľube cider bez obsahu alkoholu. Zaujímavosťou je, že na výrobu cidru sa v niektorých krajinách uprednostňujú špecifické odrody jablka, označované ako cider jablká, ako napríklad britský Yarlington Mill, Dabinett alebo Kingston Black. Na trhu sa však začínajú objavovať aj nápoje, ktoré boli vyprodukované z jablák s červenou dužinou, ako Alpenfire Cider Glow, alebo nealkoholický variant Red Moon 99.6 Sparkling.

Aróma jablák je dôležitým kritériom ich kvality a priamo vplýva na rozhodnutie spotrebiteľa pri ich výbere. V prípade jablák je aróma definovaná harmóniou chute a vône. Chuť tvoria prevažne sacharidy a organické kyseliny. Vôňa je výsledkom komplexnej zmesi rôznych prchavých látok, z ktorých mnoho sa priamo nepodiela na typickej jablkovej aróme, ale spoločne túto arómu dotvárajú. Mnohé tieto látky sú špecifické v závislosti od odrody. Vedecké štúdie sa zaoberajú jablkovou arómou už vyše 50 rokov, a aj napriek množstvu poznatkov o chemickom zložení arómy mnohých odrôd jablák sa stále nedá povedať, že je dostatočne detailne preskúmaná. Všeobecne, vďaka pokroku izolačných a analytických metód bolo doteraz celkovo identifikovaných v jablkovej aróme približne 300 zlúčenín, pričom ich počet bude zrejme pribúdať vplyvom šľachtenia nových odrôd a hybridov.

Vo Výskumnom ústave potravinárskom sme sa nedávno zaoberali analýzami arómy šupky a dužiny jablák odrody Red Moon (RM-1). Použili sme inštrumentálne metódy plynovej chromatografie (GC-MS, GC-FID), ako aj špecifickú techniku GC-FID–olfaktometriu, ktorá spája inštrumentálnu analýzu so senzorickým hodnotením, kde ľudský nos plní úlohu druhého detektora. Aplikovanie tejto unikátnej techniky umožnilo identifikovať kľúčové aróma-aktívne zlúčeniny tvoriace arómu šupky i arómu dužiny predmetnej odrody jablka. Navyše sme určili intenzitné príspevky jednotlivých aróma-aktívnych zlúčenín k celkovým arómam. Ďalším cieľom výskumnej práce bolo porovnať rozdiely v profile aróma-aktívnych zlúčenín šupky a dužiny jablák predmetnej odrody vypestovaných počas rovnakej pestovateľskej sezóny na Slovensku a v Taliansku. Celkový profil aróma-aktívnych zlúčenín jablka bol z chemického hľadiska tvorený pestrou škálou zlúčenín, ako sú estery, alkoholy, aldehydy, seskviterpény, ketón a nenasýtená karboxylová kyselina s krátkym reťazcom. Zaujímavosťou bolo, že šupka jablka bola aromaticky bohatšia ako jeho dužina, nezávisle od pestovateľskej krajiny.

Jablká vypestované na Slovensku obsahovali 52 aróma-aktívnych zlúčenín v šupke a 32 v dužine. Na druhej strane, v jablkách vypestovaných v Taliansku bolo zistených 43 aróma-aktívnych zlúčenín v šupke a 34 v dužine. Etyl-2-metylbutanoát bol odoricky najvýraznejšou zlúčeninou jablčnej šupky i dužiny, spoločnou pre jablká z oboch pestovateľských lokalít. Takisto aj ďalších 12 kľúčových odorantov s rôznymi odorickými intenzitami, ako sú etylbutanoát, etylacetát, butanol, 1-okten-3-ón, izopropylacetát, hexylhexanoát, hexanol, bisabolén (neznámy izomér), farnezol (neznámy izomér), dve neznáme zlúčeniny a propylhexanoát boli spoločné pre všetky analyzované vzorky jablák. Etanol, pentanol a 2-fenyletanol boli odoranty špecifické pre jablká vypestované na Slovensku, zatiaľ čo butylacetát, hexyl-2-metylbutanoát a 2-metylbutylacetát boli odoranty charakteristické pre jablká talianskej produkcie. Tieto rozdiely mohli byť spôsobené rôznymi faktormi, či už klimatickými a pôdnymi podmienkami, geografickou polohou alebo časom zberu.

Išlo o prvú štúdiu profilu aróma-aktívnych látok v jablkách novej odrody Red Moon (RM-1). Výzvy pre budúci vedecký výskum predstavuje skúmanie väčšieho počtu vzoriek, aby sa zahrnula variabilita v čase zberu, ako aj rozdiely medzi jablkami produkovanými v ovocných sadoch a drobnými pestovateľmi.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytoorientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, 313011V336, spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LYOFILIZÁCIA POTRAVIN RASTLINNÉHO PÔVODU

Janka Lopašovská – Tomáš Kuchta

Lyofilizácia, nazývaná tiež sušenie mrazom, je proces, pri ktorom sa materiál najskôr zmrazí a potom vysuší vo vákuu. Voda sa v tomto procese z materiálu odstraňuje sublimáciou, čiže prestupuje z tuhého skupenstva (ľad) priamo do plynného (para) bez toho, aby došlo k jej premene na kvapalnú fázu (vodu). Využíva sa aj v potravinárstve a oproti bežnému sušeniu je výhodou, že celý proces prebieha pri nižších teplotách. Nedochádza preto k degradácii látok citlivých na vyššiu teplotu, akými je mnoho živín a väčšina biologicky aktívnych látok. Potravinové výrobky vyrobené lyofilizáciou sú trvanlivé vďaka nízkej aktivite vody a majú vysokú kvalitu, pričom je v nich zachovaný maximálny obsah vitamínov, antioxidantov a aróma-aktívnych látok. Vzhľadom na pomerne vysoké náklady je však využitie lyofilizácie obmedzené na vybrané potraviny. Využíva sa na výrobu špeciálnych potravinárskych výrobkov spracovaním mäsa, kávy, ovocných a zeleninových štiav či mliečnych výrobkov. Lyofilizované rastlinné potraviny sú súčasťou stravy v raketoplánoch, na vojenských misiách a extrémnych športovcov.

Pri lyofilizácii rastlinných produktov vystupujú špecifické technologické problémy, ako je prítomnosť kutikuly; vysoká koncentrácia sacharidov alebo lipidov. Epidermis väčšiny rastlín je pokrytý epikutikulárnymi voskami a pozostáva z komplexných zmesí alifatických a cyklických organických zlúčenín, vrátane primárnych alkoholov (C26, C28, C30), uhľovodíkov (C29, C31), esterov, mastných kyselín a triterpenoidov. Vonkajšia vosková vrstva robí lyofilizáciu ovocia a zeleniny náročnou, pretože para vytvorená sublimáciou ľadu počas primárneho kroku sa zachytáva vo vnútri produktu, čím sa zvyšuje tlak a tým aj topenie zmrazenej vzorky. Pri zvyšovaní tlaku výrobok popraská prípadne exploduje vo vnútri lyofilizovanej vzorky v závislosti od úrovne vákuu. Vysoký obsah sacharidov alebo lipidov môže zasa vytvoriť bariéru pre difúziu, čo ovplyvňuje primárny krok sušenia a môže viesť k nízkej kvalite výrobkov.

Na efektívne prekonanie problémov pri lyofilizácii rastlinných materiálov sa využívajú rôzne postupy predúpravy. Jednou možnosťou je predúprava pomalým zmrazovaním. Pri nej

Janka Lopašovská, Tomáš Kuchta, Odbor mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Janka Lopašovská, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25.
E-mail: janka.lopasovska@nppc.sk

dochádza k tvorbe veľkých extracelulárnych kryštálov ľadu, ktoré mechanicky narušujú rastlinné tkanivá. Ďalšou možnosťou je chemická predúprava, ktorá spočíva v ponorení materiálu do alkalických alebo kyslých roztokov. Alkalické namáčanie uľahčuje lyofilizáciu vytváraním trhlín na povrchu ovocia, pričom však treba postup optimalizovať z hľadiska použitej teploty, aby nedošlo k prílišnej degradácii textúry a negatívnemu ovplyvneniu chuti výrobkov. Mechanické predúpravy na zvýšenie účinnosti lyofilizácie môžu pozostávať zo šúpania, obrusovania povrchu, prepichovania šupy alebo rezania na rôzne tvary. Pri lyofilizácii tekutých potravín s vysokým obsahom sacharidov alebo lipidov je vhodné použiť riedenie koncentrovaného produktu.

Účinnosť lyofilizácie rastlinných potravín je možné zvýšiť tiež kombináciou s ďalšími technologickými postupmi. Jednou možnosťou je aplikácia infračerveného žiarenia, ktoré zabezpečuje rovnomerné povrchové zahrievanie. Žiarenie pritom dopadá na exponované povrchy materiálu a šíri sa prostredníctvom molekulárnych vibrácií. Tým dochádza k nižším stratám energie v porovnaní s inými typmi zdrojov tepla. Pri lyofilizácii rastlinných potravín tento postup preukázal skrátenie potrebného času a zvýšenie kvality produktu. Ďalšou možnosťou je aplikácia mikrovlnnej energie. Keďže zmrazená oblasť má vysokú tepelnú vodivosť, mikrovlnná energia umožňuje skrátiť čas lyofilizácie až o 60–75 %. Problémom, ktorý bráni prenosu tohto postupu z experimentálnej úrovne do praxe, je určitá nerovnomernosť ohrevu, keďže môže dochádzať k lokálnemu prehrievaniu a topeniu. Pozornosť sa v poslednej dobe venuje aj atmosférickej lyofilizácii, ktorá sa realizuje pri atmosférickom tlaku pod suchými inertnými plynmi.

Lyofilizácia sa v súčasnosti pomerne široko používa na dehydratáciu potravín rastlinného pôvodu. Napriek časovej náročnosti spracovania a nákladnosti je preferovaná v prípade požiadaviek na vysokú kvalitu výsledného produktu. Moderné prístupy k intenzifikácii procesu, využité predúpravy a inovatívnych technológií prispievajú k širšej praktickej aplikácii lyofilizácie na výrobu trvanlivých potravinárskych výrobkov rastlinného pôvodu s vysokou nutričnou a organoleptickou kvalitou.

DEACIDIFIKÁCIA RASTLINNÝCH OLEJOV TEKUTOU LIPÁZOU

Marek Kunštek

Voľné masťné kyseliny, prítomné v rastlinných olejoch, podliehajú autooxidačným reakciám. Pri autooxidačných reakciách vznikajú v prvej fáze hydroperoxydy a v druhej fáze prchavé aldehydy, ketóny a alkány, znižujúce kvalitu rastlinných olejov. Zníženie kvality sa prejavuje nepriaznivými organoleptickými vlastnosťami, ako napríklad zápachom po tuchnutí a zvieravo-horkastou chuťou.

Surové rastlinné oleje obsahujú niektoré nežiaduce nečistoty, kvôli čomu nie sú vhodné ako jedlé oleje. Ich vysoké číslo kyslosti je spôsobené vysokým obsahom voľných masťných

Marek Kunštek, Odbor technologických inovácií a spolupráce s praxou, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava; Ústav biológie a biotechnológie, Fakulta prírodných vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda, Trnava.

Korešpondencia:

Ing. Marek Kunštek, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Biocentrum, Kostolná 5, 90001 Modra. E-mail: marek.kunstek@nppc.sk

kyselín. Ďalšími negatívami sú sýta farba a nízky bod zadymenia. Preto by sa mali surové oleje rafinovať, aby sa odstránili tieto nečistoty. Deacidifikácia (odstránenie kyselín) je kľúčovým krokom v procese rafinácie a realizuje sa tromi možnými cestami, a to chemicky, fyzikálne alebo enzymaticky.

Tradičnou chemickou metódou deacidifikácie je alkalická deacidifikácia. Pri alkalicko deacidifikácii sa na neutralizáciu voľných mastných kyselín používa najčastejšie NaOH, čo má za následok veľké straty neutrálneho oleja i bioaktívnych zložiek. Súčasne sa tvorí veľké množstvo odpadových vôd.

Ďalšou metódou, bežne používanou v priemysle, je fyzikálne odkysľovanie, ktoré dokáže odstrániť voľné mastné kyseliny a prchavé látky vákuovým stripovaním pri teplote 100–120 °C a hodnote vákua –80 kPa až –100 kPa. Fyzikálne odkyslenie môže zabrániť produkcii mydlovej hmoty i odpadovej vody a vykazuje menšiu stratu bioaktívnych zložiek. Negatívnou stránkou fyzikálnej metódy deacidifikácie sú vysoké energetické nároky a prísna požiadavka na obsah fosforu v degumovanom oleji.

Na enzymatickú deacidifikáciu sa používajú lipázy na katalýzu esterifikácie medzi voľnými mastnými kyselinami v olejoch s rôznymi akceptormi acylu. Čínski vedci napríklad deacidifikovali kukuričný olej za pomoci kvapalnej lipázy B z *Candida antarctica* (CALB), ktorá hydrolyzuje oleje a tuky. Nízka cena procesu je dôvodom záujmu o využitie tohto enzýmu ako katalyzátora v praxi. V procese enzymatickej deacidifikácie sa doteraz používali imobilizované lipázy (Lipozyme RM IM, Lipozyme TL IM a Novozym 435). V iných štúdiách bol použitý glycerol a monoacylglyceroly ako akceptory acylu, prípadne iné akceptory acylu, napríklad zmes fytoosterolov. V porovnaní s alkalickou rafináciou má enzymatická deacidifikácia benefity, ako sú mierne reakčné podmienky, úspora energie a že ide o "zelený proces". Výber acylového receptora a vhodnej lipázy sú pre enzymatickú selektívnu deacidifikáciu rozhodujúce, aby sa zachovala neutralita oleja.

Enzymatická selektívna deacidifikácia pozostáva z dvoch reakcií a to primárnej esterifikácie a následnej transesterifikácie. Esterifikácia je termodynamicky riadená syntéza, kde donorom acylu je voľná mastná kyselina a výťažok je poznačený iba termodynamikou reakcie. Napríklad zvyšujúca sa teplota je priaznivá. Okrem optimalizácie teploty je možné maximalizovať výťažky esterifikácie aj riadením iných parametrov. Prídavok jedného zo substrátov v nadbytku môže byť použitý na usmernenie reakcie. Transesterifikácia je kineticky riadená reakcia, ktorá vyžaduje použitie aktivovaného donoru acylu. Maximálny dosiahnuteľný výťažok je určený pomerom syntézy k hydrolýze, ktorý je charakteristický pre daný enzým. Využitím riadenia kinetiky reakcie bola vyvinutá nová efektívna metóda enzymatického selektívneho odkysľovania kukuričného oleja s použitím lacnej tekutej lipázy CALB ako katalyzátora a etanolu ako akceptora acylu v systéme bez rozpúšťadiel.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti, 313011W112 SmartFarm.

ANTIOXIDAČNÁ AKTIVITA POLYSACHARIDOV

Marcela Blažková

Oxidačný stres je biologický jav spôsobený nadmerným množstvom oxidovaných molekúl v bunke, ktoré narúšajú jej redoxnú rovnováhu. Oxidačný stres je možné znížiť pomocou antioxidantov v strave. Medzi zložky stravy, ktoré majú antioxidačné účinky, patria aj polysacharidy. Podľa databázy SCOPUS sa pri zadaní výrazov „polysacharid“ a „antioxidant“ našlo v decembri 2023 viac ako 10000 prác, ktoré opisujú antioxidačné vlastnosti polysacharidov. Ide o schopnosť zachytávať v podmienkach in vitro chemicky generované radikály ako hydroxylový radikál (OH^\bullet), superoxid ($\text{O}_2^{\bullet-}$), 2,2'-azino-bis (kyselina 3-etylbenzotiazolín-6-sulfónová) ABTS^{•+} a 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl (DPPH[•]).

Jedným z významných polysacharidov je chitosan. Chitosan je kladne nabitý polysacharid, ktorý sa skladá z D-glukozamínu (deacetylovaná jednotka) a N-acetyl-D-glukozamínu (acetylovaná jednotka) spojených β -(1→4) väzbami. Získava sa čiastočnou deacetyláciou chitínu. Priemerná molekulová hmotnosť sa pohybuje od 9 kDa do 700 kDa. Vďaka pozitívnemu náboju, ktorý poskytuje skupina NH_3^+ v kyslom pH, môže chitosan interagovať s hydroxypolykarboxylovými kyselinami, ako sú kyselina citrónová, jablčná alebo vínna. Kvôli ich nízkej hodnote disociačnej konštanty kyseliny (pKa) sú vo vodných roztokoch prítomné v protonizovanej forme, čo umožňuje mať chelatačné vlastnosti a súčasne interagovať s chitosanom. To prispieva k antioxidačným vlastnostiam pripisovaným chitosanu zachytením kovových iónov. Pozitívne nabitý chitosan je tiež schopný interagovať s negatívne nabitými fenolovými zlúčeninami, ako sú hydroxyškoricové kyseliny. Tieto a ďalšie fenolové zlúčeniny môžu byť adsorbované na hlavný reťazec chitosanu pomocou hydrofóbných reakcií a vodíkových väzieb.

Čiastočnou depolymerizáciou chitosanu vznikajú chitooligosacharidy, ktoré majú molekulovú hmotnosť 2–4 kDa. Tieto preukázali zachytávanie radikálov pri pH 10,2 pre O_2^\bullet a pri pH 7,4 pre OH^\bullet . Čím bola nižšia molekulová hmotnosť chitooligosacharidu, tým vyššia bola ich antioxidačná aktivita. Napriek tomu, že oligosacharidy majú vyšší podiel redukujúcich skupín ako polysacharidy, karbonylová skupina pôsobí ako redukčné činidlo len pri vysokých teplotách a v alkalických podmienkach, aké sa vyskytujú pri Fehlingovej reakcii, kde sa Cu^{2+} redukuje na Cu^+ . Vyššia antioxidačná aktivita chitooligosacharidov sa teda pripisuje lepšej dostupnosti aminoskupín na konci molekuly. Pokles antioxidačnej aktivity chitooligosacharidov so zvyšovaním molekulovej hmotnosti možno vysvetliť aj intra- a intermolekulárnymi interakciami, ktoré znižujú rozpustnosť polymérov a tým znižujú aj počet dostupných aminoskupín. Napriek svojej nerozpustnosti chitosan vykazuje antioxidačné vlastnosti tiež pri alkalickom pH.

Ďalšou veľkou skupinou polysacharidov s antioxidačnými vlastnosťami sú ovocné polysacharidy. Patrí sem celulóza, čo je homopolysacharid, ktorý sa väčšinou vyskytuje

Marcela Blažková, Odbor technologických inovácií a spolupráce s praxou, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava; Ústav biológie a biotechnológie, Fakulta prírodných vied, Univerzita sv. Cyrila a Metoda, Trnava.

Korešpondencia:

RNDr. Marcela Blažková, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Biocentrum, Kostolná 5, 90001 Modra. E-mail: marcela.blazkova@nppc.sk

v bunkových stenách ovocia. Ďalej sem patria hemicelulóza (heteropolysacharid, ktorý tvorí významnú časť rastlinnej bunky), pektín (heteropolysacharid prítomný v bunkových stenách niektorých druhov ovocia), škrob (nachádza sa v koreňoch a hlúčach) a fruktány (zásobné polysacharidy prítomné v niektorých druhoch ovocia, cibuli a cesnaku). Pre zaujímavosť, výborné antioxidačné vlastnosti preukázali polysacharidy z uhorky a tekvice.

Polysacharidy sú hojne zastúpené v rastlinnom materiáli a majú potenciál pri podpore ľudského zdravia. Ich široké spektrum biologických aktivít je dobrým predpokladom pre ich uplatnenie v potravinárskych aplikáciach.

HROZNOVÉ SEMENÁ V POTRAVINÁRSTVE

Katarína Ženišová – Tomáš Kuchta

Hrozno je jedným z najviac konzumovaných druhov ovocia na svete a dnes sa pestuje takmer na každom kontinente. Hlavným produktom spracovania hrozna je víno. Okrem neho sa vo vinárskom priemysle vyrába šťava (mušt, džús) ale aj iné vedľajšie produkty, ktoré zhodnocujú 20–25 % z množstva spracovaného hrozna. Tieto produkty sú veľmi zaujímavé z hľadiska zvýšenia ekonomickej efektívnosti odvetvia. Ponúkajú možnosť získania cenných produktov, užitočných v rôznych priemyselných odvetviach. Možno z nich získať rôzne biologicky aktívne látky, ako sú enzýmy, vitamíny, antioxidanty alebo aminokyseliny.

Hroznové semená tvoria asi 2–5 % celkovej hmotnosti hrozna a asi 40–50 % celkového tuhého odpadu vyprodukovaného vinárstvami. Hroznové semená obsahujú 35 % vlákniny, 7–20 % lipidov, 11 % bielkovín a 3 % minerálov. Z biologicky aktívnych látok obsahujú najmä polyfenoly (antokyaníny, prokyanidíny, stilbény, flavonoidy a fenolové kyseliny), tokoferoly, β -karotén a taníny.

Semená sa používajú hlavne na výrobu jemných a chuťovo príjemných hroznových olejov. Tieto sú bohaté na nenasýtené mastné kyseliny (olejovú a linolovú) a fenolové zlúčeniny. Výťažnosť oleja z hroznových semien závisí od ich štruktúry a zloženia, a tiež od použitej extrakčnej techniky.

Z hroznových semien je možné vyrobiť tiež extrakt, ktorý má antioxidačné vlastnosti. Skúma sa jeho využitie v potravinárskom priemysle ako prírodného antioxidantu namiesto askorbátu sodného, pričom doterajšie výsledky sú povzbudivé. Extrakty analogického zloženia a s podobným využitím je možné pripraviť tiež z iných vedľajších produktov výroby vína, ako sú výlisky a šupky.

Ďalším prípravkom, ktorý je možné vyrobiť z vedľajších produktov vinárskeho priemyslu, je múka z hroznových semien. Túto je možné výhodne využiť v pekárskom priemysle. Je ňou možné nahradiť časť pšeničnej múky, pričom sa zachovávajú reologické a enzymatické vlastnosti cesta. Problém, ktorý je potrebné riešiť, je však znížený obsah lepku a vysoký obsah vlákniny, čo vedie k zmenšeniu konečného objemu chleba a zníženiu elasticity jadra.

Katarína Ženišová, Tomáš Kuchta, Odbor mikrobiológie, molekulárnej biológie a biotechnológií, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Katarína Ženišová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: katarina.zenisova@nppc.sk



Nepomleté a pomleté semená hrozna (zmes odrôd).

Druhým problémom je horká chuť pretrvávajúca aj po prehltnutí, ktorá limituje množstvo múky z hroznových semien, ktoré je možné pridať do pekárenských výrobkov.

Z vedľajších produktov vinárskeho priemyslu je možné vyrobiť tiež rôzne koncentráty biologicky aktívnych látok. Tieto je možné využiť na fortifikáciu potravín a tiež na výrobu nutraceutík alebo farmaceutických prípravkov. Vzhľadom na technologickú náročnosť použitých extrakčných postupov je však v súčasnosti ekonomická efektívnosť takéhoto prístupu problematická bez ohľadu na nízku cenu vstupných surovín.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, 313011V336 (313V3360009), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Molekulárno-biologická analýza mikroorganizmov vo vzorkách vína.

AKTUÁLNE POZNATKY O SKLADOVANÍ ČIERNEHO ČAJU

Jana Sádecká

Čaj, ako najobľúbenejší nápoj okrem vody, dosiahol približne 6,9 milióna ton celosvetovej produkcie v roku 2022, pričom približne 70 % z nich sa stalo neprijateľnými v dôsledku nesprávneho skladovania. Skladovanie čaju významne ovplyvňuje jeho kvalitu na komoditnom trhu. Počas skladovania sú zlúčeniny obsiahnuté v čaji náchylné na transformáciu pod vplyvom environmentálnych faktorov vrátane vplyvu tepla, vlhkosti, kyslíka a svetla. Dochádza v ňom k viacerým biologickým, chemickým a fyzikálnym reakciám, ktoré vedú k zmenám jeho organoleptických vlastností. V posledných desaťročiach badať nárast záujmu o zlepšenie skladovania čaju, pretože je zrejmé, že zvyšuje senzoryckú kvalitu a zdravotné benefity niektorých jeho druhov, ale stále je to nedostatočné. Hoci sa v súčasnosti objavujú rôzne nové baliace materiály a spôsoby balenia, všeobecná koncepcia skladovania čaju sa podstatne nezmenila. Aktuálne sa výskum v tejto oblasti zameriava najmä na vplyv časového rozsahu skladovania na kvalitu čaju, zatiaľ čo vývoj kvality sprostredkovaný podmienkami skladovania nebol dosiaľ úplne preukazný. Platí to aj pre špecifické spôsoby skladovania určitých druhov čaju.

Čierne čaje majú nelineárnu koreláciu medzi kvalitou a časom skladovania. Podľa asociačnej normy (T/CTMA 029-2021), ktorú vydala Čínska asociácia pre marketing s čajom (China Tea Marketing Association), je pre čierne čaje obchodované na trhu žiaduca doba trvanlivosti 36–48 mesiacov. Na skladovanie čiernych čajov sa odporúča teplota 10–25 °C a to preto, lebo tento druh čaju v dôsledku absolvovania procesu fermentácie obsahuje menej zlúčenín citlivých na teplo. V 10-týždňovom experimente zrýchleného starnutia sa zistilo, že krátkodobé skladovanie môže zlepšiť organoleptickú kvalitu čiernych čajov, zatiaľ čo skladovanie dlhšie ako dva týždne vedie k poklesu ich kvality. Niektoré druhy čierneho čaju, ako napríklad čierny čaj keemun congou (KCBT), sa pred uvedením na trh skladoval pri teplote 10–25 °C počas jedného roka alebo dlhšie, pričom sa zvýšila kvalita jeho arómy. Na druhej strane 3-ročné skladovanie spôsobilo, že charakteristická aróma sa vytratila. Tieto skutočnosti naznačujú nelineárnu závislosť medzi kvalitou čierneho čaju a dobou jeho skladovania, pričom v ňom boli pozorované dynamické zmeny v obsahu prchavých a neprchavých zlúčenín.

Počas skladovania čaju sa transformujú aj zlúčeniny zodpovedné za farbu výluhu. Predĺžením skladovania sa farba výluhu mení zo svetlej na tmavú. Táto zmena je spôsobená najmä transformáciou dvoch hlavných skupín pigmentov čierneho čaju teaflavínov a tearubigínov na teabrowníny prostredníctvom oxidácie, polymerizácie alebo kondenzácie. Hladiny teaflavínov počas skladovania konzistentne klesajú a sú užitočné pri odhadovaní času skladovania.

Zmeny kvality čaju možno podporiť alebo inhibovať reguláciou faktorov prostredia skladovania. K dispozícii sú poznatky zo skladovacích experimentov trvajúcich až dvadsať rokov.

Jana Sádecká, Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Jana Sádecká, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25.
E-mail: jana.sadecka@nppc.sk

Zmeny obsahu väčšiny zlúčenín môžu byť klasifikované ako zvýšenie (napríklad flavón-C-glykozidy a najmä kempferol-O-glykozidy), zníženie (napríklad deriváty lipidov a karotenoidy) alebo zvýšenie a potom zníženie (prchavé zlúčeniny odvodené od glykozidov a flavanoly). Je zrejmé, že tieto zmeny následne vyvolávajú zmeny v organoleptických vlastnostiach čajov.

Charakteristickú arómu aktuálne produkovaných čiernych čajov možno rozdeliť na ovocné, kvetinové, medové a sladké vonné tóny. Napríklad jedinečná aróma čerstvého KCBT sa nazýva „keemun aróma“, opisuje sa ako ovocná, osviežujúca a sladká. V priebehu dvadsaťročného skladovania tohto druhu čaju bola odhalená dynamická zmena jeho arómy a taktiež jej základné mechanizmy. Obsah vysoko prchavých alkoholov, aldehydov a ketónov so zelenými a kvetinovými vôňami, ako sú (*Z*)-3-hexenal, (*E*)-2-hexen-1-ol a benzylalkohol, počas dlhodobého skladovania výrazne klesol, čo malo za následok zníženie vnímania sviežej a sladkej arómy čaju. Po dvoch rokoch skladovania sa aróma čaju zmenila na drevitú v dôsledku tvorby dihydroaktinidiolidu (s drevitým, pižmovým a zatuchnutým pachom) ako produktu autooxidácie β -karoténu. Dihydroaktinidiolid bol identifikovaný ako spoľahlivý marker skladovania čiernych čajov.

Dlhšie skladovanie viedlo k zníženiu koncentrácie prchavých látok v celkovom profile, čím sa vytratila typická aróma KCBT. Pokles v obsahu šiestich prchavých látok odvodených od glykozidov, ako sú geraniol a linalool, ktoré sú známe svojou kvetinovou a sviežou mäťovou arómou, priamo súvisel so zoslabením keemunovej arómy. Linalool je pomerne reaktívna zlúčenina a uvádza sa, že tento terpenoid v ľadovom čaji môže podliehať hydrolyze a tvorí α -terpineol a nerol.

V KCBT skladovanom päť rokov sa objavil zatuchnutý zápach, ktorý sa stal intenzívnym s predlžujúcou sa dobou skladovania v dôsledku nárastu obsahu metoxybenzénov. Tvorba týchto prchavých zlúčenín v tmavých čajoch sa pripisuje mikrobiálnemu pôsobeniu na kyselinu galovú (kyselina 3,4,5-trihydroxybenzoová), pričom ak by sa ponechal tento dej bez kontroly, postupne by boli negatívne prekryté pôvodne pozitívne aromatické vlastnosti čaju. Okrem toho boli ako markery na identifikáciu času skladovania navrhnuté hexanal, *trans*-2-oktenal, *trans,cis*-2,4-heptadienal, *trans,trans*-2,4-heptadienal, β -cyklocitral a β -ionón. Prvé štyri z nich vznikajú autooxidáciou kyseliny linolénovej a kyseliny linolovej, zatiaľ čo posledné dva sú produktmi autooxidácie β -karoténu.

Pri experimentoch boli skúmané aj markery súvisiace s chuťou pri skladovaní čierneho čaju keemun (KBT), pričom bol pozorovaný pokles obsahu flavan-3-olov, teaflavínov a aminokyselín pri skladovaní dlhšom ako desať rokov. Tento pokles bol spojený so zmiernením horkosti, trpkosti a chuti umami. Väčšina identifikovaných mastných kyselín pozitívne korelovala so sladkosťou, pretože hydrolyza triglyceridov počas skladovania a produkt glycerol, ktorý vzniká spolu s mastnými kyselinami, môžu poskytnúť sladkú chuť. Kyselina chinínová, katechíny odvodené od kyseliny galovej, kyselina linolénová, kyselina linolová, kyselina jablčná, kyselina palmitová a teaflavín-3'-galát boli navrhnuté ako markery na rozlíšenie krátkodobo a dlhodobo skladovaných KBT.

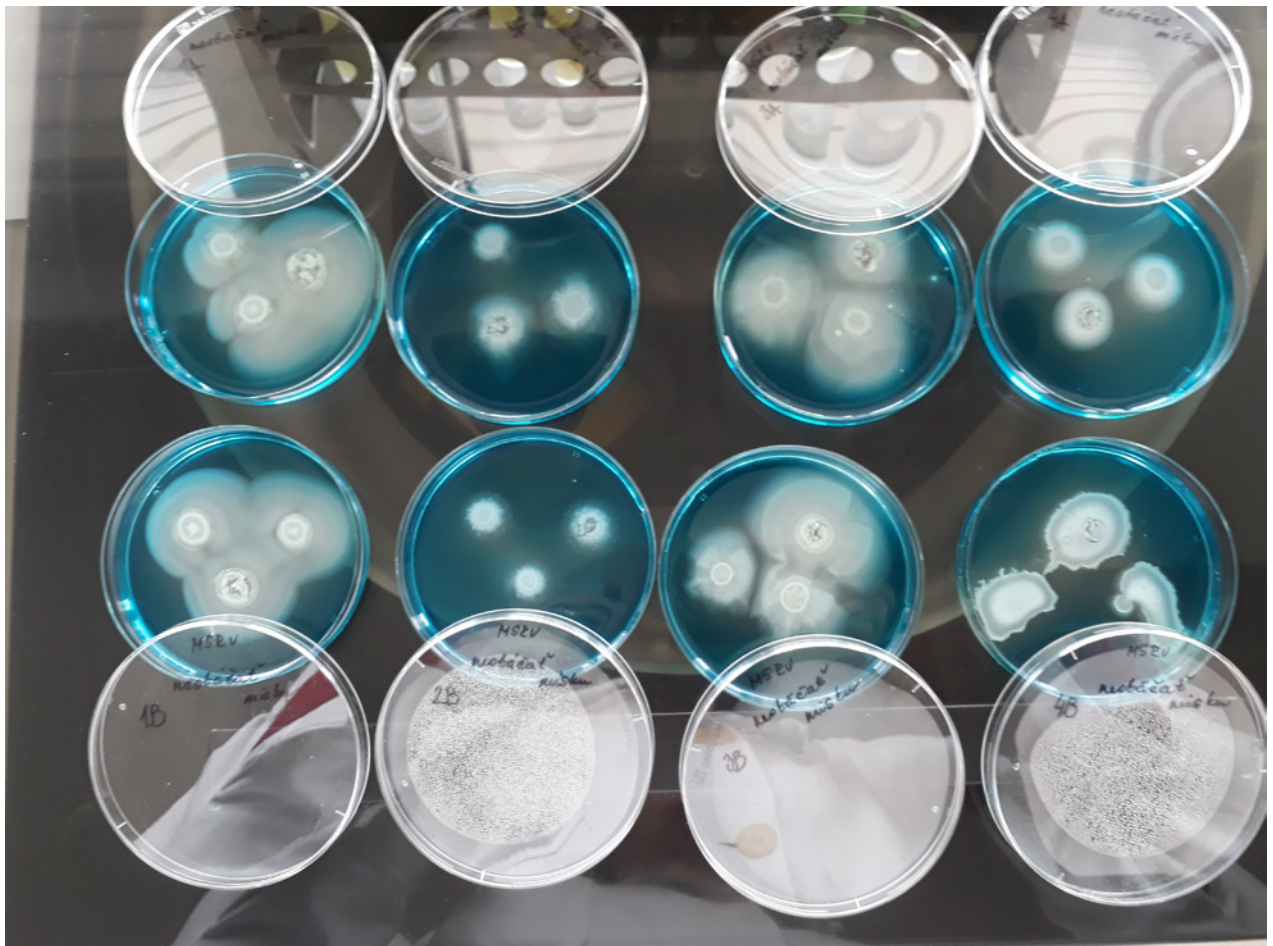
Pri identifikácii markerov skladovania čaju sa vo veľkej miere uplatňujú moderné analytické techniky kombinované s chemometrickými metódami, najmä s elektronickými senzormi, spektroskopickými metódami a metódami hmotnostnej spektrometrie. Okrem toho, že sa v súčasnosti skúmajú metódy skladovania čaju, navrhujú sa nové technológie skladovania s využitím monitorovania a kontroly environmentálnych faktorov pomocou bezdrôtových senzorových sietí, inteligentných a aktívnych obalových technológií. Tieto snahy by mali vyústiť do sofistikovaných technológií pozitívne ovplyvňujúcich kvalitu čajov.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, 313011V336, spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Mikrobiologická kultivačná analýza salmonel v mäsových výrobkoch.



Kolónie mikroorganizmov na selektívnom polotuhom agarovom médiu pre dôkaz salmonel.



Mäsový výrobok (bravčová klobása) po tepelnom opracovaní.



Meranie aktivity vody mäsového diela a tepelne opracovaných mäsových výrobkov.

ISSN 1336-085X



9 771336 085009