

# TRENDY

N P  
P C

## v potravinářství

číslo 1/2023  
ročník XXVIII.





Vzorky potravín sa v médiách suspendujú v pedálovom homogenizátore typu stomacher.



Mikrobiálne kultúry sa kultivujú za miešania v termostatických trepačkách.

← Na prednej strane obálky:  
Na prípravu roztokov a médií sa používa destilovaná alebo redestilovaná voda.  
Mikrobiologické médiá sa pred použitím sterilizujú v autokláve.



# TRENDY V POTRAVINÁRSTVE

Ročník XXVIII., 2023, 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 Kacčíková, CSc.  
RNDr. Tomáš Kuchta, DrSc.  
Ing. Blanka Tobolková, PhD.  
Ing. Anna Giertlová  
doc. Ing. Stanislav Šilhár, CSc.

## Redakcia:

Ing. Zuzana Lichnerová  
Justína Farbulová

Vychádza 2x ročne.

Vyšlo v máji 2023

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

## NEPREDAJNÉ



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE  
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM  
VÝSKUMNÝ ÚSTAV  
POTRAVINÁRSKY

## OBSAH

<b>Možnosti predĺženia trvanlivosti pekárskeho výrobku v rámci technológie ich balenia</b>	<b>3</b>
Burda, M.	
<b>Čistenie povrchov ľadovou kašou</b>	<b>5</b>
Minarovičová, J. – Kuchta, T.	
<b>Technológia pulzného elektrického poľa – novinka v potravinárskom priemysle</b>	<b>6</b>
Blažková, M.	
<b>Nové trendy v konzervovaní ovocia a zeleniny</b>	<b>9</b>
Koreňová, J. – Kuchta, T.	
<b>Praktická termosterilizácia výrobkov z ovocia a zeleniny</b>	<b>10</b>
Koreňová, J. – Lopašovská, J.	
<b>Kategorizácia polyfenolických zlúčenín, ich význam a výskyt</b>	<b>14</b>
Belajová, E.	
<b>Aktuálne poznatky o čokoládovej aróme</b>	<b>17</b>
Sádecká, J.	
<b>Mak a ópiové alkaloidy</b>	<b>19</b>
Šalgovičová, D. – Bartošová, L.	
<b>Mikrobiológia semien maku</b>	<b>21</b>
Rešková, Z. – Koreňová, J. – Kuchta, T.	
<b>Mikrobiologická bezpečnosť jedál na báze sóje</b>	<b>22</b>
Lopašovská, J. – Koreňová, J.	
<b>Molekulárno-biologická charakterizácia baktérií <i>Escherichia coli</i> z konopných semien</b>	<b>24</b>
Rešková, Z. – Koreňová, J. – Drahovská, H. – Kuchta, T.	
<b>Nové materiály by mohli nahradiť plastové obaly</b>	<b>25</b>
Tobolková, B.	
<b>Jáhly neboli loupané proso – potravina našich predkov</b>	<b>27</b>
Tobolková, B.	
<b>Topinambur – náhrada zemiakov</b>	<b>28</b>
Bartošová, L. – Giertlová, A.	
<b>Chránené živiny</b>	<b>30</b>
Rajský, M. – Bruggeman, G. – Formelová, Z. – Mlyneková, Z. – Chrenková, M.	

<b>Plody borievky ako zdroj látok s potenciálne antivírusovým účinkom</b>	<b>33</b>
Panghyová, L. – Panghyová, E.	
<b>Ochratoxín A v potravinách</b>	<b>35</b>
Angela Světlíková, A.	
<b>Referenčné dávky alergénov v potravinách</b>	<b>36</b>
Minarovičová, J. – Kuchta, T.	
<b>Ťažký život laktobacilov v sójovom „mlieku“</b>	<b>38</b>
Kuchta, T. – Minarovičová, J.	
<b>Oranžové vína</b>	<b>39</b>
Ženišová, K.	
<b>Astaxantín – prírodný antioxidant</b>	<b>40</b>
Priščáková, L.	
<b>Využitie vedľajších produktov z odpadu ovocia a zeleniny</b>	<b>42</b>
Véghová, A.	
<b>Fermentované mäsové výrobky, ich história a nové smery v technológii</b>	<b>43</b>
Kunštek, M. – Baxa, S.	
<b>Bezpečnosť medu a výrobkov z medu</b>	<b>46</b>
Panghyová, E. – Gašparovski, I.	



Na VÚP-NPPC sa výskumne zaoberáme zvyšovaním kvality a hygieny výroby tradičných syrov.

## MOŽNOSTI PREDĽŽENIA TRVANLIVOSTI PEKÁRSKÝCH VÝROBKOV V RÁMCI TECHNOLOGIE ICH BALENIA

Michal Burda

Chlieb, pečivo aj ďalšie pekárske výrobky tvoria podstatnú časť základných potravín, ktoré sú ľuďmi po celom svete dennodenne konzumované. Časť týchto výrobkov je v obchodných sieťach predávaná ako nebalená, avšak viaceré výrobky sú zabalené do rôznych obalov.

Trvanlivosť pekárskych výrobkov závisí od mnohých faktorov, či už od vlastností samotného produktu (napríklad zloženie, aktivita vody, pH), technológie jeho výroby a balenia (hygiena prostredia, doba chladnutia, spôsob balenia, priepustnosť obalu pre plyny). Svoju úlohu zohrávajú aj podmienky skladovania, najmä teplota, vlhkosť prostredia, prítomnosť svetla a mikroorganizmov v prostredí.

Doba trvanlivosti pekárskych výrobkov je určená predovšetkým mikrobiologickou bezpečnosťou, keďže pekárske výrobky sú pomerne vo veľkej miere náchylné na mikrobiologické kazenie, najmä mikroskopickými vláknitými hubami (plesňami). Okrem toho v nich počas skladovania pekárskych výrobkov prebiehajú prirodzené procesy starnutia, ktoré sú spôsobené najmä retrogradačnou schopnosťou škrobu. Tieto procesy sa prejavujú hlavne v zhoršení texturálnych a organoleptických vlastností výrobkov, napríklad tvrdnutím a vysychaním. Spätné uvoľňovanie vody z pekárskych výrobkov počas ich skladovania môže takisto vytvárať vhodnejšie podmienky pre rast a množenie mikroorganizmov. Tento efekt môže spôsobiť problémy najmä pri balených pekárskych výrobkoch, keďže uvoľnená voda sa dostane do priestoru medzi obalom a výrobkom, kde okrem zvýšenia vlhkosti a aktivity vody môže dochádzať aj k jej kondenzácii. Pre spomalenie procesov starnutia sa v receptúrach pekárskych výrobkov používajú rôzne prísady, ktoré dokážu zachovať žiadané vlastnosti produktov dlhšiu dobu.

Predĺženie doby trvanlivosti pekárskych výrobkov z pohľadu ich mikrobiologickej bezpečnosti môže byť dosiahnuté použitím rôznych moderných spôsobov balenia, ktorými môže byť klasické balenie doplnené, prípadne nahradené. V rámci inovatívnych systémov balenia existujú v súčasnosti dva hlavné smery – tzv. inteligentné a aktívne balenie. Inteligentné balenie monitoruje stav potravinu alebo jej okolitého prostredia, pričom o ňom spotrebiteľovi určitým spôsobom poskytuje informáciu. Sú to napríklad rôzne indikátory čerstvosti, prítomnosti plynov alebo zmien podmienok skladovania potravinu. Aktívne balenie má za úlohu predĺžiť trvanlivosť potravinu alebo zachovať či vylepšiť jej vlastnosti. V súčasnosti sa na predĺženie doby trvanlivosti pekárskych výrobkov pomerne často využíva ochranná atmosféra, prípadne vákuové balenie a aplikácia etanolových pár. Okrem týchto možností existujú aj ďalšie systémy aktívneho balenia, ktoré môžu byť zaujímavou alternatívou. Sú to najmä systémy s antimikróbny alebo antioxidačnými účinkami.

Prvou skupinou systémov aktívneho balenia je aplikácia antimikróbne pôsobiacich látok či už priamo do štruktúry obalu alebo ako jeho vrstvy pri jeho výrobe. Ďalšou možnosťou je

**Michal Burda**, Odbor technologických inovácií a spolupráce s praxou, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

*Korešpondencia:*

Ing. Michal Burda, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Biocentrum, Kostolná 5, 90001 Modra. E-mail: [michal.burda@nppc.sk](mailto:michal.burda@nppc.sk)



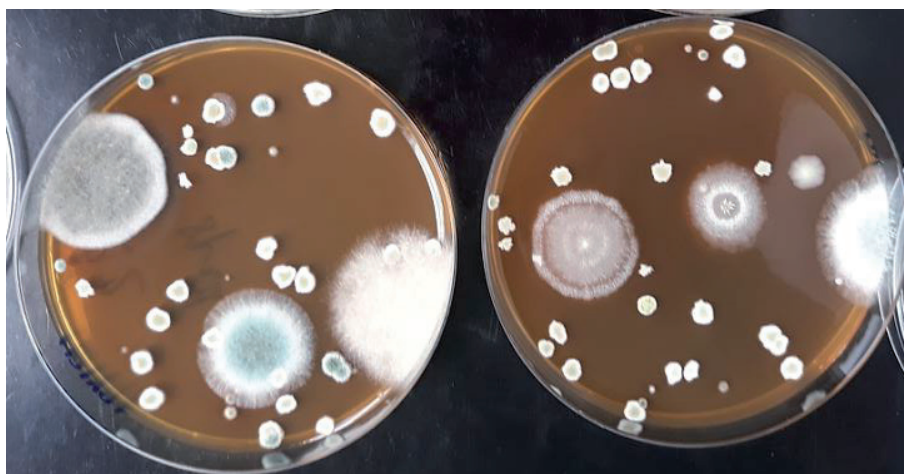
aplikácia antimikróbných látok na vnútorný povrch obalu, z ktorého sa následne dostávajú do prostredia medzi obalom a výrobkom. Tieto látky môžu byť obsiahnuté aj vo vrecúšku alebo podložke. Niektoré antimikróbne látky je možné aplikovať aj priamo na povrch výrobkov v podobe jedlých povlakov alebo filmov. Antimikróbne pôsobiace látkami, ktoré môžu byť v rámci jednotlivých systémov aplikované, sú napríklad esenciálne oleje, lyzozým, chitosan alebo zlúčeniny obsahujúce striebro.

Druhou skupinou systémov aktívneho balenia s antimikróbnymi alebo antioxidačnými účinkami je použitie rôznych absorbérov alebo emitérov určitých látok. Najčastejšie používanými absorbérmi sú absorbéry kyslíka, ktoré okrem antioxidačného účinku pôsobia aj proti aeróbnym mikroorganizmom, teda aj proti vláknitým mikroskopickým hubám. Okrem nich sa používajú aj absorbéry vlhkosti, ktoré svojou činnosťou v určitej miere takisto zamedzujú mikrobiologickému znehodnoteniu. Absorbéry môžu byť doplnené tiež emitérmi oxidu uhličitého. Osobitnú skupinu tvoria emitéry etanolových pár. Etanolové pary môžu byť aplikované sprejovaním do priestoru medzi obalom a výrobkom pri jeho balení, ale tiež môžu byť produkované vo vnútri balenia prostredníctvom emitérov. Etanol je aj v malých množstvách veľmi účinný práve proti mikroskopickým vláknitým hubám. Etanolové pary po otvorení balenia vyprchajú, avšak svojou typickou arómou môžu pôsobiť negatívne, preto sa k nim pridávajú aj iné aromatické látky (napríklad vanilín), ktoré túto etanolovú arómu maskujú.

Použitie moderných spôsobov aktívneho balenia bolo predmetom mnohých výskumných štúdií, ktoré preukázali ich pomerne vysokú účinnosť, avšak limitujúcim faktorom pre ich rozsiahlejšie používanie v praxi je najmä ich vysoká cena. Okrem toho je ich nevýhodou aj to, že sa jednotlivé systémy nedajú aplikovať všeobecne na všetky pekárské výrobky. Napríklad aromatické esenciálne oleje môžu byť pri niektorých výrobkoch spotrebiteľmi neakceptovateľné. Avšak mnohé antimikróbne pôsobiace látky sú prírodného charakteru, preto môžu v istej miere nahradiť iné konzervačné látky. Trvanlivosť výrobkov je aktuálna problematika riešená mnohými výrobcami. Touto témou sa v spolupráci s výrobcami zaoberajú aj pracovníci Výskumného ústavu potravinárskeho NPPC.

### Podakovanie

Tento príspevok bol vytvorený vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: „Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny“, Drive4SIFood, 313011V336 (aktivita 313V33600009), ktorý je spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Dôležitým činiteľom, ktorý znižuje trvanlivosť pekárskych výrobkov, sú vláknité huby – plesne. Na obrázku rast ich zmesi na živnom agare.

## ČISTENIE POVRCHOV ĽADOVOU KAŠOU

Jana Minarovičová – Tomáš Kuchta

Mikrobiologická bezpečnosť vyžaduje čo najnižšiu prítomnosť mikroorganizmov na povrchoch zariadení prichádzajúcich do priameho styku s potravinami pri ich výrobe, spracovaní a skladovaní. Splnenie tejto podmienky sa dosahuje čistením a po ňom nasledujúcou sanitáciou. Čistenie je pritom veľmi dôležitým procesom, pretože ak nie je dobre vykonané, nemôže byť účinná ani sanitácia. Následkom nedostatočného čistenia a sanitácie hrozí mikrobiálna kontaminácia potravinárskych výrobkov prejavujúca sa rýchlejšim kazením alebo dokonca ohrozením zdravia spotrebiteľa.

Čistenie sa vykonáva kombináciou mechanického pôsobenia, pôsobenia vody a chemických čistiacich látok. Z mikrobiologického hľadiska je najdôležitejšie odstraňovanie mikrobiálnych biofilmov a zaschnutých zvyškov organickej hmoty, ktoré môžu byť substrátom pre rast mikroorganizmov. Pôsobenie chemických látok, napríklad čistiacich prostriedkov s obsahom hydroxidov, s nasledujúcim intenzívnym oplachom vodou je účinné, avšak podstatne účinnejšie je skombinovať ich s mechanickým pôsobením napríklad kefou, stierkami, handrami alebo inými nástrojmi, ktoré však nesmú poškodzovať samotný povrch zariadenia. Mnohé mikrobiologické štúdie ukázali, že donedávna propagované použitie vysokotlakových vodných čističov zďaleka nedosahuje účinnosť čistenia pomocou mechanických nástrojov. Treba brať tiež do úvahy tvorbu a rozširovanie aerosólov s obsahom mikroorganizmov a tým kontamináciu okolitých priestorov a zariadení. Pri použití kief alebo handier treba zase venovať pozornosť ich včasnému čisteniu, dezinfekcii alebo výmene, aby sa sami nestali zdrojom a prostriedkom šírenia kontaminácie.

Čistenie otvorených plôch, ako sú napríklad podlahy, steny a pracovné stoly, umožňuje nasadenie viacerých spôsobov čistenia. Ťažšie je to v prípade povrchov v uzavretých priestoroch, ako sú napríklad potrubia alebo nádrže. Tu je k dispozícii najmä kombinácia alkalického predčistenia, pôsobenia prúdu vody, neutralizácia kyslým roztokom a záverečný oplach pitnou vodou. Aby sa dosiahlo lepšie odstránenie mikrobiálnych biofilmov, je možné zosilniť pôsobenie vodného prúdu napríklad pulzným režimom alebo tvorbou bublín v špeciálnych zariadeniach. Pritom je zrejmé, že turbulentné prúdenie je na čistenie účinnejšie než laminárne a veľmi záleží na tvare i hygienickom dizajne zariadení.

Na intenzívne mechanické čistenie napríklad potrubí je k dispozícii tiež pomerne nová technológia využívajúca ľadovú kašu. Ide o technológiu doteraz zavedenú najmä v niektorých vodárenských podnikoch. Ľadová kaša je zmes vody a ľadových kryštálikov, ktorá má vlastnosti dilatantnej (nenewtonovskej) kvapaliny. Pri prietoku potrubím má veľmi dobré vlastnosti, kopíruje ohyby a tvary, pričom drobné ľadové častice mechanicky odstraňujú materiál zachytený na vnútornom povrchu potrubia. Z hľadiska čistenia je optimálne, ak ľadová kaša obsahuje častice ľadu veľkosti menšej ako 200  $\mu\text{m}$ . Mnoho nečistôt sa pri čistení rozpúšťa alebo suspenduje.

**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

Ľadová kaša sa pripravuje v generátoroch na princípe mechanickej škrabky, pričom výkon zariadení je niekoľko desiatok až stoviek kilogramov za deň. Aby nedochádzalo k spätnému zmŕznutiu pripravených častíc a aby ľadová kaša mala vhodné reologické vlastnosti, pridávajú sa do média látky znižujúce teplotu topenia, napríklad NaCl v koncentrácii 30 – 50 g/l. Použitím niektorých iných látok, ako napríklad NaOH alebo HCl, sa môže dosiahnuť výhodná úprava vlastností z hľadiska účinnosti čistenia, avšak treba zvážiť aj ekologické hľadisko, čiže likvidáciu vzniknutého odpadu.

Hlavnými výhodami čistenia povrchov ľadovou kašou sú dobrá účinnosť pri odstraňovaní bakteriálnych biofilmov, sedimentov a zaschnutých nečistôt, využiteľnosť na ťažko prístupných miestach, pomerne nízka spotreba vody a nízka produkcia odpadov s definovanými vlastnosťami. Vhodnosť tejto technológie samozrejme závisí aj od celkových teplotných pomerov v danej potravinárskej prevádzke a od typu potravinárskej výroby. Dôležitá je tiež veľkosť potrebnej investície do zariadení, energetická spotreba a celková konfigurácia zariadení na prípravu a uchovávanie ľadovej kaše v potravinárskych výrobných prevádzkach.

#### 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.

## TECHNOLÓGIA PULZNÉHO ELEKTRICKÉHO POĽA – NOVINKA V POTRAVINÁRSKOM PRIEMYSLE

Marcela Blažková

Technológia pulzného elektrického poľa (pulsed electric field processing) je netepelná technológia, ktorá sa používa najmä na zvýšenie účinnosti extrakcie rôznych bioaktívnych zlúčenín a na konzervovanie potravín. Využíva elektrické pole na vytvorenie ireverzibilnej pórovitosti v bunkových membránach, čím sa zvyšuje ich priepustnosť. Výskum ukázal, že aplikácia tejto technológie na extrakciu ovocných štiav, jedlých olejov, rôznych bioaktívnych zlúčenín a sacharidov v laboratórnom meradle a v pilotnom meradle významne ovplyvňuje výťažok extrakcie. Navyše umožňuje zachovať kvalitu konečného produktu zo senzorických aj nutričných aspektov. Technológia pulzného elektrického poľa je taktiež produktívnym nástrojom na využitie odpadov z agrospracujúceho priemyslu na regeneráciu viacerých bioaktívnych zlúčenín. Je vhodnou voľbou na úpravu materiálu pred extrakciou a vyniká krátkou prevádzkovou dobou a energetickou efektívnosťou. Hoci sa v laboratórnom meradle uskutočnil rozsiahly výskum, v priemyselnom meradle je však potreba ďalšieho výskumu a optimalizácie.

Potraviny obsahujú rôzne zložky ako proteíny, sacharidy, lipidy, vitamíny, minerály a ďalšie bioaktívne zlúčeniny (napríklad polyfenoly, antokyány alebo karotenoidy). Pri vývoji nového

**Marcela Blažková**, Odbor technologických inovácií a spolupráce s praxou, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

*Korešpondencia:*

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



produktu s vysokou pridanou hodnotou je rozhodujúca extrakcia šťavy, olejov alebo bioaktívnych zlúčenín z matrice. Na tento účel sa uprednostňujú rôzne mechanické postupy lisovania s použitím hydraulických lisov, skrutkových lisov a extrakcia rozpúšťadlami. Pri mechanických operáciach sa požadované produkty (šťavy, rastlinné oleje) extrahujú rozrušením bunkových štruktúr potravinovej matrice pôsobením tlaku. Metóda extrakcie

**Tab. 1.** Prehľad využitia technológie pulzného elektrického poľa.

Produkt	Parametre procesu					Výsledok
	<i>E</i> (kV/cm)	<i>t</i> (μs)	<i>U</i> (kJ/kg)	<i>N</i>	<i>f</i> (Hz)	
<i>Alaria esculenta</i>	7,5	0,96		720	1,2	↑ Výťažok polyfenolov ↑ Výťažok sacharidov
Jablko	0,65	23 200	32			↑ Výťažok šťavy (~7,3 %)
Jablkové výlisky	2; 3		17; 100	9; 115		↑ Extrakcia florizínu
<i>Arthrospira plantensis</i>	10; 20; 30	5 ( <i>t<sub>r</sub></i> : 1; 5; 10; 20)	20; 60; 100	2 – 105		↑ Bielkoviny rozpustné vo vode (17,4 % v sušine) ↑ Sacharidy (10,1 % v sušine)
Koreň repy	4,38; 6,25		0 – 12,5	10 – 30		↑ Betanín (329 %) ↑ Vulgaxantín (244 %)
Čučoriedky	1; 3; 5	20	1; 5; 10			↑ Výťažok šťavy (28 %)
	10; 15; 20	2		10; 50; 100		↑ Celkové fenolové zlúčeniny
Kukurica	0,6 – 7,3		0,62 – 91,4	120		↑ Výťažok extrakcie oleja (88,4 %) ↑ Fytosteroly (32,4 %)
Hrozno	5; 10		1,8; 6,7	50	1	↑ Extrakcia celkových fenolových zlúčenín (29 %) ↑ Extrakcia celkových antokyanínových zlúčenín (28,6 %)
	0,7 – 7,8	3; 100	2,87 – 6,72	3 – 72	12 – 290	↓ Čas macerácie ↑ Celkové fenolové zlúčeniny
<i>Rhodotorula glutinis</i>	15	6,8	84	400		↑ Extrakcia karotenoidov
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	2,5 – 5,5			15; 19	7,5 – 82,3	↑ Extrakcia intracelu- lárných rozpustných proteínov
Zemiakové šupky	0,25 – 3	20	1 – 20		10	↑ Výťažok extrakcie celkových fenolových zlúčenín ↓ Extrakčný čas
Paradajky	1; 3; 5	20	5 – 10	10 – 833	10	↑ Extrakčný výťažok lykopénu (12 – 18 %)
Pstruh dúhový	1; 3		123 – 219			↑ Extrakcia proteínov ↑ Antioxidačná aktivita

*E* – intenzita elektrického poľa, *t* – čas impulzu, *t<sub>r</sub>* – čas opakovania impulzu, *U* – špecifický energetický príkon, *N* – počet impulzov, *f* – frekvencia, ↑ – zvýšenie, ↓ – zníženie.

rozpúšťadlom využíva organické rozpúšťadlá (etanol, metanol, *n*-hexán) a výťažnosť extrakcie určuje schopnosť organického rozpúšťadla difundovať v potravinovej matrici. Aplikácia vysokej teploty v tomto procese môže zvýšiť výťažnosť extrakcie, zároveň však môže viesť k degradácii bioaktívnych zlúčenín. Kvalita konečného produktu je ale rovnako dôležitá ako výťažnosť extrakcie, najmä v prípade extrakcie zlúčenín, ktoré majú vysokú komerčnú hodnotu.

Pokroky v biofyzike a biochémii priniesli v nedávnych rokoch do potravinárskej praxe niekoľko nových technológií, ktoré môžu zvýšiť rýchlosť extrakcie. Tieto využívajú pôsobenie ultrazvuku, mikrovln a pôsobenie enzýmov. Spomenuté technológie majú výhody v zmysle zníženej potreby organických rozpúšťadiel a tiež nižšej pracovnej teploty, a tým nižšej spotreby energie počas procesu extrakcie. Majú však aj významné obmedzenia ako je dlhší čas spracovania, nižšia účinnosť a nižšia kvalita produktu spôsobená neselektívnou extrakciou. V tomto ohľade je výhodná technológia pulzného elektrického poľa. Medzi jej najväčšie výhody oproti iným prístupom patrí výrazne kratší čas spracovania (nanosekundy až milisekundy), ďalej vysoká účinnosť (indukcia permeability bunkových membrán), znížený energetický vstup a vyššia kvalita konečných produktov. Technológiu pulzného elektrického poľa je možné využiť aj na predúpravu pred extrakciou iným spôsobom, čo vedie k zvýšeniu rýchlosti extrakcie požadovaných látok.

Príkladom efektívneho využitia technológie pulzného elektrického poľa je extrakcia betalaínov z červenej repy, cvikly, ktorá je jej najbohatším zdrojom. Betalaíny majú široké využitie v potravinárskom a nutraceutickom priemysle ako farbivo. Okrem toho majú aj priaznivé zdravotné účinky. Nedávny výskum ukázal, že predúprava cvikly technológiou pulzného elektrického poľa pôsobením troma pulzami 2 kV/cm o trvaní 100  $\mu$ s môže významne zvýšiť rýchlosť vodnej extrakcie betalaínov pri 22 °C, pričom sa uvoľní až 70 % betalaínov za 1 h.



Moderné technológie sa uplatňujú aj pri výrobe vína.

Ďalším príkladom efektívnej aplikácie technológie pulzného elektrického poľa je skrátenie macerácie pri výrobe červeného vína. Hrozno obsahuje rôzne polyfenolové zlúčeniny, ktoré sú dôležité pre senzorické vlastnosti vína a zo šupiek do muštu sa dostávajú maceráciou. Nedávny výskum ukázal, že ošetrenie hrozna pulzným elektrickým poľom 4 kV/cm počas optimalizovanej doby v kontinuálnom zariadení s výkonom 600 kg/h umožňuje o 25 až 37 % skrátiť dobu macerácie. Podobné výsledky sa dosiahli v prípade rôznych odrôd.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, 313011V336 (313V33600009), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## NOVÉ TRENDY V KONZERVOVANÍ OVOCIA A ZELENINY

Janka Koreňová – Tomáš Kuchta

Ovocie a zelenina sú dôležitou súčasťou zdravej výživy. Ľudskému organizmu dodávajú široké spektrum biologicky aktívnych látok, mikroživín a vlákniny. Vďaka svojmu priaznivému nutričnému profilu a vysokému obsahu vlhkosti sú však zároveň náchylné na rýchle znehodnotenie. Preto sa podstatná časť ovocia a zeleniny spracováva na potravinárske výrobky, ako sú džúsy, pyré, nátierky, kompóty, džemy alebo želé. Spracovanie a konzervovanie pomáhajú predĺžiť trvanlivosť produktov a zlepšiť ekonomiku pestovania ovocia a zeleniny.

Keďže pri spracovaní a konzervovaní potravín môže dochádzať k znehodnocovaniu časti živín alebo k tvorbe nežiaducich látok, mnoho spotrebiteľov uprednostňuje minimálne spracované potraviny. Potravinársky výskum a výrobcovia potravín preto venujú značné úsilie vývoju rôznych šetrných spôsobov konzervovania ovocia a zeleniny. Skúmané a novo zavádzané technológie využívajú pôsobenie vysokého tlaku, pulzného elektrického poľa, ultrafialového žiarenia a ultrazvukových vln.

Hlavnými limitujúcimi faktormi akéhokoľvek spracovania potravín je mikrobiálne kazenie a nežiaduce enzymatické reakcie. Mikrobiálne znehodnotenie výrobkov z ovocia a zeleniny je spojené najmä s aktivitou aeróbných mezofilov, kvasiniek, plesní a koliformných baktérií. Určité enzýmy skracujú trvanlivosť produktov zmenou farby, zakalením, rozdelením fáz alebo tvorbou pachutí.

V posledných desaťročiach sa uskutočnili rozsiahle štúdie vysokotlakového spracovania ovocných a zeleninových výrobkov. Aplikácia tlaku 50–200 MPa počas 10 minút postačuje na prípravu funkčných potravinových výrobkov so zlepšenou stráviteľnosťou a s predĺženou trvanlivosťou. Takéto ošetrenie však nezaručuje úplnú mikrobiologickú bezpečnosť výrobkov. Na to je potrebné pôsobenie tlakom až 400–600 MPa pri rôznych teplotných podmienkach. Ak ide o vysokotlakové ošetrenie výrobkov pri chladiarenskej teplote alebo pri bežnej teplote okolia, hovoríme o vysokotlakovej pasterizácii (HPP). Má minimálny vplyv na nutričný a sensorický profil potravín, avšak neinaktivuje bakteriálne spóry. Preto sa takto ošetrené výrobky zvyčajne skladujú pri chladiarenských teplotách.

Vysokotlaková tepelná sterilizácia (PATS) sa realizuje kombináciou vysokého tlaku (400–600 MPa) a vysokej teploty (90–120 °C) pri krátkej časovej výdrži (5 min). Súčasný výskum naznačuje, že túto technológiu je možné efektívne použiť na výrobu bezpečných a vysokokvalitných trvanlivých ovocných a zeleninových produktov. Výsledky skúmania vplyvu PATS na zachovanie bezpečnosti, nutričnej a sensorickej kvality rôznych druhov zeleninového pyré (tekvica, hrach, červená repa, fialové zemiaky) preukázali zachovanie 86–97 % vitamínu C, tiež odolnosť celkového chlorofylu a  $\beta$ -karoténu, ale vysokú citlivosť až degradáciu betalaínov a antokyanínov. Celková zmena farby výrobkov sa pohybovala pod prahovou hodnotou, ktorú možno pozorovať voľným okom. Na mikrobiologické skúšky boli použité odolné spóry baktérie *Bacillus amyloliquefaciens*. Ošetrením vzoriek zeleni-

**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



nového pyré procesom PATS sa dosiahlo zníženie ich obsahu o 9 poriadkov dekadického logaritmu ( $9 \log_{10}$ ). V ošetrovaných výrobkoch neboli detegované žiadne živé aeróbne ani anaeróbne mikroorganizmy, a to bezprostredne po ošetrovaní i po 6 mesiacoch skladovania. To potvrdilo vysokú bezpečnosť výrobkov.

Vysokotlaková tepelná pasterizácia a sterilizácia je vsádzkový proces, ošetrované potraviny musia byť balené. Preto sa skúma aj vplyv ošetrovania na stabilitu a zmenu priepustnosti obalov. Vyvíjajú sa tiež kontinuálne metódy vysokotlakového spracovania výrobkov z ovocia a zeleniny, ako je vysokotlaková homogenizácia (HPH) a ultrašmyková technológia (UST), avšak produkty vyrobené touto technológiou v súčasnosti nie sú ešte komerčne dostupné.

Výsledky výskumu preukazujú, že vysokotlaková sterilizácia (PATS) má veľký potenciál uplatnenia v potravinárskom priemysle, umožňuje skrátenie času spracovania a zachovanie dobrej kvality produktu. Zároveň však treba dodať, že doposiaľ bolo vykonaných málo štúdií, ktoré by hodnotili biologickú dostupnosť živín takto ošetrovaných výrobkov. Takéto štúdie, vrátane štúdií na molekulárnej úrovni, sú potrebné pre lepšie pochopenie mechanizmov, ako tlak a teplo ovplyvňujú rastlinné pletivá a živočíšne tkanivá pri konzervovaní alebo pri rozklade rôznych vitamínov a biologicky aktívnych látok.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti, 313011W112 (313W11200009), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## PRAKTICKÁ TERMOSTERILIZÁCIA VÝROBKOV Z OVOCIA A ZELENINY

Janka Koreňová – Janka Lopašovská

Termosterilizácia, čiže konzervácia potravín zahrievaním, je najrozšírenejšia konzervačná metóda z hľadiska objemu produkcie potravinárskych výrobkov aj spoľahlivosti. Ak teplota potraviny pri jej zahrievaní prekročí teplotné maximum prítomnej mikrobioty, mikroorganizmy prestanú prosperovať a pri ďalšom vzostupe teploty, prípadne pri predlžovaní záhrevu, hynú. Najprv sú inaktivované vegetatívne formy mikroorganizmov, neskôr aj spóry. Ak sme v praxi zahrievaním určitej potraviny dosiahli trvalú inaktiváciu všetkých foriem mikroorganizmov, považujeme potravinu za sterilizovanú. Ak vhodným spôsobom zabránime, aby bola sterilizovaná potravina po ochladení znovu kontaminovaná, napríklad tak, že ju ešte za horúca uzavrieme do nepriepustnej nádoby, alebo že sme ju priamo v takej nádobe sterilizovali, nemôže sa kaziť a z mikrobiologického hľadiska je trvalo skladovateľná.

Aby sa potravina nepokazila činnosťou mikroorganizmov, nie je vo všetkých prípadoch nevyhnutná jej absolútna sterilita (úplné odstránenie životaschopných zárodokov). Najčastejšie je postačujúca praktická, tzv. obchodná alebo komerčná sterilita výrobku, ktorá

**Janka Koreňová, Janka Lopašovská**, 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

zaručuje inaktiváciu tých foriem mikroorganizmov, ktoré môžu konkrétne prostredie potravy nepriaznivo meniť. Napríklad, ak je známe, že endospóry mikroorganizmov, ktoré prežili sterilizáciu v dôsledku svojej tepelnej odolnosti, nie sú schopné v danom prostredí vyklíčiť. To môže byť najčastejšie v dôsledku kyslosti prostredia. Ak chceme dosiahnuť inaktiváciu vegetatívnych foriem mikroorganizmov mimo spór, postačuje použitie teplôt pod bodom varu vody (menej ako 100 °C). Do tejto skupiny ošetrovania patrí aj pasterizácia. Ak je takéto ošetrovanie potravy postačujúce na inaktiváciu celkovej vegetatívnej mikrobioty schopnej rozvoja v danom prostredí, považujeme toto ošetrovanie tak isto za praktickú (obchodnú) sterilizáciu. V konzervárenskej technológii sa musí počítať s potravinami rôznych vlastností, preto z hľadiska podmienok inaktivačných zákrokov neuvažujeme výhradne o určitých bakteriálnych, kvasinkových a hubových formách mikroorganizmov, ale vždy len o podmienkach termosterilizácie určitého typu potravy, ktoré vedú k trvalej inaktivácii mikrobioty daného prostredia ako celku.

Už v prvej polovici 20. storočia boli laboratórnou praxou získané vedomosti o závislosti výšky letálnych teplôt od niektorých činiteľov prostredia potravy, ktoré na jednej strane ovplyvňujú možnosti množenia mikroorganizmov a na strane druhej konzervačnú účinnosť zázehvu. Sú to predovšetkým vlhkosť potravy, kyslosť potravy, množstvo prítomných mikroorganizmov a trvanie zázehvu. Dôležitým faktorom, ktorý uľahčuje deštrukciu živej hmoty pri zahriatí je dostatok vlhkosti – voľnej vody, v ktorej prostredí prebieha inaktivačná reakcia. Mikroorganizmy hynú vo vodnom prostredí oveľa rýchlejšie ako v prostredí suchom. Napríklad spóry baktérií je možné vo vodnom prostredí spoľahlivo inaktivovať polhodinovým zázehvom na 120 °C, kým v suchom prostredí je potrebná teplota až 180 °C za rovnaký, prípadne dlhší čas. Približným kritériom pre posúdenie vlhkého či suchého prostredia, ktoré predstavuje potrava, môže byť hodnota aktivity vody potravy. Aktivita vody je vyjadrením pomeru tlaku vodných pár nad potravinou k tlaku vodných pár nad destilovanou vodou a určuje tzv. dostupnú vodu (available water) v prostredí potravy pre životné procesy mikroorganizmov. Príklady potravín a rozpätia hodnôt ich aktivity vody uvádza Tab. 1.

**Tab. 1.** Rozsah hodnôt aktivity vody ( $a_w$ ) niektorých potravín.

Rozsah $a_w$	Príklady potravín
0,93 – 0,98	Ovocné a zeleninové pretlaky, šťavy, chlieb, tepelne opracované mäsové výrobky a syry, kondenzované mlieko
0,85 – 0,93	Fermentované a sušené mäsové výrobky, šunka, slanina, sladené kondenzované mlieko
0,60 – 0,85	Džemy, rôsoly, sušené ovocie a zelenina, orechy, zrejúce syry
< 0,60	Med, čokoláda, cestoviny, sušienky
0,10 – 0,20	Cereálie, cukor, soľ, sušené mlieko

V konzervárenskej praxi rozoznávame kyslé potraviny (s vysokým obsahom kyselín), ktoré majú prirodzené pH vo výške pH 4,6 alebo nižšie. Naopak, medzi nízkokyslé potraviny (s nízkym obsahom kyselín) radíme potraviny, ktorých ktorákoľvek zložka má hodnotu pH vyššiu ako 4,6 a aktivitu vody vyššiu ako 0,85. Nakoniec, okyslené nízkokyslé potraviny sú potraviny, ktoré boli upravené tak, aby po tepelnom spracovaní dosiahli rovnovážne pH 4,6. Zatiaľ čo väčšina zeleninových štiav patrí medzi nízkokyslé potraviny (pH > 4,6), väčšinu ovocných štiav možno zaradiť medzi kyslé potraviny (pH < 4,6). Príklady uvádza Tab. 2.

V kyslých potravinách dokážu prežiť len mikroorganizmy, ktoré sú vo vlhkom prostredí veľmi citlivé na teplotu a pri 60 °C až 100 °C hynú v priebehu niekoľkých sekúnd až minút

**Tab. 2.** Rozsah hodnôt pH niektorých potravín.

Príklady potravín	Rozsah pH	Kategórie podľa literatúry
Ocot	2,0 – 2,6	Kyslé potraviny
Ovocné želé, džemy	2,7 – 3,5	
Ovocné pretlaky, džúsy	3,4 – 4,0	
Horčica, kečup	3,4 – 3,8	Okyslené nízkokyslé potraviny
Zeleninové pretlaky, konzervy	3,7 – 4,5	
Nakladaná zelenina	4,0 – 4,6	
Čerstvá zelenina	4,3 – 5,8	Nízkokyslé potraviny
Tofu	5,7 – 7,2	
Mäsové paštéty	6,0 – 6,2	

(Tab. 3). Sporulujúce baktérie len výnimočne kontaminujú kyslé potravinárske výrobky. Za pozornosť stojí druh *Bacillus coagulans* (historické synonymum *B. thermoacidurans*), ktorý tvorí termorezistentné spóry, avšak tieto klíčia len v prostredí s pH > 4,0. Na druhej strane, prostredie v nízkokyslých potravinách (pH > 4,6) vyhovuje nielen mnohým pomerne citlivým mikroorganizmom, ale aj druhom odolných sporulujúcich baktérií a to tým viac, čím vyššie je pH potraviny. Patria sem najmä fakultatívne anaeróbne bacily *Bacillus coagulans*, *Bacillus polymyxa*, anaeróbne *Clostridium botulinum* a ostatné klostrídiá. Nízke pH ani anaeróbne prostredie v konzervovaných nízkokyslých potravinách teda neeliminuje klíčenie ich spór. Nízkokyslé potraviny preto treba sterilizovať pri teplotách a časovej výdrž, ktoré vedú k inaktivácii spór, to znamená nad 100 °C (115 °C až 125 °C) počas 5 až 20 min.

**Tab. 3.** Príklady teploty a dĺžky ošetrenia potrebného pre inaktiváciu mikroorganizmov v kyslých potravinách (pH < 4,0).

Kategória mikroorganizmov	Rozsah teploty ošetrenia	Doba pôsobenia teploty
Nesporulujúce baktérie (leukonostoky, laktobacily)	64,5 – 88 °C	10 min
Kvasinky (vegetatívne formy, resp. spóry)	66 °C, resp. 80 °C	5 min, resp. dlhodobo
Spóry plesní	65 – 70 °C	30 min

V našej výskumnej laboratórnej praxi sme hodnotili niekoľko druhov konzervárenských výrobkov, ktoré môžeme hrubým členením rozdeliť na ovocné pyrė, ovocné džemy, zeleninové nátierky a cereálne kaše. Podmienky sterilizácie výrobkov si určoval a vykonával výrobca. Dodržanie kritérií obchodnej sterility výrobkov sme overovali termostátovou skúškou (inkubácia pri 37 °C počas 10 dní až 12 mesiacov) a mikrobiologickou analýzou piatich paralelných vzoriek z každého výrobku. Výsledky analýz sme vyhodnotili z hľadiska splnenia mikrobiologických kritérií praktickej (obchodnej) sterility ako sú uvedené vo Výnose MP SR a MZ SR zo 6. februára 2006 č. 06267/2006-SL. Prehľad výsledkov uvádza Tab. 4.

Výsledky reflektujú podmienky sterilizácie a korešponujú s vyššie uvedenými poznatkami. Pre konzervované ovocie (pyrė, dezert) s pH 3,5 až pH 4,3 postačovala na dosiahnutie obchodnej sterility sterilizácia pri teplote 88 °C, resp. 92 °C s časovou výdržou 15 min, resp. 15 min až 4 min. Pre ovocné džemy s pH 2,8 až pH 3,1 bolo postačujúce ošetrenie pri 85 °C



**Tab. 4.** Podmienky sterilizácie a vyhovenie kritériám obchodnej sterility výrobkov po termostatovej skúške (37 °C počas 10 dní až 12 mesiacov) a mikrobiologickej analýze.

Výrobok	Podmienky sterilizácie	Číslo výrobku	pH	Aktivita vody $a_w$	Hodnotenie kritérií obchodnej sterility (z 5 paralelných vzoriek výrobku)*	
					Po výrobe	Po termostatovej skúške
Jablkové pyré	92 °C 4 min	1	3,47 – 3,50	0,980 – 0,990	Vyhovel	Vyhovel
		2	3,48 – 3,50	0,980 – 0,990	Vyhovel	Vyhovel
		3	3,52 – 3,55	0,980 – 0,990	Vyhovel	Vyhovel
		4	3,54 – 3,57	0,980 – 0,990	Vyhovel	Vyhovel
		5	3,55 – 3,57	0,980 – 0,990	Vyhovel	Vyhovel
		6	3,57 – 3,58	0,980 – 0,990	Vyhovel	Vyhovel
Ovocný dezert	92 °C 15 min	1a	4,26 – 4,30	0,980 – 0,990	Vyhovel	Vyhovel
	88 °C 15 min	1b	4,06 – 4,10	0,980 – 0,990	Vyhovel	Vyhovel
Ovocný džem	85 °C 20 min	1a	2,78 – 2,79	0,795 – 0,799	Vyhovel	Vyhovel
		2a	2,97 – 2,98	0,785 – 0,789		
		3	3,02 – 3,09	0,771 – 0,777		
	Auto**	1b	2,77 – 2,84	0,786 – 0,797	Vyhovel	Vyhovel
		2b	2,78 – 2,79	0,791 – 0,796		
Zeleninová nátierka	121 °C 30 min	1a	3,63 – 3,71	0,968 – 0,977	Vyhovel	Vyhovel
	121 °C 15 min	1b	3,69 – 3,73	0,974 – 0,980	Vyhovel	Vyhovel
Obilninové kaše	80 °C 20 min	1	4,34 – 4,42	0,967 – 0,977	Nevyhovel	–
		2	4,56 – 4,58	0,966 – 0,969	Vyhovel	Nevyhovel
		3	3,96 – 4,02	0,968 – 0,971	Vyhovel	Vyhovel
		4	4,16 – 4,64	0,970 – 0,979	Nevyhovel	–
		5	4,55 – 5,02	0,968 – 0,972	Nevyhovel	–

\* Podľa Výnosu MP SR a MZ SR zo 6. februára 2006 č. 06267/2006-SL.

\*\* Autosterilizácia – zahriatie počas technologického spracovania bez následnej sterilizácie.

trvajúce 20 min, resp. bola postačujúca autosterilizácia výrobkov (zahriatie počas technologického spracovania bez následnej sterilizácie). Naopak, u vzoriek niektorých výrobkov cereálnych kaší (pH 4,2 až pH 5,0) sme vyhodnotili sterilizačné podmienky ako nedostačujúce na dosiahnutie obchodnej sterility výrobkov. Vzhľadom na výsledky a charakter potravinovej matrice odporúčame pre tieto výrobky použiť sterilizačný režim ako u zeleninových nátierok (121 °C počas 15 min).

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti, 313011W112 (313W11200009), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## KATEGORIZÁCIA POLYFENOLICKÝCH ZLÚČENÍN, ICH VÝZNAM A VÝSKYT

Elena Belajová

Polyfenoly patria k fytochemikáliam, ktoré sa rozdeľujú do rôznych skupín a podskupín podľa štruktúrálnej príbuznosti jednotlivých zlúčenín. Prírodné polyfenoly sa najčastejšie vyskytujú v rastlinných zdrojoch ako sú zelenina, ovocie a strukoviny a v nápojoch ako sú čaj, víno a káva. Okrem ich hromadného výskytu v rastlinnej ľudskej potrave sa ich pomerne vysoká hladina nachádza aj v agropotravinárskych odpadoch a v odpadoch potravín z domácností.

Polyfenoly sú sekundárne metabolity rastlín s viac ako 8000 známymi štruktúrami, počnúc od najjednoduchších fenolov až po zložité tanínové zlúčeniny. Molekula polyfenolov sa skladá z jedného alebo viacerých aromatických alebo heterocyklických kruhov s naviazanými hydroxylovými skupinami. Na základe príbuznosti molekulových štruktúr sa do triedy polyfenolov radí skupina fenolických kyselín, stilbénov, lignánov a široká skupina flavonoidov. Prvé tri uvedené skupiny sa označujú ako neflavonoidy.

Fenolické kyseliny pozostávajú z dvoch podskupín – derivátov kyseliny benzoovej (kyselina *p*-hydroxybenzoová, vanilová, syringová, salicylová, galová, protokatechová, gentisová) a derivátov kyseliny škoricovej (kyselina *o*-, *m*- a *p*-kumárová, kávová, ferulová a sinapová). Hydroxybenzoové kyseliny sú súčasťou zložitejších štruktúr, ako sú hydrolyzovateľné taníny, respektíve galotaníny a elagitaníny. Pomerne známa je podskupina hydroxyškoricových kyselín, ktoré sa zriedkavo vyskytujú vo voľnej forme aglykónu. Častejší je ich výskyt vo forme glykozylovaných derivátov alebo esterov kyseliny chinovej, vínnej a šikimovej. Nachádzajú sa hlavne vo vonkajších častiach zrelého ovocia a napríklad až takmer 90 % kyseliny ferulovej je sústredených v cereálnych zrnách v aleuronátovej vrstve. K derivátom hydroxyškoricových kyselín patria aj chlorogénové kyseliny (deriváty kafeoylchinovej kyseliny) a ester kyseliny kávovej – kyselina rozmarínová, ktorá je súčasťou rozmarínu a majoránky. K fenolickým látkam sa priradujú aj fenolové diterpény karnozol, kyselina karnozová a príbuzné zlúčeniny rozmanolu, ktoré sa nachádzajú v rozmaríne, majoránke a šalvii spoločne s kyselinou rozmarínovou. Početné deriváty hydroxyškoricových kyselín sa nachádzajú v kapustovitej zelenine, koreni čakanky, káve, semenách repky olejnej, horčici, ovse, muštoch a vínach.

Stilbény, ďalšia skupina neflavonoidov, sa v potravinách nachádzajú vo veľmi obmedzenom množstve. Predstaviteľ tejto skupiny resveratrol, najmä jeho *trans*-izomér vo viazanej forme, sa primárne nachádza v šupke červeného hrozna a sekundárne v červenom víne v množstvách do 15 mg/l. Resveratrol je zaujímavý svojimi biologickými účinkami, nakoľko znižuje riziko kardiovaskulárnych ochorení a známy je aj jeho antioxidačný a protirakovinový efekt. Menej preskúmaným zástupcom tejto skupiny je  $\epsilon$ -viniferín, ktorý sa vyznačuje fungicídnymi účinkami.

**Elena Belajová**, Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Elena Belajová, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25.  
E-mail: elena.belajova@nppc.sk

Lignány sú rastlinné sekundárne metabolity asociované s rozpustnou a nerozpustnou vlákninou. Molekula lignánov je zložená z 2-fenylpropánových jednotiek. Ich najbohatším zdrojom sú ľanové a sezamové semená, ktoré ich obsahujú 25–3000 mg/kg. V nižších množstvách sa vyskytujú v zrne, strukovinách, zelenine (tekvica, cesnak), ovocí, víne, čaji, pive a káve. V potravinách sú prítomné ako matairezínol, secoisolaricirezínol, laricirezínol a pinorezínol, ktoré sa prostredníctvom baktérií hrubého čreva premieňajú na jednoduché difenoly enterodiol a enterolaktón, označované ako enterolignány. Podobne ako sójové izoflavóny sú lignány hlavným zdrojom fytoestrogénov v typickej západnej strave. Lignány takisto disponujú širokým spektrom zdraviu prospešných vlastností, sú účinné proti rakovine, osteoporóze, ochoreniam srdca, obezite či diabetes melitus.

Flavonoidy sú najrozšírenejšou skupinou polyfenolov. Majú veľmi navzájom podobnú chemickú štruktúru, ktorej základom je flavanové jadro obsahujúce tri kruhy C6-C3-C6 označované ako A, C a B v danom poradí. Podľa stupňa hydroxylácie, prenylácie, metoxylácie a glykozylácie sa flavonoidy ďalej delia do šiestich podskupín: flavonoly, flavóny, flavanóny, flavanoly, izoflavóny a antokyanidíny.

Flavonoly sa vyskytujú v rastlinných potravinách v glykozidickej forme, najčastejšie s naviazanou molekulou glukózy alebo ramnózy. Hlavnými reprezentantmi flavonolov sú kvercetín, kamferol a myricetín, ktoré sa nachádzajú najmä v čučoriedkach, cibuli, póre, brokolici a kučeravom keli. Najbohatším zdrojom flavonolov je cibuľa (obsah do 1,2 g/kg čerstvej hmotnosti), vysoká koncentrácia je obsiahnutá aj v jablčnej a brusnicovej šťave, v čaji a červenom víne.

Flavóny sú v ovocí a zelenine zastúpené v nižšej miere v porovnaní s flavonolmi a najfrekvencovanejšie z nich sú glykozidy luteolínu a apigenínu. Sú prítomné v petržlene, zeleri, prose, pšenici a tiež v kôre citrusových plodov, v ktorej sa nachádzajú v polymetoxylovanej forme ako tangeretín, sinensetín a nobiletín.

Citrusové plody sú takisto významným zdrojom flavanónov, najmä voľných aglykónov hesperetínu (pomaranč), naringenínu (grapefruit) a eriodiktyolu (citrón), v ktorých môžu byť prítomné aj vo forme glykozidov ako hesperidín, naringín, eriocitrín a narirutín (obsah v šťave 50–680 mg/l). Flavanóny boli nájdené v nízkych koncentráciách aj v rajčinách a mäte. K príbuzným zlúčeninám flavanónov patria tzv. chalkóny a dihydrochalkóny. Najznámejším z nich je prírodný dihydrochalkón floretín a jeho glykozid floridzín, vyznačujúce sa horkou chuťou napríklad v jablkách. Syntetické dihydrochalkóny, ktoré sú odvodené od naringínu a neohesperidínu, sú naopak sladké a používajú sa ako náhradné sladidlá.

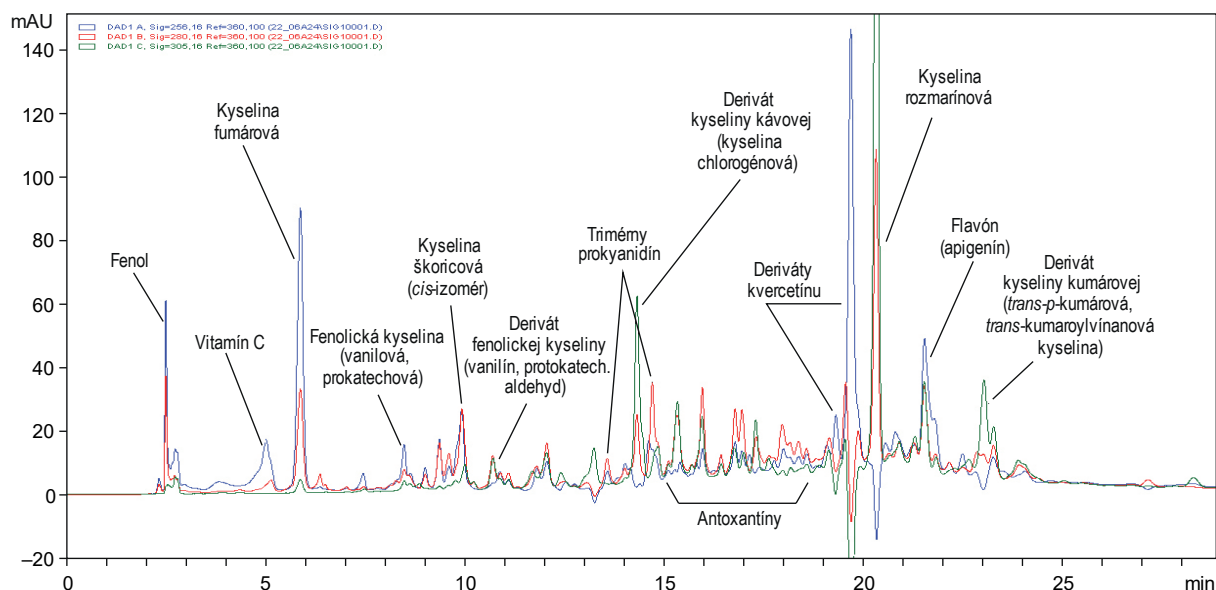
Zaujímavou z hľadiska zložitosti štruktúry je podskupina flavanolov, ktorú reprezentujú monomérmne katechíny a polymérne proantokyanidíny. Katechíny (katechín, galokatechín, epikatechín, epigalokatechín, epikatechín-3-galát a epigalokatechín-3-galát) sú najviac zastúpené v zelenom a čiernom čaji (v koncentrácii 60–800 mg/l), čokoláde (s obsahom 450–610 mg/kg čerstvej hmotnosti), fazuli, červenom víne (v koncentrácii do 300 mg/l), menej v ovocí a v semenách strukovín. Proantokyanidíny, respektíve kondenzované taníny alebo kondenzované flavanoly, sú diméry, oligoméry a polyméry katechínov s rôznou štruktúrou a molekulovou hmotnosťou, ktorá závisí od stupňa polymerizácie monomérnych katechínov (obsahujú maximálne 11–12 monomérov). Preto je ťažké stanoviť v potravinách ich množstvá, ktoré dodnes nie sú známe s výnimkou dimérov a trimérov. Do predmetnej podskupiny patria napríklad pigmenty fermentovaného čaju teaflavíny a tearubigíny, avšak hlavným zdrojom proantokyanidínov je hrozno, jablká, hrušky, kiwi a bobuľové ovocie. Kondenzované taníny dodávajú potravinám horkosť a trpkosť vďaka ich schopnosti tvoriť komplexy s proteínmi v slinách.

Ďalšou podskupinou flavonoidov sú izoflavóny, ktoré sú označované ako fytoestrogény, keďže sa podobajú živočíšnym estrogénom a majú pseudohormonálnu funkciu. Niektoré izoflavóny sa priradujú k fytoncídum pre ich antimikróbne účinky. Predstaviteľom tejto podskupiny sú daidzeín, genisteín a glyciteín v neviazanej forme. Základným zdrojom



izoflavónov je sója (obsah 200–900 mg/kg čerstvej hmotnosti), sójová múka (obsah 800–1800 mg/kg čerstvej hmotnosti) a iné bôbovité rastliny.

Antokyaníny sú ružové, červené, modré a purpurové farbivá obsiahnuté v tkanivách kvetov a plodov. Sú to najpreštudovanejšie flavonoidy, ktoré sa môžu vyskytovať v rôznych formách, a to ako aglykóny, estery rôznych organických kyselín, alebo ako glykozidy s naviazanou glukózou a fenolickými kyselinami. Aglykóny antokyanínov sú antokyanidíny, z ktorých najznámejšími sú kyanidín, malvidín, pelargonidín, delfinidín, petunidín a peonidín. Antokyaníny boli nájdené v červenom víne, listovej a koreňovej zelenine (baklažán, kapusta, cibuľa, redkovka, fazuľa) a v niektorých cereáliách, avšak najbohatším zdrojom antokyanínov sú tmavé odrody hrozna (obsah do 8 g/kg čerstvej hmotnosti), černice, čierne ríbezle a čerešne (do 4 g/kg čerstvej hmotnosti).



**Obr. 1.** Ilustračný chromatografický záznam extraktu šalvie lekárskej s obsahom polyfenolických látok a vitamínu C.

O rastlinné polyfenoly prejavuje stále veľký záujem odborná aj laická verejnosť práve vďaka ich priaznivým zdravotným účinkom, ktoré sú preukázané výsledkami laboratórnych a klinických štúdií. Dôkladné zhodnotenie vplyvu týchto zlúčenín na zdravie človeka si však vyžaduje rozsiahlejšiu databázu zloženia potravín, ktorá je založená na profilovacích metódach potrebných na identifikáciu a kvantifikáciu polyfenolov v širokom spektre potravín.

V NPPC-VÚP sa v rámci riešených výskumných projektov už niekoľko rokov zaoberáme tématikou polyfenolických zlúčenín, najmä skupinou flavonoidov a fenolických kyselín, pre ktoré sa modelujú analytické metódy využiteľné pre konkrétne typy potravín. Okrem monitoringu hladín polyfenolov v potravinách sa sleduje aj ich stabilita v potravinách. V tejto súvislosti sa uvedené zlúčeniny využívajú ako monitorovacie zložky v procese skúmania zmien kvalitatívnych vlastností potraviny vo vzťahu k variabilite podmienok externého prostredia, v ktorom sa potravina nachádza.

### Podakovanie

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

## AKTUÁLNE POZNATKY O ČOKOLÁDOVEJ ARÓME

Jana Sádecká

Čokoládu ako jednu z najobľúbenejších potravín konzumujú ľudia všetkých vekových kategórií. V celosvetovom meradle je v posledných rokoch vyššia spotreba čokolády spájaná, najmä pokiaľ ide o jej horký variant, s jej výraznejším antioxidačným potenciálom, čo má priaznivý efekt na ľudské zdravie. Z hedonickej stránky, jedinečný zmyslový pôžitok vznikajúci pri konzumácii čokolády súvisí s profilom jej roztápania sa v ústach, pri ktorom sa uvoľňujú špecifické vône a chute, čiže aróma čokolády.

Kvalita čokolády významne súvisí práve s jej s lahodnou arómou, vznikajúcou z prchavých zlúčenín, do istej miery je však ovplyvňovaná aj niektorými neprchavými zlúčeninami. Na aróme čokolády sa významne podieľajú druh a množstvo zložiek čokolády, predovšetkým kakao, ale i tuk, cukor, sušené mlieko a emulgátory. Kvalitatívna stránka čokoládovej arómy úzko súvisí s typom a fyzikálno-chemickými vlastnosťami tukovej frakcie čokolády. Tuky totiž pôsobia ako nosiče chutí a vôní, majú významný vplyv na uvoľňovanie prchavých látok do priestoru úst a vplývajú aj na vnímanie chuti.

Faktory zodpovedné za vývoj arómy v kakaových bôboch a následne aj v čokoláde tvoria kontinuálnu líniu od produkcie kakaa (vrátane genotypu kakaovníka), cez agro-ekologické postupy aplikované pri jeho pestovaní (environmentálne charakteristiky, agrotechnické postupy), pozberové technologické operácie spojené s ošetrovaním kakaových bôbov a zložité biochemické a chemické reakcie prebiehajúce počas tejto fázy (fermentácia, sušenie, praženie), až po finálne technologické postupy vo výrobe čokolády (konšovanie). Konšovaním sa rozumie proces zošľachtovania čokoládovej hmoty pri produkcii čokolády, ktorým sa zlepšujú jej organoleptické vlastnosti, najmä aróma a súčasne sa ním dosiahne aj jej požadovaná viskozita. Konšovanie určuje konečný charakter chuti čokolády tým, že sa pri ňom vytvárajú kľúčové vonné látky a odparujú sa látky pre arómu nežiaduce (napríklad Streckerove aldehydy).

Pod špecifickou kakaovou arómou sa rozumie súbor senzorických vlastností, ktoré sa vytvárajú počas výroby kakaa pomocou enzymatických reakcií. Tieto väčšinou prebiehajú v procese fermentácie kakaových bôbov. Ide o komplex chemických reakcií, v ktorom je zahrnutá tvorba organických kyselín, rozklad bielkovín, tvorba nerozpustných zlúčenín a hydrolýza glykozidov. Fermentácia kakaových bôbov je nevyhnutná na tvorbu kľúčových chuťových prekursorov, ktoré prispievajú k tvorbe finálnej arómy čokolády. Po fermentácii nasleduje sušenie, ktorým sa znižuje úroveň kyslosti a trpkosti kakaových bôbov, predbežná úprava parou (krok na devitalizáciu baktérií) a praženie kakaových bôbov, pri ktorom dochádza vplyvom termického pôsobenia k Maillardovým reakciám. Tieto prebiehajú medzi aminokyselinami peptidov a redukujúcimi sacharidmi, ktoré vznikli počas fermentácie. V tomto technologickom stupni produkcie kakaa sa tiež z neho odstránia niektoré organické kyseliny. Teplota a čas praženia, ako i množstvo pridanej vody, sa líšia v závislosti od požadovaného chuťového profilu finálneho výrobku. Konečná teplota praženia kakaových bôbov sa zvyčajne

**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

pohybuje v rozmedzí 110 °C až 140 °C. Mnohé vonné látky, predovšetkým pyrazíny, furány, aldehydy, ketóny, pyroly a aldoly, sa generujú práve v rámci Maillardových reakcií prebiehajúcich jednak počas sušenia a praženia kakaových bôbov, ako i počas konšovania kakaovej hmoty. Sú extrémne dôležité ako pre arómu kakaa, tak i čokolády. Celkovo sa po konšovaní odparovaním výrazne zredukujú alebo až eliminujú niektoré aromaticky nežiaduce zlúčeniny (off-flavours) ako sú etyl-2-metylbutanoát, hexanal a dimetyldisulfid. Naopak iné, pre arómu čokolády žiaduce zlúčeniny ako sú furaneol alebo maltol, ktoré majú sladký a karamelový charakter, sa vo fáze konšovania generujú.

Všeobecne majú kakaové produkty (kakaová hmota, prášok, maslo) i finálna čokoláda mnohozložkové komplexné arómy. Tvorené sú stovkami rôznych prchavých zložiek rozličnej chemickej podstaty a variabilného obsahového zastúpenia v rozmedzí niekoľkých poriadkov. Koncentrácia tej-ktorej zložky arómy pritom podstatnou mierou ovplyvňuje jej individuálny kvalitatívny senzorický popis (charakter vône). V čokoláde bolo doposiaľ identifikovaných približne 600 aróma-aktívnych zlúčenín. Z chemického hľadiska sú to predovšetkým aldehydy, pyrazíny, alkoholy, karboxylové kyseliny, estery, ketóny, furány, amíny, amidy, kyseliny, fenoly, terpény a uhľovodíky. Dôležité prchavé zlúčeniny, ktoré principiálne ovplyvňujú čokoládovú arómu, sú 3-metylbutanal, 2-metylpropanal (oba majú arómu čokoládového, sladového charakteru), fenylacetaldehyd (po ružiach), tetrametylpyrazín (orechová), 2-etyl-3,5-dimetylpyrazín (zemiaková, po kukuričných pukancoch), 2-acetyl-1-pyrolín (po kukuričných pukancoch), trimetylpyrazín (orechová, zemitá), kyselina 3-metylbutánová (syrová), kyselina octová (kyslá) a vanilín (vanilková). Ďalšie významné odoranty, ktoré vytvárajú arómu čokolády, sú 2-metylbutanal (čokoládová), 3,5-dietyl-2-metylpyrazín (čokoládová, kakaová, pražená, rumová) a furaneol (sladká, karamelová). Kľúčové chuťové a vonné zlúčeniny čokolády majú rôzne prahové hodnoty čuchových vnemov: 3-metylbutanal (0,2–170 µg/l), metylpropanal (1–10 µg/l), kyselina 3-metylbutánová (12–250 µg/l), kyselina octová (22–320 mg/l), vanilín (25–1200 µg/l), 2-metylbutanal (3–13 µg/l), furaneol (0,3–20 µg/l), acetaldehyd (15–120 µg/l) a 2,3-dietyl-5-metylpyrazín (1 µg/l). Pritom 2-acetyl-1-pyrolín, 2,3-dietyl-5-metylpyrazín, 2-metylbutanoát, 3-metylbutanoát, 2-heptenal, 3-hexenal, 3-izobutyl-2-metoxypyrazín, 3-izopropyl-2-metoxypyrazín a linalol boli potvrdené ako významné odoranty na základe ich nízko-koncentračných prahov rozpoznateľnosti čuchom (< 1 µg/l). Typ a množstvo týchto prchavých zlúčenín špecifikuje vôňu a chuť finálnych produktov, pričom sú tieto zlúčeniny nezriedka prítomné v stopových alebo ultrastopových množstvách. Všetky procesy realizované počas výroby čokolády, teda od spracovania kakaa až po finalizáciu čokolády, sú vedené ku generovaniu požadovaných a k odstráneniu nežiaducich aróma-aktívnych zlúčenín.

Odkedy sa produkcia čokolády skomercializovala, štúdium a hodnotenie aróma-aktívnych zložiek je jednou z najzaujímavejších tém v oblasti výskumu potravín. Je to veľká výzva, keďže značná pozornosť bola venovaná práve produktom z čokolády. Používanie analytických inštrumentálnych techník ruka v ruku s neustále sa vyvíjajúcimi metódami senzorickej analýzy ponúka zaujímavé možnosti kontroly kvality výrobkov na báze kakaa, čo umožňuje pochopenie vzťahov medzi aróma-aktívnymi zlúčeninami a senzorickými vlastnosťami produktov. Pokým senzorické hodnotenie je dobrým spôsobom predovšetkým na posúdenie spotrebiteľských preferencií, moderné analytické inštrumentálne metódy sú potrebné na lepšiu charakterizáciu čo sa týka určenia koncentrácií dôležitých vonných a chuťových zlúčenín.

Navyše sú aplikácie moderných špecifických techník spájajúce priamo v jednom kroku inštrumentálnu analýzu so senzorickým hodnotením (plynová chromatografia-olfaktometria) skvelým nástrojom na odkrývanie principiálnych aróma-aktívnych látok tvoriacich arómu tej-ktorej potravinárskej matrice. Tieto zlúčeniny by mohli totiž ľahko uniknúť oku analytického chemika pri bežnom posudzovaní chromatogramov, nakoľko sú často prítomné v arómových zmesiach potravín na úrovni šumu prístroja. Potenciál tejto techniky je s úspechom využívaný



aj vo NPPC-VÚP pri riešení výskumných projektov zameraných na štúdium prchavých frakcií rôznych potravín alebo potravinárskych surovín, s cieľom odkrývania a detailnej analýzy intenzitných dát senzoricky aktívnych zlúčenín tvoriacich ich arómy.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Minimalizácia dopadov COVID 19 prostredníctvom cielenej výživy a potravinová bezpečnosť v podmienkach pandémie, 313011AVA9, spolufinancovaného zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## MAK A ÓPIOVÉ ALKALOIDY

**Danka Šalgovičová – Lenka Bartošová**

Mak siaty (*Papaver somniferum*) sa v Európe začal pestovať už v období stredoveku. Získavajú sa z neho makové semená. V závislosti od odrody môžu mať rôznu farbu - najčastejšie sú biele, hnedé, sivé alebo modré. Latex (mliečna šťava) z hlavičiek ópiového maku obsahuje až 80 alkaloidov, vrátane morfínu a kodeínu. Makové semená zvyčajne neobsahujú ópiové alkaloidy, ale môžu sa nimi kontaminovať v dôsledku poškodenia rastliny škodcami alebo počas zberu. Práve obsah alkaloidov vyvoláva u mnohých spotrebiteľov obavy ohľadne narkotického účinku maku.

Nutričné benefity z konzumácie makových semien sú všeobecne známe. Makové semená majú vysoký obsah cenných nenasýtených mastných kyselín, množstvo vitamínov (vitamíny skupiny B, vitamín E) a minerálnych látok (vápnik, železo, mangán, fosfor, meď či horčík), sú bohatým zdrojom vlákniny. Používajú sa najmä v pekárskom priemysle, pri príprave jemného pečiva, dezertov či pokrmov. Vzhľadom na vysoký obsah tuku a zaujímavý profil mastných kyselín sa mak používa na výrobu oleja a na pultoch potravín sa stretneme aj s makovou múkou, ktorá sa vyrába z výliskov makových semien. V Európe je konzumácia potravín s obsahom maku bežná v Českej republike, Maďarsku, Nemecku, Poľsku, Rakúsku, Slovinsku a na Slovensku. Makové semená majú pomerne vysokú energetickú hodnotu, preto je potrebné najmä v redukčnom režime regulovať skonzumované množstvo.

O nepriaznivých účinkoch vyplývajúcich z konzumácie maku v potravinách existuje len málo vedeckých správ. Do podskupiny ľudí citlivejších na nežiaduce účinky morfínu patria tehotné ženy, dojčatá, osoby nad 75 rokov a osoby so zdravotným postihnutím s poruchou dýchania. Možným rizikám vyplývajúcim z konzumácie maku venoval pozornosť aj Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA). Pri hodnotení rizika je kľúčovým údajom expozícia a na jej určenie sa využívajú údaje z komplexnej európskej databázy spotreby potravín. V tomto prípade však neboli použité, nakoľko údaje o konzumácii maku poskytlo len päť členských štátov. Makové semená predstavujú častokrát minoritnú zložku receptúr (napríklad makové semená ako posypka pečiva), ktorá v databáze nemusí byť podchytená. Pri konzumácii maku je potrebné brať do úvahy aj sezónnosť, keďže napríklad počas vianočných

**Danka Šalgovičová, Lenka Bartošová**, 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 25, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: danka.salgovicova@nppc.sk

a veľkonočných sviatkov je spotreba maku vyššia. Údaje z databázy spotreby potravín sú teda pravdepodobne podhodnotené.

Kedže po konzumácii jedla obsahujúceho makové semienka kontaminované ópiovými alkaloidmi (Obr. 1) boli u ľudí pozorované účinky na centrálny nervový systém podobné účinkom morfínu, hodnotenie rizika z konzumácie maku bolo založené na expozícii morfínu. Akútna referenčná dávka *ARfD* bola odvodená z najnižšej známej perorálnej terapeutickej dávky morfínu. Táto hodnota predstavuje odhadované množstvo látky v potravine, bežne vyjadrené na základe telesnej hmotnosti v miligramoch na kilogram telesnej hmotnosti alebo mikrogramoch na kilogram telesnej hmotnosti, ktoré možno skonzumovať za 24 hodín bez značného zdravotného rizika pre spotrebiteľa. V roku 2011 úrad EFSA publikoval Vedecké stanovisko k rizikám pre verejné zdravie v súvislosti s prítomnosťou ópiových alkaloidov v maku, v ktorej sa uvádza hodnota *ARfD* pre morfín 10 µg/kg telesnej hmotnosti. Ide o dávku morfínu z potravín obsahujúcich mak, pri ktorej sa neočakávajú žiadne účinky.



**Obr. 1.** Štruktúrne vzorce morfínu a kodeínu.

S prihladením na nové údaje o obsahu alkaloidov v maku, ktoré boli úradu EFSA predložené od roku 2011, Európska komisia požiadala úrad EFSA, aby aktualizoval toto stanovisko. V roku 2018 úrad EFSA publikoval dokument Aktualizácia vedeckého stanoviska k ópiovým alkaloidom v maku. Nové stanovisko potvrdzuje bezpečnú hladinu 10 µg/kg telesnej hmotnosti, ale tentoraz ako „skupinu ARfD“, ktorá okrem morfinu zohľadňuje pri výpočte aj obsah kodeínu. Nové údaje totiž ukazujú, že v niektorých vzorkách maku na európskom trhu môže byť koncentrácia kodeínu vyššia ako koncentrácia samotného morfinu.

Bezpečnú hranicu konzumácie maku môžu prekročiť spotrebitelia len v prípade, že konzumujú nadmerné množstvo makových semien alebo potravín obsahujúcich nespracovaný mak. Panel EFSA pre kontaminanty v potravinovom reťazci však zdôraznil neistoty v odhadoch expozície a to vzhľadom na nízke množstvo údajov o výskyte potravinárskych výrobkov obsahujúcich mak. Panel tiež poznamenal, že niektoré kroky spracovania makových semien, ako sú umývanie, tepelné spracovanie či mletie, môžu znížiť obsah alkaloidov v maku o 25 až 100 %.

Aktualizované hodnotenie zohľadňovalo aj údaje o ďalších alkaloidoch prítomných v maku – tebaíne, oripavíne, noscapíne a papaveríne. Pre tieto látky nebolo možné vykonať úplné posúdenie rizika, ale panel EFSA pre kontaminanty v potravinovom reťazci naznačil, že vystavenie tabaínu v strave môže predstavovať zdravotné riziko. Na objasnenie tejto skutočnosti je potrebných viac údajov, najmä o jeho toxicite.

Od júla 2022 začala v celej EÚ platiť sprísnená legislatíva, podľa ktorej môže byť v potravinárskom maku maximálne 20 mg/kg ópiových alkaloidov. Navyše sa dopĺňa povinnosť mať na kilogram pekárskeho výrobku maximálne 1,5 miligramu ópiových alkaloidov. Pre slovenských pekárov by nemalo ísť o príliš veľké sprísnenie limitu, ak budú používať domáce odrody. Maky šľachtené a pestované na Slovensku majú nízky obsah ópiových alkaloidov na úrovni 2 až 5 mg/kg.

## MIKROBIOLÓGIA SEMIEN MAKU

Zuzana Rešková – Janka Koreňová – Tomáš Kuchta

Semená odrôd maku (*Papaver somniferum*) s nízkym obsahom psychoaktívnych alkaloidov patria na Slovensku k obľúbeným potravinám. Najčastejšie sa používajú pomleté v plnkách rôznych koláčov alebo ako posýпка na niektoré typy pečiva. Ich spotreba u nás vzrástla v poslednom období na 0,5 kg na obyvateľa ročne. Okrem toho sa semená maku používajú na výrobu oleja, ktorý má technické využitie napríklad vo výtvarnom umení, avšak je zaujímavý aj pri príprave potravín. Z výživového hľadiska je makový olej významný vysokým obsahom vitamínu E. Pri potravinárskom použití sú dôležité jeho organoleptické vlastnosti a stupeň oxidácie lipidov, ktorý závisí na spôsobe výroby a podmienkach skladovania. V tejto súvislosti môžu okrem pôsobenia svetla a kyslíka negatívne účinkovať aj mikroorganizmy kontaminujúce semená maku, ktoré môžu produkovať oxidačné enzýmy.

Vo Výskumnom ústave potravinárskom NPPC sme sa zaoberali zložením mikrobiálnych komunit semien maku ako plodiny, ktorej produkcia na farmách na Slovensku v posledných rokoch vzrástla. Analyzovali sme semená maku dvoch modrých odrôd (Major, Zeno) a jednej bielej odrody (Albín) z dvoch pestovateľských lokalít. Na základnú mikrobiologickú charakterizáciu sme použili kultivačné metódy, na podrobnejšiu charakterizáciu spoločenstiev baktérií a húb sme použili analýzu metagenómu s amplifikáciou 16S rDNA a 28S rDNA s veľkokapacitným sekvenovaním na platforme Illumina MiSeq. Na analýzy sme použili oplach z povrchu semien.

Kultivačná mikrobiologická analýza ukázala, že na povrchu makových semien sa nachádzalo  $10^3$ – $10^5$  KTJ/g mezofilných aeróbných baktérií, menej ako 50 až  $10^4$  KTJ/g koliformných baktérií,  $10^1$ – $10^3$  KTJ/g vláknitých húb a len veľmi nízke počty kvasiniek, koagulázo-pozitívnych stafylokokov i *Bacillus cereus*. U semien bielej odrody maku z oboch pestovateľských lokalít sme zaznamenali oveľa nižšiu úroveň kontaminácie koliformnými baktériami než u semien oboch modrých odrôd.

Molekulárno-biologická analýza metagenómu z hľadiska zloženia bakteriálnych spoločenstiev ukázala prevahu enterobaktérií, ktoré tvorili 18–72 % populácie a dominoval tu rod *Klebsiella*. Ďalšími, viac zastúpenými čeľadami boli Pseudomonadaceae, Xanthomonadaceae, Rhizobiaceae a Moraxellaceae. Kým Enterobacteriaceae a Moraxellaceae môžu obsahovať patogénne druhy, z technologického hľadiska môže byť problematická prítomnosť pseudomonád, ktoré sú známe svojou výbavou oxidačných enzýmov. Indikatívny bol tiež zistený rozdiel v zastúpení enterobaktérií na jednotlivých farmách, ktorý môže byť rozlišovacím faktorom podmienok pri zbere a spracovaní semien.

Z hľadiska zloženia spoločenstiev húb sme zistili dominantné zastúpenie čeľadí Pleosporaceae (rody *Alternaria* a *Lewia*) a Davidellaceae (rod *Cladosporium*). V jednej vzorke modrého maku Major sme zistili vysoké zastúpenie čeľade Trichocomaceae, menovite rodu *Aspergillus*, čo je výstražná informácia z hľadiska možnej prítomnosti aflatoxínov. Z hľadiska

**Zuzana Rešková, Janka Koreňová, 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](mailto:zuzana.reskova@nppc.sk)



kontaminácie mykotoxínmi stojí tiež za pozornosť výskyt vláknitých húb z rodu *Alternaria* vo všetkých vzorkách.

Získané informácie o úrovni mikrobiálnej kontaminácie semien maku poukazujú na pomerne dobrý stav. Pri ich plánovanom využití na výrobu oleja je však potrebné venovať pozornosť prítomnosti pseudomonád a toxínogénnych vláknitých húb. Metódy, ktoré sme v tejto štúdii použili, sa ukázali ako efektívne, aj keď treba povedať, že farmári si ich môžu dovoliť len v rámci spolupráce s výskumnými organizáciami.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti, 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## MIKROBIOLOGICKÁ BEZPEČNOSŤ JEDÁL NA BÁZE SÓJE

Janka Lopašovská – Janka Koreňová

V posledných rokoch na európskom trhu rastie záujem o potravinárske produkty na rastlinnej báze. Výrobcovia potravín reagujú na tento trend rozšírením a diverzifikáciou ponuky vegetariánskych nátierok a iných jedál pripravených na priamu spotrebu. Napríklad, v období rokov 2012–2018 v Belgicku zaznamenali nárast spotreby rastlinných potravín o 67 % a v Nemecku bolo v období rokov 2011–2015 vyvinutých 239 nových druhov vegetariánskych nátierok a omáčok. Zároveň s tým preferujú spotrebitelia čo najmenej tepelne opracované potraviny s minimom prídavných látok. Takáto požiadavka však môže predstavovať riziko z hľadiska bezpečnosti a to napriek snahe výrobcov zabezpečiť trvanlivosť a zdravotnú neškodnosť takýchto potravinárskych výrobkov vhodnou kombináciou fyzikálno-chemických vlastností výrobku (pH, aktivita vody), skladovacej teploty a balením v ochrannej atmosfére.

Najlepšie dostupnou a najšetrnejšou formou tepelného opracovania potravinárskych výrobkov zostáva pasterizácia. Šesť druhov pasterizovaných výrobkov na báze sóje určených na priamu spotrebu bolo predmetom skúšania aj na našom pracovisku (tofu, rastlinné nátierky a vegetariánske jedlá). Obsahom skúšania bolo hodnotenie hygienických a kvalitatívnych ukazovateľov výrobkov bezprostredne po dodaní výrobcom, po skladovaní do deklarovaného dátumu spotreby a tiež niekoľko týždňov po dátume spotreby. Potrebný počet exemplárov z každého výrobku sme skladovali pri dvoch chladiarenských teplotách (2 °C a 8 °C).

V Potravinovom kódexe SR sú pre sójové výrobky typu tofu uvedené limity z hľadiska posudzovania hygieny výroby a z hľadiska bezpečnosti pre tieto kategórie mikroorganizmov: koliformné baktérie, kvasinky, plesne, koagulázopozitívne stafylokoky, *Bacillus cereus* a *Salmonella* sp. Bezpečnosť a zdravotná bezchybnosť výrobkov určených na priamu spotrebu bez ďalšej tepelnej úpravy môže byť ohrozená tiež ubikvitárnou baktériou *Listeria monocytogenes*, ktorá je indikátorovou baktériou bezpečnosti výrobkov podľa Nariadenia Európskej komisie (ES) 2073/2005. Sójové výrobky sú náchylné na primárnu alebo

**Janka Lopašovská, Janka Koreňová**, 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

sekundárnu kontamináciu baktériami z prirodzeného prostredia pestovania a zberu sóje, a tiež z prostredia výroby. Z tejto oblasti sú rizikové, okrem vyššie uvedených kategórií mikroorganizmov, najmä aeróbne a anaeróbne spórotočné baktérie, ktoré sa prirodzene vyskytujú v prírodnom prostredí (pôda, prach, voda). Patria sem druhy z rodu *Bacillus* a klostriá. Spóry, ktoré baktérie vytvárajú, sú veľmi odolné voči extrémnym podmienkam (ako sú napr. teplo, chlad, vysušenie, slané prostredie). Okrem stanovenia vyššie uvedených indikátorových skupín baktérií, kvasiniek a plesní pre posudzovanie hygieny a bezpečnosti výrobkov sme preto zaradili aj vyšetrenie na celkový počet aeróbných mezofilov (CPM) a sulfitredukujúcich klostrií. Všetky kategórie mikroorganizmov sme stanovili kultivačnou metódou podľa príslušných ISO noriem.

V analyzovaných výrobkoch skladovaných pri oboch chladiarenských teplotách sme nezistili zárodky vyšetrovaných kontaminantov a patogénov (kvasinky, plesne, koliformné baktérie, koagulázopozitívne stafylokoky, *Bacillus cereus*, sulfitredukujúce klostriá, *Salmonella* sp., *Listeria monocytogenes*) ani niekoľko týždňov po dátume spotreby. Všetky vyšetované výrobky vyhoveli požiadavkám hygieny výroby a bezpečnosti výrobkov typu tofu uvedených v Potravinovom kódexe SR a v Nariadení Európskej komisie (ES) 2073/2005 počas skladovania pri teplotách 2 °C aj 8 °C. Rozsah hodnôt pH, aktivity vody a celkový počet aeróbných mezofilov (CPM) výrobkov na začiatku a na konci skladovania uvádzame v Tab. 1.

**Tab. 1.** Rozsah hodnôt pH, aktivity vody a obsahu aeróbných mezofilov výrobkov na báze sóje počas skladovania pri teplotách 2 °C a 8 °C.

Teplota skladovania	2 °C	8 °C	2 °C	8 °C
Merané ukazovatele	Tofu 1		Tofu 2	
pH	6,12–6,24	6,03–6,16	6,06–6,38	5,98–6,07
Aktivita vody ( $a_w$ )	0,964–0,976	0,984–0,988	0,962–0,982	0,954–0,974
CPM (KTJ/g)	$<10-4,5 \times 10^1$	$<10-2,7 \times 10^2$	$<10-1,0 \times 10^2$	$<10-6,0 \times 10^2$
Merané ukazovatele	Nátierka 3		Nátierka 4	
pH	5,55–5,61	5,52–5,58	4,81–4,97	4,91–5,04
Aktivita vody ( $a_w$ )	0,959–0,975	0,970–0,972	0,967–0,981	0,980–0,983
CPM (KTJ/g)	$10^4-2,1 \times 10^5$	$10^5-5,9 \times 10^5$	$<10-1,5 \times 10^2$	$<10-3,6 \times 10^1$
Merané ukazovatele	Vegetariánske jedlo 5		Vegetariánske jedlo 6	
pH	5,64–5,81	5,61–5,71	5,99–6,09	5,84–6,04
Aktivita vody ( $a_w$ )	0,960–0,986	0,972–0,976	0,961–0,984	0,975–0,981
CPM (KTJ/g)	$<10-6,3 \times 10^1$	$<10-6,4 \times 10^2$	$10^2-2,3 \times 10^3$	$10^2-2,5 \times 10^3$

CPM – celkový obsah aeróbných mezofilov.

Podľa nameraných hodnôt pH a aktivity vody ( $a_w$ ), ktoré boli pH  $\geq 5,0$  a  $a_w \geq 0,94$ , výrobky zaradíme do skupiny potravín schopných podporovať rast *L. monocytogenes* a preto je v ich prípade pasterizačné ošetrenie namieste. V priebehu skladovania sme nezistili významné rozdiely medzi hodnotami pH výrobkov ani v závislosti na rozdielnej teplote skladovania. Zvýšený obsah aeróbných mezofilov (CPM) na konci skladovania výrobkov nátierka 3 a vegetariánske jedlo 6 bol spôsobený prítomnosťou aeróbných spórotočných bacilov odolných voči pasterizačným teplotám a ich prítomnosť možno pripísať použitým surovinám vo výrobkoch.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti, 313011W112 (313W11200009), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## MOLEKULÁRNO-BIOLOGICKÁ CHARAKTERIZÁCIA BAKTÉRIÍ *ESCHERICHIA COLI* Z KONOPNÝCH SEMIEN

Zuzana Rešková – Janka Koreňová – Hana Drahovská – Tomáš Kuchta

Kultivary konopy (*Cannabis sativa*) s nízkym obsahom psychoaktívnych látok sú atraktívnou plodinou pre malých farmárov. Semená konopy sa dajú spracovať na výrobky s pomerne vysokou pridanou hodnotou, ako sú olej, „mlieko“ alebo proteínové koncentráty. V prípade ich vstupu do potravinového reťazca je však dôležité, aby boli mikrobiologicky bezpečné.

Podobne ako celá rastlina, semená môžu byť kontaminované na poli alebo počas manipulácie, skladovania a spracovania. Kontaminácia môže pochádzať zo vzduchu, vody, pôdy, zvierat, hmyzu alebo ľudí. Povrch semien sa vyznačuje nízkou aktivitou vody, čo bráni rozmnožovaniu mikroorganizmov, avšak napriek tomu nie je možné vylúčiť ich prítomnosť v potenciálne nebezpečných množstvách. Spomedzi mikroorganizmov patrí v tejto súvislosti k významným baktéria *Escherichia coli*, ktorá sa bežne vyskytuje v poľnohospodárskej pôde a tiež ju môžu prenášať hmyz, zvieratá či ľudia.

Baktérie *E. coli* sú väčšinou pre ľudí zdravotne neškodné, avšak existujú kmene, ktoré majú zvýšený patogénny potenciál. Tieto sú schopné spôsobiť ochorenia gastrointestinálneho traktu alebo extraintestinálne infekcie, ako sú zápaly močových ciest alebo meningitída. Ich výskyt v potravinách a potravinárskych surovinách je predmetom dôkladného sledovania, pričom sa používajú najmä molekulárno-biologické metódy s vysokou rozlišovacou schopnosťou umožňujúce identifikovať nebezpečné kmene.

Z jednej farmy na Slovensku sme získali vzorku konopných semien, ktoré boli kontaminované koliformnými baktériami na vysokej hladine  $10^7$  KTJ/g. Tieto semená konopy neboli určené na priame potravinárske použitie, ale na výrobu oleja. Predsa však by mohli predstavovať určité nebezpečenstvo, keďže na malých farmách nie sú priestory skladovania a výroby dobre hygienicky oddelené, čím by mohlo dôjsť ku kontaminácii rôznych potravinových výrobkov. Z tejto vzorky sme na našom pracovisku vo Výskumnom ústave potravinárskom NPPC izolovali tri kmene *E. coli* a podrobne sme ich molekulárno-biologicky charakterizovali v spolupráci s Vedeckým parkom Univerzity Komenského.

V prvom kroku sme použili GTG-typizáciu, čo je metóda založená na amplifikácii charakteristických fragmentov DNA medzi repetitívnymi sekvenciami. Je to rýchla, lacná a pomerne jednoduchá metóda na predbežné hodnotenie podobnosti baktérií. Pri použití tejto metódy sa naše izoláty javili ako identické, čiže bolo potrebné použiť metódu s vyššou rozlišovacou schopnosťou.

V ďalšom kroku sme sa preto zamerali na získanie celogenómových sekvencií našich kmeňov *E. coli*. Použili sme na to veľkokapacitné sekvenovanie na platforme Illumina MiSeq. Získané celogenómové sekvencie sme potom analyzovali bioinformatickými nástrojmi. Takto sme zistili, že všetky tri kmene patrili k sekvenčnému typu 58, cgMLST typu 148521, typu

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

**Hana Drahovská**, Vedecký park, Univerzita Komenského, 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

fumC4/fimH32 a sérotypu H21 (O-antigén sme neidentifikovali). V žiadnom z kmeňov sme nezistili prítomnosť plazmidov ani gény kódujúce Shiga toxíny, ale vo všetkých kmeňoch sme identifikovali navzájom veľmi podobný súbor génov spojených s virulenciou, ktorý zahŕňal gény *fimH*, *lpfA*, *terC*, *csgA*, *hlyE*, *nlpI*, *yehB*, *yehC* a *yehD*. Okrem týchto obsahovali genómy ešte fragmenty niekoľkých ďalších génov spojených s virulenciou, gény kódujúce fimbriálne i nefimbriálne adhezíny, komponenty restriktčno-modifikačných systémov a gén *ampC* EC-13 kódujúci širokospektrálnu  $\beta$ -laktamázu poskytujúcu baktériam rezistenciu voči penicilínovým a cefalosporínovým antibiotikám.

Na základe analýzy celogenómových sekvencií možno povedať, že kmene získané z konopných semien a charakterizované v našej štúdii boli prakticky identické. Pri ich porovnaní s kmeňmi *E. coli* v literatúre sa ukázalo, že podobné kmene sa pomerne často vyskytujú v environmentálnych vzorkách a vo vzorkách zo zvierat a od ľudí. *E. coli* ST 58 patrí k fyloskupine B1, čo sú väčšinou zdravotne neškodné kmene a len výnimočne sa spájajú s patogenitou. Najpodobnejšie bakteriálne kmene boli izolované v Taliansku zo šteniat a v Číne z oviec.

Baktérie *E. coli*, ktorými boli kontaminované konopné semená v našom prípade, sa ukázali ako zdravotne málo závažné. Napriek tomu však treba neustále venovať pozornosť mikrobiologickej hygiene skladovacích a výrobných priestorov na farmách. Molekulárno-biologické metódy na charakterizáciu mikroorganizmov môžu byť dobrým pomocníkom pri rozlišovaní zdravotne nebezpečných kmeňov.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Udržateľné systémy inteligentného farmárstva zohľadňujúce výzvy budúcnosti, 313011W112, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## NOVÉ MATERIÁLY BY MOHLI NAHRADIT PLASTOVÉ OBALY

Blanka Tobolková

Většina potravinových obalů je vyrobena ze syntetických materiálů na bázi petrochemických látek, jejichž hlavními výhodami je dostupnost ve velkém množství a jejich bariérové vlastnosti. Zároveň jsou ale zdrojem velkého množství biologicky nerozložitelných pevných odpadů. Z toho důvodu došlo v posledních letech k rozvoji technologií výroby nových obalových materiálů, při jejichž výrobě se využívají obnovitelné vedlejší produkty ze zemědělství a odpadní produkty z potravinářského průmyslu. Podle Organizace spojených národů (OSN) se celosvětově vyhodí přibližně 17 % produkce potravin. Rozdíl mezi množstvím vyhozených potravin a počtem lidí žijících v potravinové chudobě vede mnohé vědce k hledání lepších způsobů, jak tuto propast překlenout. Právě využití odpadních produktů z potravinářského průmyslu a zemědělství na výrobu nových obalových materiálů může představovat krok, jak předejít plýtvání potravinami.

**Blanka Tobolková**, Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

*Korešpondencia:*

Ing. Blanka Tobolková, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: blanka.tobolkova@nppc.sk



K výrobě biodegradabilních obalů (například jedlé povlaky nebo filmy) se využívá řada polysacharidů, například celulóza, škrob, pektin, chitosan, různé druhy gum, želatina. Tyto obaly mohou být kapalné, polotuhé nebo pevné matrice, které se aplikují přímo na potravinářské produkty nebo jsou kolem nich ovinuté. Zvolený způsob aplikace má vliv nejen na konzervační účinek vytvořeného potahu, ale také na výrobní náklady a efektivitu procesu. Pro zlepšení bariérových a funkčních vlastností nových obalů jsou často při jejich výrobě využívány i bioaktivní látky jako jsou esenciální oleje, vitamíny, polyfenoly nebo karotenoidy, které jsou v přírodě hojně rozšířené. Tyto látky disponují také řadou zdravích prospěšných vlastností (antioxidační nebo antibakteriální aktivity), kterými disponují i vyrobené povlaky a filmy. Jedlé povlaky nebo filmy tak mohou prodloužit dobu skladování, zabránit mikrobiologické kontaminaci nebo minimalizovat oxidaci lipidů. Příkladem, jak efektivně využít potravinový odpad při výrobě jedlých povlaků, jsou některé nedávné studie.

Tým výzkumníků z Indického technologického institutu v Guwahati vyvinul jedlý materiál, který může výrazně prodloužit trvanlivost ovoce a zeleniny. K jeho výrobě použili směs extraktu z mořské řasy *Dunaliella tertiolecta* a polysacharidů. *Dunaliella tertiolecta* je zelená mikrořasa s vysokou tolerancí k salinitě a s vysokou produkcí pigmentů jako je zeaxanthin, xantofylový karotenoid známý svými antioxidačními vlastnostmi. Řasa se obvykle používá k výrobě oleje (neživočišný zdroj omega-3 mastných kyselin) nebo k výrobě biopaliv. Po extrakci oleje se zbytky řasy obvykle zlikvidují. A právě výtažky z tohoto zbytku vědci použili při vývoji jedlého filmu v kombinaci s chitosanem, který má sám o sobě antimikrobiální a antitumorové vlastnosti a lze z něj vyrobit jedlý film. Vyrobené jedlé filmy s různým obsahem výtažků z řas vykazovaly výraznou antioxidační aktivitu, tepelnou stabilitu, mechanickou pevnost a významně blokovaly prostup UV-Vis světla a vodní páry. Z hlediska biologické bezpečnosti byly nové materiály netoxické a mohly tak být bezpečně použity jako jedlé potravinářské materiály. Materiál byl testován na různých druzích zeleniny a ovoce, včetně brambor, rajčat, zelených chilli papriček, jablek a jahod (nakrájených i celých), jejichž čerstvost byla prodloužena téměř o 2 měsíce. Tento typ materiálu lze aplikovat přímo na povrch produktů (nástríkem nebo ponořením), ale lze z něj vyrobit i sáčky pro skladování.

Dalším příkladem využití potravinového odpadu jsou jedlé povlaky ze slupek mučenky (maracuji), které představil tým vědců z Johannesburské univerzity. Mučenka je druh ovoce, který je bohatým zdrojem vitaminů A, B a C, vápníku, vlákniny a fosforu. Díky vysokému obsahu železa je vhodná i pro osoby trpící chudokrevností. Mučenka je pokryta ochrannou slupkou, která je nejedlá, ale je bohatým zdrojem antioxidantů a polyfenolů. Vědci navrhli proces mikroenkapsulace, který je šetrný k polyfenolům obsaženým ve slupce mučenky. Z polyfenolů byly v navrhnutých obalech identifikované glykosid kyseliny vanilové, kvercetin, kyselina citronová, kyselina glukonová a kyselina kávová. Mikroenkapsulováním pomocí tří nosičů (arabská guma, maltodextrin, voskový škrob) vytvořili jedlé filmy, které blokovaly přístup kyslíku k produktům a zároveň v nich zachovávaly přirozenou vlhkost. Tento postup rovněž zachoval i antimikrobiálně působící látky přítomné ve slupkách, což je důležitý faktor pro uchování čerstvého krájeného ovoce, které jinak rychle podléhá zkáze.

Tyto studie naznačují, že přímá aplikace jedlých obalů může prodloužit trvanlivost některých druhů ovoce a zeleniny, a tím snížit používání plastových obalů. Zároveň představuje i efektivní nástroj využití odpadních produktů z potravinářského průmyslu a zemědělství.

#### Poděkování

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

## JÁHLY NEBOLI LOUPANÉ PROSO – POTRAVINA NAŠICH PŘEDKŮ

Blanka Tobolková

Rok 2018 byl indickou vládou označený jako národní rok prosa. Vzhledem k tomu, že globální zemědělsko-potravinářské systémy čelí výzvám, jak nasýtit stále rostoucí světovou populaci, představují odolné obilniny, jako je proso, cenově dostupnou a výživnou variantu. S cílem zvýšit podporu pěstování této obilniny vyhlásilo valné shromáždění Organizace spojených národů rok 2023 „Mezinárodním rokem prosa“.

Proso je nejstarší obilninou, která se konzumuje již více než tisíce let. Jeho konzumace se datuje před indickou dobou bronzovou (4500 let př. n. l.). Také ve světě byla konzumace prosa běžná v Asii, Koreji i v Evropě. Dnes se pěstuje především v Asii a Africe. Největšími producenty jsou v současné době Indie, Nigérie, Niger, Mali nebo Súdán. Jedná se o nenáročnou plodinu, která roste jako plevel. Proso je známé svou schopností odolávat suchu a růst v drsném prostředí. Na rozdíl od mnoha jiných plodin může proso přežít a prosperovat v oblastech, kde je nedostatek vody.

Z botanického hlediska patří proso do čeledi lipnicovitých (Poaceae). Na světě existuje více než 300 různých druhů prosa. V závislosti na odrůdě může proso dorůst výšky od 20 cm až do 4 m. Na hladkých stéblech se v době od května do září objevují hroznovitá květenství lata, ze kterého později vznikají klásky se zrny, jejichž barva, velikost a tvar závisí na druhu prosa. Hospodářsky nejvýznamnějším druhem prosa je proso seté (*Panicum miliaceum*). Jako okrasná tráva se pěstuje proso vláskovité (*Panicum capillare*), jako krmivo pro exotické ptactvo se využívá senegalské proso (*Panicum italicum*).

Zrno prosa má tvrdou a nepoživatelnou slupku, neloupané proso se tedy nedá konzumovat. Z prosa se vyloupávají malé žluté kuličky, které se nazývají jáhly, pšeno nebo loupané proso. Dříve se používalo především ke krmným účelům, hlavně jako krmivo pro ptáky, dnes ho vyhledávají konzumenti, především z řad zastánců zdravé výživy.

Jáhly mají vyvážené nutriční složení a jejich konzumace má prokazatelné zdravotní přínosy. Jsou bohaté na vlákninu a bílkoviny, mají vysokou výživovou hodnotu. Každých 100 g jáhel obsahuje přibližně 11 g bílkovin, 73 g sacharidů, 8,5 g vlákniny, 4 g tuků. Z minerálů jsou nejvíce zastoupeny železo (3,1 mg), hořčík (114 mg), draslík (195 mg), křemík (30 mg), fosfor (285 mg) a zinek (1,68 mg), z vitamínů především vitamíny skupiny B (vitamín B1 – 0,42 mg, vitamín B2 – 0,29 mg, vitamín B3 – 4,72 mg a vitamín B6 – 0,38 mg). Ve srovnání s jinými obilninami mají jáhly nízký glykemický index, takže se tráví pomalu. Mají také vyšší obsah esenciálních aminokyselin (lysin, methionin, threonin) než ostatní obilniny. Jáhly jsou přirozeným zdrojem polyfenolů, zejména kyseliny ferulové a katechinů, obsahují však i antinutriční látky, například kyselinu fytovou, jejíž obsah lze snížit během zpracování.

Nestravitelná část jáhel (nerozpustná vláknina) zpomaluje a reguluje vstřebávání sacharidů a tuků, čímž napomáhá udržovat stabilní hladinu krevního cukru. Proto je strava zahrnující jáhly vhodná i pro lidi trpící cukrovkou. Podle některých studií jáhly napomáhají v potlačení růstu rakovinových buněk, snižují hladinu cholesterolu, posilují imunitu, mají

**Blanka Tobolková**, Odbor chemie a analýzy potravin, Výzkumný ústav potravinářský, Národní poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

*Korešpondencia:*

Ing. Blanka Tobolková, PhD., Výzkumný ústav potravinářský NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: blanka.tobolkova@nppc.sk

protiplísňové a antimikrobiálne vlastnosti. Díky obsahu křemíku zlepšují zdraví vlasů, nehtů a pokožky. Vitamin B6 pomáhá kontrolovat vysokou hladinu hormonu prolaktinu. Jsou bezlepkové, takže jsou vhodné pro osoby s nesnášenlivostí lepku a dalšími potravinovými alergiemi.

Jáhly se připravují stejně jako pohanka nebo quinoa. Namáčením se zvyšuje jejich stravitelnost. Jáhlová mouka (prosná mouka) je vhodnou alternativou pšeničné mouky, avšak vzhledem k jejímu specifickému aroma je vhodnější kombinovat ji s dalšími moukami. Jáhlové vločky se vyrábí stejně jako ovesné vločky napařováním a rozlisováním zrn. Jáhlová krupice má podobné využití jako jáhlová mouka, hodí se i k zahušťování omáček a polévek.

### Poděkování

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

## TOPINAMBUR – NÁHRADA ZEMIAKOV

Lenka Bartošová – Anna Giertlová

Slnečnica hlúznatá (*Helianthus tuberosus*), alebo tiež topinambur, je trvácna rastlina z čeľade astrovité, pôvodom zo stredných oblastí Severnej Ameriky. Do Európy ju priviezli začiatkom 17. storočia pôvodne ako okrasnú rastlinu. Neskôr sa pestovala pre jedlé hlúzy, ktoré však postupne nahradili zemiaky. Rastlina je nenáročná na pestovanie. Má priame, drsno chlpaté stonky, v hornej časti rozkonárené. Dorastá do výšky 250 až 300 cm. Kvetné úbory sú zložené zo žltých kvetov, ktoré majú priemer 8 až 12 cm. Slnečnica hlúznatá kvitne od augusta do októbra a rozmnožuje sa prevažne hlúzami, ktoré sa rýchlo rozrastajú a potláčajú pôvodnú vegetáciu. Z tohto dôvodu patrí medzi invázne rastliny a dokonca v rokoch 2003 až 2014 bola zaradená do slovenského zoznamu invázných rastlín, čiže jej pestovanie bolo zakázané. V roku 2014 bola z tohto zoznamu vyňatá.

Hlúzy slnečnice hlúznatej sú jedlé a bežne ich poznáme pod názvom topinambur. Nazývajú sa aj židovský zemiak, indiánsky zemiak alebo jeruzalemský artičok. Výzorom sa ponášajú na koreň ďumbiera. Topinambur má nízku energetickú hodnotu (73 kcal/100 g), obsahuje približne 17 g sacharidov, 1,6 g vlákniny, 2 g bielkovín a menej ako 1 g tuku na 100 g. Vo významnej miere obsahuje vitamíny A a B1, z minerálnych látok je to železo a draslík. Podobne ako u zemiakov, v hlúzach topinamburu sa nachádzajú zásobné sacharidy, avšak nie vo forme škrobu, ale inulínu. Inulín je polymér D-fruktózy so stupňom polymerizácie 4 až 40. Práve vysoký obsah inulínu dáva topinamburu punc výnimočnosti. Inulín je rozpustná vláknina, ktorú nie je ľudské telo schopné metabolizovať. Prechádza tráviacim traktom až do hrubého čreva v nezmenenej podobe, kde je fermentovaný baktériami črevnej mikrobioty. Pre symbiotickú črevnú mikrobiotu teda pôsobí ako prebiotikum. Je dôležité podotknúť, že tento proces môže mať za následok pocit nadúvania. Okrem toho

**Lenka Bartošová, Anna Giertlová**, 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

môže inulín pôsobiť ako náhrada cukru alebo tuku v potravinách a dokonca uľahčuje vstrebávanie minerálov v hrubom čreve.

Topinambur má nízky glykemický index a vzhľadom na svoje zloženie je vhodnou potravinou pre diabetikov. Môže sa konzumovať surový, tepelne upravený alebo fermentovaný (nakladaný). Chuťou pripomína mladý kaleráb alebo sladkasté gaštany. Má jemnú šupku, takže ho nie je potrebné šúpať. Čerstvý topinambur je dostupný od októbra do konca apríla, čím môže predstavovať príjemné oživenie jarných zeleninových šalátov. Topinambur sa dá variť podobne ako zemiaky alebo pastrnák. Je vynikajúci pečený, dusený, vyprážaný v cestíčku alebo ako krémová polievka. Pečené hľuzy sa dajú použiť ako náhrada kávy. Zo šťavy vylisovanej z topinamburu sa v zahraničí vyrába sladidlo pre diabetikov.

V oblasti Bádenska-Württemberska v Nemecku sa viac ako 90 % úrody topinamburu používa na výrobu liehoviny známej ako „Topinambur-Branntwein“. Tento alkoholický nápoj musí byť vyrobený výlučne z topinamburu a nesmie obsahovať pridaný alkohol ani arómy. Karamelová farba je jedinou povolenou prísadou. Obsah alkoholu v tomto nápoji je 38 obj. %. Pridaním koreňov tormentilu (nátržník vzpriamený) a ďalších ingrediencií sa pripravuje „Red Rossler“, horký likér používaný ako digestívum a ako liek na hnačku alebo bolesti brucha.

Slnečnica hľuznatá sa pre cenný obsah živín a rôznych bioaktívnych zlúčenín používa aj ako krmivo pre zvieratá, avšak jej pestovanie na krmné účely je minoritné. Využíva sa najmä na kŕmenie dobytka, prasiat a oviec. Skrmovanie topinamburu u prasiat má dlhú tradíciu. U dojnic má topinamburová vňať priaznivý vplyv na obsah tuku a laktózy v mlieku. Prídavok topinamburu do krmných zmesí pre brojlery (hydina, králik) má priaznivý vplyv na ich zažívanie a na rast. Na trhu je aj viacero ďalších produktov, napríklad doplnkové krmivo pre zakrsle králiky a drobné hlodavce na podporu trávenia. Na krmné účely sa využíva nadzemná časť rastliny v čerstvom stave alebo ako siláž, a aj hľuzy.

Topinambur má tiež potenciál na výrobu etanolového paliva, pričom na fermentáciu je potrebné použiť kmene kvasiniek prispôbené inulínu. Výhodou topinamburu oproti iným potravinám bohatým na inulín je, že môže rásť na chudobnejšej pôde a je tiež odolnejší voči extrémnym poveternostným podmienkam v porovnaní s kukuricou alebo cukrovou repou. Topinambur je tiež lacnou potravinou, ktorá by sa mohla stať nutrične významnou potravinou v chudobných regiónoch sveta, zatiaľ čo v bohatých regiónoch ide o gurmánsku potravinu. Príchodom zemiakov na naše tanieri sa topinambur takmer zabudlo, no postupne sa vracia na pulty našich obchodov a my ako spotrebitelia máme možnosť znovu objaviť množstvo cenných látok, ukrytých v jeho hľuzách.



Na analýzu mikrobiómu potravín sa používa polymerázová reťazová reakcia, ktorá sa realizuje v programovateľnom termocykléri.



## CHRÁNENÉ ŽIVINY

Matúš Rajský – Geert Bruggeman – Zuzana Formelová – Zuzana Mlyneková – Mária Chrenková

Využitie chránených živín ako účinných látok v potravinárskej a poľnohospodárskej výrobe s elimináciou ich rýchleho rozkladu prostredníctvom riadeného uvoľnenia patrí medzi aktuálne témy. Chránenými živinami v poľnohospodárstve sa zaoberá napríklad projekt NanoFEED. Cieľom predkladaného príspevku je poskytnúť informácie o výskume týkajúcom sa ošetrovaných živín realizovanom na Odbore výživy, NPPC-VÚŽV Nitra v nadväznosti na riešenie spomínaného medzinárodného projektu.

V poľnohospodárstve, predovšetkým vo výžive hovädzieho dobytku, oviec, kôz a ďalších prežúvavcov, je možné použitím viacerých foriem ošetrovania živín dosiahnuť tzv. bypass efekt, pri ktorom dusíkaté látky, degradujú v bachore iba v zníženej miere a prechádzajú vo zvýšenom množstve do tenkého čreva, kde sú efektívnejšie využité pre potreby organizmu zvierata. Efektívna výživa je podmienkou zdravia zvierat a tie sú podmienkou pre konkurencieschopnú živočíšnu výrobu a tá je podmienkou pre trvalo udržateľnú produkciu kvalitných potravín živočíšneho pôvodu.

Proteíny krmiva sú v bachore prežúvavcov vystavené intenzívnej činnosti mikroorganizmov, pričom dochádza nielen k ich enzymatickému rozkladu, ale aj k syntéze mikrobiálnych proteínov. Vysoká degradácia proteínov spôsobuje vznik nadbytočného množstva amoniaku, ktorý bachorové mikroorganizmy nie sú schopné využiť. Preto je vhodné usmerňovať a regulovať tieto procesy v bachore tak, aby sa zabezpečila minimálne potrebná hladina  $\text{N-NH}_3$  pre zaistenie maximálnej bakteriálnej proteosyntézy. Z dôvodu lepšieho využitia proteínov je žiaduce redukovať proteolýzu a to predovšetkým ochranou proteínov pred mikrobiálnym vplyvom.

Postupy chránenia proteínov môžeme rozdeliť do štyroch skupín: tepelné ošetrovanie, chemické ošetrovanie, kombinácia tepelného a chemického ošetrovania, a tiež obdukcia účinnej látky. Tepelné ošetrovanie je najčastejšie používaným fyzikálnym spôsobom chránenia proteínov, ktorý okrem zníženia ich degradácie v predžalúdku tiež inaktivuje prípadne prítomné inhibítory proteáz. V optimálnych podmienkach tepelného ošetrovania je možné zväčšiť prívod aminokyselín do tenkého čreva až o 51 %. Z tohto množstva pripadajú 2/3 na aminokyseliny nedegradovaných krmných proteínov, ktoré sa vyhli bachorovej degradácii, a 1/3 tvoria mikrobiálne proteíny syntetizované v bachore.

Tepelné ošetrovanie sa v určitej miere uplatňuje pri všetkých známych tepelných úpravách krmív (roustovanie, extrúzia, toustovanie, mikronizácia, expandácia). Pri termickom a hydrotermickom ošetrovaní krmív dochádza k zmenám vo fyzikálnej a chemickej štruktúre bielkovín i sacharidov, ktoré sú výsledkom troch typov reakcií: 1. Maillardovej reakcie, ktorá je ireverzibilná, 2. reakcií aminokyselín navzájom za vzniku izopeptidov, ktoré sú i nie sú stráviteľné, 3. denaturácie, čiže fyzikálnej zmeny štruktúry proteínových reťazcov, ktorá v určitom stupni zlepšuje stráviteľnosť bielkovín, i keď znižuje ich rozpustnosť a mení pomer rozpustných

**Matúš Rajský, Zuzana Formelová, Zuzana Mlyneková, Mária Chrenková**, Odbor výživy, Výskumný ústav živočíšnej výroby, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Nitra.

**Geert Bruggeman**, Nutrition Sciences N. V., Boeiebos, Drongen, Belgicko.

*Korešpondencia:*

Ing. Matúš Rajský, PhD., Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, NPPC, Hlohovecká 2, 951 41 Lužianky.

E-mail: matus.rajsky@nppc.sk

a nerozpustných aminokyselín. Z uvedeného vyplýva, že priestor medzi zlepšením a poškodením krmiva termickým ošetrením je veľmi úzky. Optimálne zvýšenie obsahu nedegradovateľných proteínov pri súčasnom zachovaní ich vysokej črevnej stráviteľnosti sa dá tepelným ošetrením dosiahnuť iba vtedy, ak sú podmienky celého procesu starostlivo riadené a kontrolované.

**Tab. 1.** Efektívna degradovateľnosť a črevná stráviteľnosť dusíkatých látok ošetrených a neošetrených tradičných krmív a druhotných surovín potravinárskeho priemyslu.

Krmivo	a (%)	b (%)	c (%/h)	EDg (%)	Črevná stráviteľnosť (%)
Sója natívna	32,7	72,7	0,0342	59,3	91,1
Sója hydrotermicky ošetrená	2,8	97,2	0,0395	43,4	98,4
Sója pražená	22,1	77,9	0,0223	57,1	96,2
Jačmeň	20,7	65,7	0,3600	74,7	86,5
Klíčky kukuričné	31,2	63,6	0,1600	70,0	82,1
Mláto kukuričné	67,8	32,2	0,0122	79,2	71,6
Extrahovaný šrot repkový	19,7	72,9	0,1090	63,1	70,6
Extrahovaný šrot sójový	30,6	69,4	0,0714	72,3	98,3
Hrach extrudovaný	38,7	50,5	0,0930	68,3	97,4
Hrach natívny	69,7	30,3	0,0180	87,4	95,5

a – rozpustná frakcia, b – nerozpustná a degradovateľná frakcia, c – rýchlosť degradácie frakcie b, EDg – efektívna degradovateľnosť.

V Tab. 1 uvádzame výsledky, z ktorých vyplýva, že efektívna degradovateľnosť dusíkatých látok krmív kolíše od 43,4 % pri hydrotermicky ošetrenej sóji do 87,4 % pri natívnom hrachu. Na Odbore výživy sme stanovili degradovateľnosť dusíkatých látok vo viacerých proteínových krmivách neupravených ako i upravených teplom. Ošetrenie repkového extrahovaného šrotu expandáciou (pri 120 °C, 130 °C alebo 150 °C) malo za následok výrazné zníženie efektívnej degradovateľnosti dusíkatých látok v bachore (zo 76 % na 36 %) a zvýšenie množstva dusíkatých látok v nedegradovanom zvyšku s následným zvýšením črevnej stráviteľnosti. Z aminokyselín reagujú na pôsobenie tepla najcitlivejšie lyzín, metionín a cysteín, u ktorých môže dôjsť pri prehriatí suroviny k poklesu využiteľnosti.

Podstata chemického ošetrenia vysokohodnotných proteínov činidlami spočíva vo vytváraní reverzibilných, od pH závislých komplexov činidlo-proteín, ktoré inhibujú odbúravanie proteínov pri pH 5,5–6,5 v bachore a umožňujú proteolýzu pri oveľa nižšom pH, vyskytujúcom sa v sleze a v proximálnom duodéne. Známe je ošetrenie krmív formaldehydom, pri ktorom sa vytvárajú väzby vo vnútri proteínov. Miera a rozsah reakcie s formaldehydom závisia od doby trvania reakcie, koncentrácie roztoku formaldehydu a pomeru roztoku k proteínom. I keď je takéto ošetrenie krmív účinným prostriedkom ako znížiť rozpustnosť a degradovateľnosť proteínov v predžalúdku, vyžaduje si individuálne stanovenie vhodnej koncentrácie pre každé krmivo, ako aj vhodnú metódu aplikácie formaldehydu. Na Odbore výživy sme dosiahli významné zníženie rozpustnosti dusíka u sójového šrotu, lucernovej múčky a pšeničného šrotu, ktoré boli ošetrené suchým alebo vlhkým teplom a formaldehydom. Súčasne sme dosiahli i zníženie degradovateľnosti proteínov bachorovou šťavou v podmienkach in vitro.

Obdukcia účinnej látky sa využíva napríklad k ochrane kryštalických aminokyselín, predovšetkým metionínu. Podstata chránenia obdukciou spočíva v obalení účinnej látky špeciálnou vrstvou, ktorá nepodlieha rozkladu pri prechode cez bacher. Odolnosť tejto



**Obr. 1.** Testovanie tradičných a chránených krmív a druhotných surovín potravinárskeho a liehovarnického priemyslu v Laboratóriu fyziológie výživy prežúvavcov Odboru výživy, NPPC-VÚŽV Nitra.

vrstvy závisí vo väčšine prípadov na hodnote pH prostredia. V bachorovej tekutine, ktorej pH sa za normálnych podmienok blíži hodnote 7, zostáva táto vrstva neporušená a k jej rozpusteniu a tým i uvoľneniu účinnej látky dochádza až pri výraznom poklese pH v kyslom prostredí slezu.

Cieľom aktuálne riešeného projektu NanoFEED je vyrobiť a otestovať viaceré varianty finálnej krmnej zmesi, v ktorej sú chránené proteínové komponenty (častice) formou enkapsulácie. Obal (kapsula) má chrániť proteíny pred degradáciou v bachore s cieľom ich pasáže do tenkého čreva (bypass). Výroba finálneho krmiva je založená na využití nano- a mikroenkapsulačných techník s kontrolovaným uvoľňovaním živín, čo má pomôcť pri eliminácii výživových problémov hovädzieho dobytku. V čase písania článku sme začínali testovať finálne krmivo na Odbore výživy, NPPC-VÚŽV Nitra v podmienkach in vivo, na kanylovaných kravách. V rámci metodiky in vivo pokusov prišlo v úvode riešenia projektu k zmene, z dôvodu zmeny koordinátora projektu. VFU Brno plánovala testovať finálne krmivo na teľatách v krmných pokusoch. Ale keďže už VFU Brno so svojou experimentálnou bázou v projekte nefiguruje a NPPC disponuje špeciálnym Laboratóriom fyziológie výživy prežúvavcov na Odbore výživy (Obr. 1), v ktorom testujeme krmivá a druhotné suroviny potravinárskeho a liehovarnického priemyslu na kravách s bachorovými a duodenálnymi kanylami (použitie in sacco a „mobile bag“ metód), Európska komisia návrh zmeny schválila. Zmenu použitej kategórie hovädzieho dobytku na účely riešenia projektu sme avizovali na začiatku riešenia projektu, v roku 2018, keď sme aj odovzdali Európskej komisii informácie o rozhodnutí Štátnej veterinárnej a potravinovej správy SR o použítom laboratóriu a použitých zvieratách.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci programu Európskej únie Horizont 2020 v rámci výskumného a inovačného programu Marie Skłodowska-Curie grantovej dohody č. 778098.

## PLODY BORIEVKY AKO ZDROJ LÁTKOK S POTENCIÁLNE ANTIVÍRUSOVÝM ÚČINKOM

Lenka Panghyová – Elena Panghyová

Rod *Juniperus* (čelad' Cupressaceae) je vždzelený ker alebo strom, väčšinou rozšírený v chladných a miernych oblastiach severnej pologule. Bol zaznamenaný výskyt aj v Južnej Afrike a v Austrálii, ale v obmedzenom množstve. Rod sa rozdeľuje do troch sekcií, pričom sekcia *Coriocarpus* obsahuje 1 druh, sekcia *Juniperus* obsahuje 14 druhov a sekcia *Sabina* 60 druhov. Najdôležitejšími druhmi patriacimi do sekcie *Juniperus* sú *Juniperus communis* a *J. oxycedrus*. Prirodzeným miestom výskytu *J. communis* je celá severná pologuľa. Plody *J. communis* sa označujú ako borievky, prípadne jalovec.

Borievky sú bohaté na esenciálne oleje a polyfenoly. Éterické oleje z borievok sa široko používajú v tradičnej a ľudovej medicíne kvôli ich rôznym biologickým aktivitám vrátane protizápalových, antioxidačných, imunomodulačných, antimikróbných (antivírusových, antibakteriálnych, antifungálnych), antireumatických, a antitusických vlastností. Éterický olej z plodov borievky má charakteristickú arómu a preto sa sušené plody borievky používajú v potravinárskom priemysle ako dochucovadlo pri príprave polievok, mäsa, nápojov a v liehovárniacom priemysle pri výrobe ginu a borovičky.

Súčasným trendom v potravinárskom priemysle je nahradiť syntetické antioxidanty prírodnými látkami, ktoré sú ľahko odbúrateľné a majú antimikróbne vlastnosti. Cieľom je zvýšenie stability produktov bez chemických konzervantov. Borievky sú bohatým zdrojom éterických olejov aj polyfenolov. Éterické oleje sú bezfarebné prchavé nízkomolekulárne organické kvapaliny charakteristické silnou arómou a vôňou. Z chemického zloženia sú tvorené zmesou terpénov a ich oxidovaných foriem, alkoholov, kyselín, esterov, amínov a ketónov. Terpény sú tvorené izoprénovými jednotkami a podľa počtu jednotiek sa delia na monoterpény, diterpény a seskviterpény. V potravinárskom priemysle je možné éterické oleje využiť pri konzervovaní potravín a pri ekologickom balení potravín. Konzervovanie potravín sa využíva na predĺženie trvanlivosti potravín. Trvanlivosť potravín je definovaná ako čas, pri ktorom je potravinu bezpečná, zachováva si fyzikálno-chemické vlastnosti a mikrobiologickú stabilitu. Éterické oleje z citrónovej trávy, tymiánu, oregana, borievky, šalvie, rozmarínu, fenikla a mäty preukázali antibakteriálne vlastnosti. Uvádza sa, že zložky éterických olejov ako karvakrol, tymol a eugenol vykazujú významné antimikróbne aktivity proti rôznym mikroorganizmom ako sú *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Candida* spp., *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* a *Pseudomonas aeruginosa*.

Využitie éterických olejov má aj svoje limity. Ich bezpečnosť závisí od zdroja, typu extrakcie, regulačných obmedzení a obsahu účinných látok. Niektoré oleje môžu obsahovať zlúčeniny, ktoré vo vyššej koncentrácii môžu pôsobiť toxicky. V súčasnosti nie sú evidované éterické oleje ako antivírusové alebo virucidné látky proti koronavírusom. Virucidné účinky éterických olejov extrahovaných z mnohých aromatických rastlín sú však zdokumentované proti iným vírusom, napríklad vírusom chrípky, *Herpes simplex*, HIV a vírusom žltej zimnice.

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

Korešpondencia:

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



Aj u niektorých terpénov nachádzajúcich sa v éterických olejoch z plodov borievok bola opísaná antivirálna aktivita. Jedná sa o  $\beta$ -karyofylén, karvakrol, *p*-cymén,  $\beta$ -pinén a limonén. Borievky sú bohaté nielen na éterické oleje ale aj na polyfenoly. Bolo zistené, že plody aj ihličie obsahujú okrem iných polyfenolov aj rutín a kvercetín, ktoré sú známe ako inhibítory chrípkových vírusov a vírusov SARS-CoV-2. Éterické oleje z oregana a rozmarínu preukázali tiež potenciál voči oxidácií lipidov.

Na našom výskumnom pracovisku sa venujeme spracovaniu borievok na biologicky aktívne preparáty s využitím v potravinárskom priemysle alebo ako funkčné potraviny. Naša práca je v úvodných meraniach zameraná na stanovenie základných chemických parametrov borievok *J. communis*. Zber plodov borievok sa realizoval v roku 2022 z oblastí Selčianske sedlo, Priechod, Horné lazy, Chrámec a Ostrá Hora. Sacharidy sme stanovili ako celkové redukujúce cukry Schoorlovou metódou s prepočtom na glukózu. Obsah tukov bol vyjadrený ako celkové látky extrahované do hexánu pri teplote 120 °C v Soxhletovom prístroji. Éterické oleje sme získali hydrodestiláciou zmesi plodov borievky a vody v pomere 1 : 6. Celkové polyfenoly sme stanovili spektrofotometrickou metódou zo zmesi borievok z kampane 2022 ako kyselinu galovú. Antioxidačnú aktivitu sme stanovili metódou s použitím 2,2-difenyl-1-pikrylhydrazylu (DPPH).

Stanovenie cukrov v borievkach má pre liehovarnícky priemysel význam z hľadiska fermentácie borievok kvasinkami, čím sa získa macerát borievok s obsahom alkoholu do 3 obj. %. Následne je macerát doliehovaný a podrobený destilácii a rektifikácii, pričom ako hlavný produkt vzniká borovičkový koncentrát a vedľajší produkt borievkový olej. Obsah redukujúcich sacharidov, lipidov a esenciálnych olejov, ktorý sme stanovili v plodoch borievky z rôznych lokalít Slovenska, uvádza Tab. 1.

**Tab. 1.** Zloženie plodov borievky z rôznych slovenských lokalít.

Lokalita zberu	Redukujúce sacharidy (g/kg sušiny)	Tuky (g/kg sušiny)	Éterické oleje plody (ml/kg sušiny)
Priechod	289 ± 3	97 ± 1	11 ± 1
Ostrá Hora	245 ± 3	112 ± 1	19 ± 1
Horné lazy	327 ± 4	85 ± 1	12 ± 1
Selčianske sedlo	318 ± 4	99 ± 1	13 ± 1
Chrámec	308 ± 3	115 ± 2	12 ± 1

Extrakciou zmesi plodov zo všetkých lokalít (1 g borievok do 50 ml okysleného etanolu, 60 obj. %) pri laboratórnej teplote počas 24 h sa získal extrakt, obsahujúci 3,9 g/l celkových polyfenolov. Produkt mal antioxidačnú účinnosť 81 % pri zhášaní radikálov DPPH. Obsah celkových polyfenolov je závislý od spôsobu extrakcie, teda najmä od extrahovadla a teploty extrakcie. Pri daných extrakčných podmienkach bol stanovený celkový obsah polyfenolov v plodoch 19,8 g/kg.

#### Podakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Vývoj produktov modifikáciou prírodných látok a štúdium ich multimodálnych účinkov na ochorenie Covid-19 (NFP313011ATT2), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## OCHRATOXÍN A V POTRAVINÁCH

Angela Světlíková

Ochratoxín A (OTA) patrí medzi významné mykotoxíny. Bol objavený a chemicky charakterizovaný pri testovaní kmeňov vláknitých mikroskopických húb (plesní) *Aspergillus ochraceus* v Juhoafrickej republike v roku 1965. Okrem ochratoxínu A sa v potravinách môžu vyskytovať aj ochratoxíny B, C a D, ale ochratoxín A je najčastejší z nich. Ochratoxín A produkujú predovšetkým dva rody húb. V tropických a subtropických oblastiach sú to huby z rodu *Aspergillus* (druhy *A. ochraceus*, *A. carbonarius* a *A. niger*). V chladnejších oblastiach sú to huby z rodu *Penicillium* (druhy *P. verrucosum* a *P. nordicum*).

Z potravinárskych výrobkov sa ochratoxín A môže najčastejšie vyskytovať v cereáliách a cereálnych produktoch, v zelenej, praženej a instantnej káve, kakau a výrobkoch z nich, v bravčovom mäse a konzervovaných mäsových výrobkoch, v krvi a výrobkoch z krvi a vnútornostiach (pečeň, obličky), v pive a víne, v obilninách (jačmeň, pšenica, žito, ovos, pohánka a iné) a v produktoch z obilnín (vrátane sladu), v strukovinách, v čerstvom a sušenom ovocí (figy, hrozienka, ríbezle), v ovocných šťavách a ovocných nektároch (hlavne v grapefruitovej a hroznovej šťave), v materskom mlieku, v syroch, v koreninách (paprika, čierne korenie, muškátový orech, klinček, zázvor, kurkuma) a v koreni sladkého drievka (prísada bylinného odvaru a nečokoládových sladkostí). Ide o relatívne stabilný toxín, ktorý je len čiastočne degradovaný počas normálnych procesov varenia, pečenia a fermentácie.

Medzi hlavné toxické účinky ochratoxínu A patria nefrotoxicita, imunotoxicita, mutagenita, karcinogenita, teratogenita a neurotoxicita. Počas vylučovania ochratoxínu A u človeka predstavuje asi 35 dní. Po orálnom požití v potravinách je pomaly absorbovaný v hornej časti tenkého čreva. Hlavnými miestami zadržiavania sú obličky a pečeň. Rozsah poškodenia organizmu závisí od dávky, dĺžky expozície a akumulácie.

V roku 2020 Európska komisia požiadala Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA, European Food Safety Authority), aby aktualizoval svoje predchádzajúce vedecké stanovisko z roku 2006 k rizikám pre verejné zdravie v súvislosti s prítomnosťou ochratoxínu A v potravinách, s prihliadnutím na nové údaje o výskyte a všetky novo dostupné vedecké informácie. V rámci požadovanej aktualizácie sa použilo viac ako 70 000 analytických výsledkov o výskyte ochratoxínu A v potravinách. Analytické výsledky pochádzali z databázy EFSA z 29 krajín a z databázy združenia European Vegetable Oil and Protein Meal Industry Association (FEDIOL) z rokov 2009–2018. Slovensko poskytlo 3 887 analytických výsledkov, čo bolo najviac za Nemeckom, Holandskom a Rumunskom. K hodnoteniu rizika sa tiež využili údaje o spotrebe rôznych skupín spotrebiteľov z databázy EFSA Comprehensive Database, ktorá je klasifikovaná so systémom FoodEx2.

Najvyššie priemerné obsahy ochratoxínu A boli namerané v extraktoch sladkého drievka a čili paprike. Priemerná chronická expozícia v rôznych stravovacích prieskumoch sa pohybovala od 0,64 do 17,79 ng/kg telesnej hmotnosti za deň, pritom 95. percentil chronickej expozície ochratoxínom A v rôznych stravovacích prieskumoch sa pohyboval

**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

od 2,4 do 51,7 ng/kg telesnej hmotnosti za deň. Najdôležitejší prispievatelia k chronickej expozícii v strave boli konzervované mäsové výrobky, syry, obilniny a výrobky z nich, čerstvé a sušené ovocie, ovocné šťavy a ovocné nektáre.

V roku 2020 experti použili konzervatívnejší prístup v podobe výpočtu rozpätia expozície (MOE, Margin of Exposure). Na základe výsledkov dospeli k záveru, že pre väčšinu skupín spotrebiteľov sú obavy o zdravie namieste. Vedecké stanovisko EFSA z roku 2020 poslúžilo ako podklad pre Európsku komisiu pre stanovenie najvyšších prípustných množstiev ochratoxínu A v potravinách. Aj prijímanie malých dávok ochratoxínu A počas dlhého obdobia môže ohroziť zdravie. To je dôvod, prečo orgány úradnej kontroly potravín sledujú jeho významné zdroje v potravinách, krmivách a surovinách rastlinného a živočíšneho pôvodu.

Európska únia v rámci svojej legislatívy (Nariadenie Komisie (ES) č. 1831/2003 z 19. decembra 2003, ktorým sa ustanovujú maximálne hodnoty obsahu niektorých kontaminantov v potravinách) prikazuje kontrolovanie potravín na výskyt mykotoxínov. Ak je v potravine prekročené najvyššie prípustné množstvo ochratoxínu A, hodnotí sa to ako zdravotné riziko z ochratoxínu A v danej potravine. Informácie o rizikových potravinách sa oznamujú Rýchlemu výstražnému systému pre potraviny a krmivá (RASFF), ktorý funguje od roku 2002 a slúži všetkým kompetentným orgánom v celej EÚ. Na základe týchto informácií sa zdraviu nebezpečné výrobky sťahujú z predaja. Na základe ročnej správy ACN 2021 (Alert and Cooperation Network) boli v roku 2021 pre vysoký obsah ochratoxínu A problémové najmä sušené figy a datle pochádzajúce z Turecka, Iránu, Egypta a USA.

Na základe dostupných vedeckých štúdií môžeme skonštatovať, že akútne zdravotné riziko toxických účinkov ochratoxínu A je minimálne, avšak táto situácia sa môže zmeniť vzhľadom ku globalizácii potravinového trhu. V našich podmienkach sa častejšie vyskytuje chronické zdravotné riziko toxických účinkov ochratoxínu A pri príjme nízkych ale opakovaných dávok z potravín.

Pri kupovaní potravín si dôkladne preštudujte zloženie výrobkov. Berte do úvahy informácie o ochratoxíne v potravinovom reťazci, predovšetkým teda pri vyššie spomenutých produktoch. Dôležité je tiež výrobok doma správne uskladniť. Rast plesní môže podporiť aj skladovanie týchto potravín na slnku a pri teplotách od 22 do 25 °C. Otvorené produkty vždy skladujte podľa návodu na obale, ideálne na tmavom, suchom a chladnom mieste.

## REFERENČNÉ DÁVKY ALERGÉNOV V POTRAVINÁCH

Jana Minarovičová – Tomáš Kuchta

Výrobcovia sú povinní vyznačovať na obale výrobkov obsah vybraných alergénov, ktoré sa môžu v potravinách nachádzať. S uvádzaním takýchto kvalitatívnych údajov však nie sú celkom spokojní, keďže často ide o dlhé zoznamy so sporným významom. Preto narastá záujem o definovanie prahových hodnôt alergénov, pod ktorými už väčšina alergických spotrebiteľov nemá zdravotné príznaky. Cieľom úsilia je minimalizovať u spotrebiteľov alergické reakcie z potravín bez zbytočne prísnych obmedzení výrobcov. V minulých

**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

rokoch sa touto témou zaoberali experti Organizácie pre výživu a poľnohospodárstvo OSN a Svetovej zdravotníckej organizácie (FAO/WHO), ktorí v prípade viacerých alergénov dospeli ku konkrétnym prahovým hodnotám.

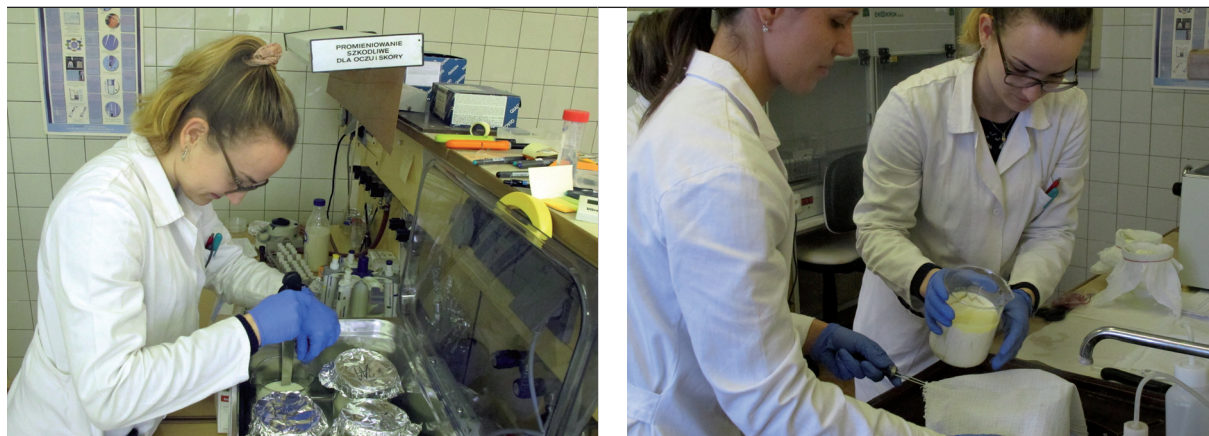
Odborníci vychádzali z klinických údajov o anafylaktických reakciách a ďalších symptómoch pri určitých dávkach alergénov, pričom použili tzv. prístup referenčnej dávky. Na ich základe určili prahové hodnoty na úrovni 1 mg celkového proteínu pre vlašské orechy, pekanové orechy, kešu orechy, pistáciev orechy a dočasne tiež pre mandle. Na úrovni 2 mg celkového proteínu určili referenčné dávky pre arašidy a vajcia, na úrovni 3 mg celkového proteínu pre lieskové orechy a na úrovni 5 mg celkového proteínu pre pšenicu a ryby. Pre krevety určili referenčnú dávku na úrovni 200 mg celkového proteínu. Pre zvyšné hlavné alergény, mlieko a sezam, zatiaľ neboli stanovené referenčné dávky a na danej problematike sa ďalej pracuje.

V súvislosti s určením referenčných dávok hlavných alergénov bolo potrebné zaoberať sa aj analytickými metódami na ich kvantifikáciu. Zistilo sa, že v súčasnosti dostupnými analytickými metódami je možné monitorovať obsah alergénov v potravinách len sčasti a je potrebný ďalší technický vývoj v tejto oblasti. Odborníci tiež navrhli, aby sa všetky analytické výsledky o obsahu vyjadrovali v miligramoch celkového proteínu z alergénneho zdroja na kilogram potravinárskeho výrobku. Medzi ďalšími pripomienkami spomenuli požiadavku na referenčné materiály hlavných alergénov, ktoré by zlepšili možnosti kontroly fungovania analytických metód. Experti tiež identifikovali potrebu rozšírenia poznatkov o fungovaní analytických metód v rôznych matriaciach a potrebu väčšej transparentnosti zo strany výrobcov analytických súprav ohľadom použitých špecifických protilátok.

Samostatnou témou vedeckých konzultácií bolo preventívne označovanie alergénov, čo je označovanie typu "môže obsahovať". Takéto označovanie je v princípe dobrovoľné a má sa používať iba vtedy, ak pri výrobe, manipulácii alebo skladovaní nie je možné zabrániť kontaminácii výrobku stopami alergénov z prostredia. Ide teda o neúmyselnú kontamináciu potravinárskych výrobkov alergénmi. Výsledky mnohých prieskumov však ukázali, že zmysel a význam tohto druhu označovania nie je jasný ani výrobcovi ani spotrebiteľovi. Namiesto alibistického označovania by sa podľa expertov mali potravinári výrobcovia viac venovať zabráneniu kontaminácie výrobkov alergénmi z výrobného prostredia a dodržiavaniu pravidiel správnej výrobnjej praxe.

### 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.



Príprava modelových syrov.



## ŤAŽKÝ ŽIVOT LAKTOBACILOV V SÓJOVOM „MLIEKU“

Tomáš Kuchta – Jana Minarovičová

V rozvinutých krajinách patria jogurty k bežným a široko konzumovaným potravinám. Ide vo veľkej väčšine o mliečne výrobky vyrábané fermentáciou kravského mlieka pomocou zmesnej štartovacej kultúry pozostávajúcej z baktérií *Streptococcus thermophilus* a *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Uvedené baktérie mliečného kysnutia sa pri fermentácii veľmi dobre dopĺňajú, keďže streptokoky hydrolyzujú hlavný mliečny cukor laktózu a laktobacily hydrolyzujú hlavné mliečne proteíny kazeíny. Produkty hydrolyzy substrátu si tieto baktérie navzájom poskytujú a tým je umožnená efektívna fermentácia. Na základe opísanej spolupráce medzi mikroorganizmami sa získa jogurt s dlhou trvanlivosťou vďaka nízkemu pH spôsobenému produkovanou kyselinou mliečnou, príjemnou arómou vďaka vedľajším fermentačným produktom a s vysokým obsahom živých baktérií mliečného kysnutia, ktoré pozitívne prispievajú ku gastrointestinálnej a systémovej homeostáze.

V súčasnosti však dochádza k zmenám v stravovaní ľudí v súvislosti s propagáciou trvalo udržateľnej výroby potravín, s rozšírenou potravinovou intoleranciou a s preferenciou zdraviu prospešných potravín. Súčasťou tohto trendu je znižovanie spotreby potravín živočíšneho pôvodu a zvyšovanie spotreby potravín rastlinného pôvodu. V dôsledku toho sa v poslednej dobe objavili na trhu fermentované výrobky typu jogurt na báze sójového „mlieka“ alebo iných rastlinných „mliek“. Výroba takýchto potravinárskych výrobkov je však problematická, keďže klasické jogurtové baktérie nevedia dobre spracovať alternatívny substrát a potrebovali by na to iné enzýmové vybavenie. Kým *Streptococcus thermophilus* je schopný spracovať aj sacharózu ako hlavný cukor sóje a dokáže sa rozmnožovať na alternatívnom substráte, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* má zjavne veľké problémy.

Touto problematikou sa nedávno zaoberali francúzski výskumníci. Zistili, že termofilné streptokoky sa v sójovom „mlieku“ dobre rozmnožujú až na úroveň  $10^7$ – $10^8$  KTJ/g a okysľujú substrát, ale laktobacily sa vôbec nerozmnožujú a neokysľujú substrát. Laktobacily neboli schopné hydrolyzovať sójové proteíny a spoluprítomné streptokoky len spotrebovali voľné peptidy a aminokyseliny, ktorých je v sójovom „mlieku“ viac ako v kravskom mlieku. Použitím moderných mikroskopických techník výskumníci zistili, že bunky laktobacilov majú v sójovom „mlieku“ nezvyčajnú morfológiu, sú deformované, majú dlhé skrútené bunky alebo tvoria reťazce krátkych segmentovaných paličiek ako keby zaseknutých počas delenia. Analýza proteómu ukázala, že tieto bunky obsahovali zvýšené množstvo proteínov reakcie na stres a znížené množstvo proteínov zodpovedných za metabolizmus a rozmnožovanie. Zaujímavosťou je, že v sójovom „mlieku“ sa v bunkách laktobacilov indukovali enzýmy metabolizmu kyseliny fumarovej a fruktózy, pričom druhá menovaná je obsiahnutá v sóji.

Celkove výskumná štúdia ukázala, že sójové „mlieko“ je nevhodným substrátom pre jogurtové štartovacie kultúry *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. Zmeny v morfológii buniek a zložení proteómu ukazujú, že pre ne ide o veľký stres, čomu zodpovedá aj nízky

**Tomáš Kuchta, Jana Minarovičová**, 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

obsah laktobacilov stanovený vo fermentovaných výrobkoch typu jogurt na báze sójového „mlieka“. Výroba potravinárskych výrobkov tohto typu by preto potrebovala vývoj nových štartovacích kultúr, ktoré by dokázali lepšie fermentovať substráty rastlinného pôvodu.

#### 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.

## ORANŽOVÉ VÍNA

Katarína Ženišová

Oranžové víno je jedným z najstarších známych druhov vína. Tradícia jeho výroby bola po dlhú dobu obmedzená na vinohradnícku krajinu Gruzínsko. Zvýšený záujem o nové aj zabudnuté metódy výroby vína a o zdraviu prospešné látky viedol v posledných niekoľkých rokoch k vzkrieseniu tejto technológie po celom svete. Oranžové vína majú obvykle intenzívne žltú, tmavo slamovú, medovú, jantárovú až ryšavú farbu, ktorá môže prechádzať do čajových odtieňov, často s ružovým nádychom. Vyznačujú sa ovocnou arómou broskýň, manga, pomarančov a marhúľ, kandizovaného a sušeného ovocia, kvetov a orieškov, s bylinnými tónmi i miernou korenitosťou. Vzhľadom na dlhú maceráciu sú tieto vína robustné, vyznačujú sa vysokým obsahom fenolických látok, predovšetkým trieslovín a flavonoidov.

Oranžové vína zatiaľ nie sú oficiálne uvedené vo vinárskom zákone a teda ich výroba nemá žiadne osobitné legislatívne pravidlá. Výroba oranžového vína je podobná výrobe bežných druhov vín. Pri bielych vínach sa spravidla necháva fermentovať len vylisovaný mušt, zatiaľ čo ostatné časti hrozna predstavujú odpad a hneď sa od muštu oddeľujú. Naproti tomu oranžové vína získame z rovnakého bieleho či ružového hrozna tak, že mušt necháme dlhodobo v kontakte so šupkami, zrníčkami a so strapami.

Na hrozno sú kladené vysoké nároky, musí byť absolútne zdravé a pri jeho ošetrovaní nesmú byť použité bežné postreky. Pochádzať teda musí z ekologického spôsobu pestovania. Aj počas samotného výrobného procesu sa nepoužíva chémia, vína sú často len minimálne sírené, niektoré vôbec. Prebieha spontánna fermentácia muštu a celého objemu rmutu za účasti autochtónnych kvasiniek, čiže kvasiniek z povrchu bobúľ, listov a stopiek vo vinohrade. Fermentácia trvá 10–20 dní pri teplote 20 °C. Počas fermentácie sa na hladine vytvorí matolínový klobúk z macerovaných šupiek, ktorý sa premiešava 3–4-krát denne. Po ukončení alkoholového kvasenia sa nádoba doleje mladým vínom a prekryje sa vekom. V uzavretej nádobe prebehne spontánna jablkovo-mliečna (malolaktická) fermentácia. Počas nasledujúcich niekoľkých mesiacov víno zreje na šupkách a kaloch. Po uplynutí 3–6 mesiacov sa víno stočí do novej nádoby, kde prebieha samovolná sedimentácia a čírenie, približne po dobu 2 mesiacov. Nakoniec sa víno plní do fliaš bez filtrácie. Niektoré

**Katarína Ženišová**, 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

vína sa však nechávajú zrieť aj niekoľko rokov. Tejto výrobe sa hovorí kachetínska a prebieha v špeciálnych nádobách „qvevri“, čo sú veľké amfory bez uší zakopané v zemi. Ide o tradičný spôsob výroby bielych kachetínskych vín oranžovej farby, ktorý bol v roku 2013 zapísaný do Zoznamu majstrovských diel ústneho a nehmotného dedičstva ľudstva UNESCO. Podobnou metódou je imeretská s tým rozdielom, že pri výrobe sa nepoužívajú strapiny.

Opísanú pôvodnú technológiu si však jednotliví vinári môžu upraviť zatiaľ vo vlastnej réžii. Tým vzniká škála rozmanitých vín, ktoré nesú názov oranžové a ktorých kvalita sa môže výrazne líšiť. Tieto vína sú zaujímavé, zložité organoleptické vlastnosti a vysokú hladinu trieslovín. Nie sú to vína na pitie vo veľkom množstve, sú skôr meditačné. Pre výrobcov môžu byť alternatívnou cestou ako sa zviditeľniť. Vďaka nadšeným vinárom si aj u nás na Slovensku môžeme vychutnať tieto prírodné a svojrázne vína. Či si tieto nezvyčajné vína postupne nájdu miesto vo väčšine vinoték, ukáže čas.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, 313011V336 (313V33600009), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## ASTAXANTÍN – PRÍRODNÝ ANTIOXIDANT

Lenka Priščáková

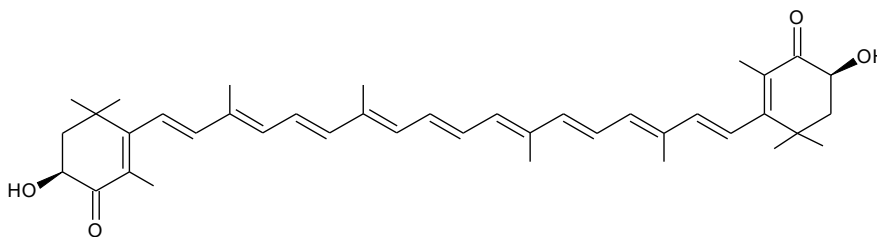
V súčasnosti sa veľa výskumného úsilia venuje prírodným bioaktívnym zlúčeninám, ktoré majú potenciál doplniť výživu a zlepšiť zdravotný stav ľudí. Medzi takéto látky patria karotenoidy. Karotenoidy sa v prírode v širokom meradle nachádzajú v živočíchoch, rastlinách, riasach a mikroorganizmoch. Ľudské telo nie je schopné produkovať vlastné karotenoidy a ich je potrebné prijímať v strave. Medzi popredné karotenoidy patria  $\beta$ -karotén, zeaxantín, luteín a astaxantín. Astaxantín je karotenoidný pigment patriaci do triedy xantofylov. Je to bioaktívna zlúčenina, ktorej antioxidačná aktivita a zdraviu prospešné vlastnosti vyplývajú z jeho jedinečnej štruktúry (Obr. 1). V súčasnosti sa astaxantín komerčne používa hlavne v krmivárskom priemysle na pigmentáciu mäsa a ako zložka krmiva pre akváriové a okrasné ryby.

Astaxantín je jedným z najdôležitejších pigmentov v akvakultúre. V prírode sa nachádza vo vodnom prostredí a je zodpovedný za ružovú a červenú farbu mäsa rýb ako losos, homár, pstruh a skupiny kôrovcov, ako sú napríklad krevety a homáre. Intenzita farby živočíšnych tkanív väčšinou závisí od prítomnosti astaxantínu v strave týchto zvierat, preto za pôvodný zdroj astaxantínu považujeme mikroriasy, ktoré sa do vodných živočíchov dostali ich konzumáciou. Medzi takéto mikroriasy patrí *Haematococcus pluvialis*, ktorý je charakteristický svojou schopnosťou prirodzene tvoriť astaxantín, ďalej sa tiež vyskytuje i v ďalších mikroriasach ako sú *Chlorococcum* spp., *Chlorella zothingiensis*, ako i v červených kvasinkách *Phaffia rhodozyma* a v baktérii *Paracoccus carotinifaciens*. Prítomný je i v plameniakoch a prepeliciach.

**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



Obr. 1. Štruktúrny vzorec astaxantínu.

Xantofyly, kam je zaradovaný i astaxantín, sa správajú ako vynikajúce antioxidanty tým, že zachytávajú singletový kyslík, reaktívne formy kyslíka a voľné radikály pochádzajúce z bunkových metabolických procesov alebo z látok znečisťujúcich životné prostredie. Astaxantín sa dostal do popredia hlavne pre svoju silnú antioxidačnú aktivitu, ktorá napomáha pri znižovaní rizika niektorých ochorení. K ďalším jeho vlastnostiam patria aj protizápalové, antidiabetické, antivírusové, antiproliferatívne a protirakovinové vlastnosti, vrátane účinkov proti ochoreniu COVID-19. Jeho silná antioxidačná aktivita preukázala účinky proti oxidačnému stresu, zápalom, obezite, vysokému krvnému tlaku a očnej degenerácii. Jeho využitie je i pri prevencii a liečbe chorôb spojených s reaktívnymi formami kyslíka, napríklad pri ochrane proti UV žiareniu. Užívanie astaxantínu v strave tiež výrazne znižuje riziko vredovej infekcie spôsobenej baktériou *Helicobacter pylori* a zníženie autoimunitných ochorení, cukrovky a rakoviny. Má pozitívny vplyv na funkciu kardiovaskulárneho systému.

Astaxantín chráni membránové fosfolipidy a iné lipidy pred peroxidáciou účinnejšie ako  $\beta$ -karotén či luteín. Okrem pigmentácie živočíšnych organizmov má astaxantín pozitívny vplyv na ich rast a rozmnožovanie. Vďaka svojim vlastnostiam vzbudil astaxantín pozornosť aj v športovej výžive. Jeho antioxidačný účinok umožňuje modifikovať svalový metabolizmus, ktorý prispieva k zvýšeniu vytrvalosti a sily. Ukázalo sa, že príjem astaxantínu v strave má pozitívny účinok aj na pokožku. V kozmetickom priemysle tvorí astaxantín bioaktívnu zložku rôznych kozmetických prípravkov, ako sú krémy, balzamy, oleje či séra. Lokálna aplikácia astaxantínu má pre pokožku niekoľko zdravotných výhod. Vráťane ochrany pred UV žiarením pokožku i hydratuje, účinkuje proti starnutiu, proti vráskam a vďaka svojej silnej antioxidačnej aktivite napomáha hojeniu rán a má protiekzémové účinky.

Syntetický astaxantín sa získava viacstupňovým procesom z petrochemických produktov. Takáto chemická syntéza karotenoidov umožňuje získať pigmenty požadovanej čistoty a konzistencie. Je to jednoduchší a ekonomicky výhodnejší spôsob získavania astaxantínu ako z prírodných zdrojov. Nariadenie EÚ (ES) č. 1925/2006 o pridávaní vitamínov, minerálov a iných látok do potravín však nepovoľuje používanie syntetického astaxantínu v potravinách. Syntetický astaxantín má oproti prírodnému 20- až 30-krát nižšiu antioxidačnú aktivitu. Bežne sa využíva hlavne v akvakultúre, kde sa pridáva do krmív pre ryby s cieľom pigmentovať mäso určitých druhov komerčne chovaných rýb.

Dlhoročný laboratórny a klinický výskum dokázal, že prírodný astaxantín nemá toxické ani vedľajšie účinky. V roku 2014 vydal panel EFSA pre dietetické výrobky, výživu a alergie Európskej komisie kladné stanovisko k bezpečnosti prísad bohatých na astaxantín. Od roku 2017, podľa nariadenia EÚ č. 2017/2470, je už uvádzaná ako nová potravinová oleorezín s vysokým obsahom astaxantínu z rias *Haematococcus pluvialis*. Konzumácia astaxantínu sa považuje za nutrične výhodnú a bezpečnú čo sa týka akútnej toxicity, mutagenity, genotoxicity, transgenicity, fetálnej toxicity a reprodukčnej toxicity. V potravinárskom, farmaceutickom a kozmetickom priemysle sa využíva iba prírodný astaxantín.

Astaxantín má dobrú perspektívu vďaka svojim vlastnostiam a pozitívnym účinkom na ľudský organizmus, avšak kvôli svojej vysokej cene a obmedzeným zdrojom je medzi spotrebiteľmi málo známy. Farbiace a antioxidačné vlastnosti astaxantínu umožňujú potravi-



nárskym technologom navrhnuť nielen senzoricky atraktívny sortiment funkčných potravín, ale aj výrobu aktívnych obalov pre potraviny. Priamy ochranný účinok astaxantínu proti ochoreniu COVID-19 sa síce nezistil, ale je ho možné použiť ako prírodný výživový doplnok, ktorý môže zmierniť negatívne zdravotné dopady ochorenia COVID-19.

## VYUŽITIE VEDĽAJŠÍCH PRODUKTOV Z ODPADU OVOCIA A ZELENINY

Adriana Véghová

S rastom ľudskej populácie sa celosvetový dopyt po potravinách každoročne zvyšuje. Agropotravinársky priemysel je jedným z najväčších výrobných odvetví vo svete. Udržiateľnosť spracovania potravín, ako aj minimalizácia odpadu sú kľúčovými problémami moderného potravinárskeho priemyslu. Vo všeobecnosti potravinový odpad vzniká vo všetkých fázach celého potravinového reťazca od zberu surovín po ich spracovanie, výrobu, distribúciu a spotrebu finálnych potravín. Veľké množstvo odpadu pochádzajúceho z celého procesu predstavuje nielen veľkú ekonomickú stratu, ale aj dôležitý etický a environmentálny problém. V minulosti problémy súvisiace s odpadovým hospodárstvom neboli také vážne a náročné, ako sú dnes. Súčasná situácia núti využívať moderné technológie a vytvárať inovatívne riešenia na ochranu životného prostredia. V posledných rokoch sa výskum venoval hľadaniu spôsobov využitia potravinového odpadu, nakoľko by sa tým prispelo k zmierneniu environmentálnych, ekonomických a sociálnych problémov súvisiacich s nárastom potravinového odpadu v dôsledku neustáleho nárastu populácie a dopytu po potravinách. Obrovské množstvo odpadu zo spracovania potravín možno efektívne opätovne použiť na potravinárske aj nepotravinárske účely vo farmaceutickom, energetickom alebo chemickom priemysle. V závislosti od pôvodu alebo druhu výroby sa potravinový odpad môže vyznačovať variabilným zložením a rôznymi fyzikálno-chemickými vlastnosťami, ktoré ovplyvňujú jeho potenciálne opätovné využitie.

V súčasnosti sa rozširuje výroba potravín založených na rastlinnej báze. Dopyt po ovoci a zelenine výrazne vzrástol v posledných rokoch kvôli diétnym odporúčaniam, zmenám v stravovaní a voľbe ľudí konzumovať zdravšie potraviny. Ovocie a zelenina sú dôležité pre ľudskú výživu, pretože poskytujú významné množstvo dennej potreby vitamínov, minerálov a vlákniny. Nie všetky ich časti však spotrebitelia konzumujú, čo môže viesť k obrovským množstvám potravinového odpadu. Pri spracovaní ovocia a zeleniny vznikajú vedľajšie produkty vo forme semien, šupiek, jadier, škrupín, výliskov, stoniek, dužiny a nezrelých alebo poškodených kusov, ktorých likvidácia môže byť nákladná a môže mať negatívny vplyv na životné prostredie. Zvyčajne sa tieto vedľajšie produkty opätovne využívajú ako krmivo pre zvieratá, spracúvajú sa na bioplyn alebo sa kompostujú. Cieľom ich opätovného využitia je však vytvárať nové produkty s pozitívnym vplyvom na zdravie spotrebiteľa. Rôzne štúdie preukázali, že tieto vedľajšie produkty majú potenciál na opätovné využitie, pretože sú bohatým zdrojom zdraviu prospešných živín a cenných zlúčenín ako

**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](mailto:adriana.veghova@nppc.sk)

napríklad esenciálnych olejov, lipidov, proteínov, polysacharidov, vlákniny, vitamínov, pigmentov alebo fenolových a iných bioaktívnych látok.

Väčšinu vedľajších produktov z ovocia a zeleniny tvoria semená a šupky, ktoré predstavujú dobrý zdroj fenolových zlúčenín s antioxidačnými a antimikrobiálnymi vlastnosťami. Semená sú vo všeobecnosti bohaté na polyfenoly a bioaktívne lipidy, zatiaľ čo šupky sa považujú za bohatý zdroj vlákniny, napríklad pektínu, ktorý sa používa ako želirovací prostriedok, zahusťovadlo a stabilizátor potravín. Potravinársky priemysel môže využiť fyzikálno-chemické vlastnosti vlákniny na zlepšenie viskozity, textúry, senzorických vlastností a skladovateľnosti potravín. Bioaktívne zlúčeniny možno extrahovať a použiť ako produkty s pridanou hodnotou v potravinárskom priemysle na vývoj funkčných alebo obohatených potravín. Po ich pridaní do potravín zvyšujú nutričnú hodnotu a zlepšujú senzorické a technologické vlastnosti daných potravín. Pôsobia ako prídavné látky v potravinách ako napríklad antimikrobiálne látky, antioxidanty, arómy, prírodné farbivá, príchute alebo zahusťovadlá. O bioaktívnych zlúčeninách sa predpokladá, že majú vplyv na ľudské zdravie vďaka svojim biologickým vlastnostiam, vrátane antioxidačných, antimikrobiálnych, antivírusových, antimutagénnych, protizápalových a kardioprotektívnych účinkov. Môžu sa potenciálne použiť pri prevencii a liečbe niektorých chorôb, ako je hypertenzia, diabetes alebo neurologické ochorenia.

Nevyužitie poľnohospodárske vedľajšie produkty prispievajú k problému plytvania potravinami. Množstvo odpadu s potenciálnym využitím po spracovaní sa každoročne odhaduje na milióny ton. Z tohto dôvodu mnohí výskumníci na celom svete vynakladajú veľké úsilie na opätovné využitie týchto cenných zdrojov. Ich efektívne využitie by mohlo byť spôsobom ako zvýšiť udržateľnosť potravín a je to aj výhodnejšie pre životné prostredie ako likvidácia prostredníctvom otvorených skládok alebo spaľovaním.

#### 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.

## FERMENTOVANÉ MÄSOVÉ VÝROBKY, ICH HISTÓRIA A NOVÉ SMERY V TECHNOLOGII

Marek Kunštek – Stanislav Baxa

Fermentované mäsové výrobky sú podskupinou tepelne neopracovaných mäsových výrobkov. Vyznačujú sa aplikáciou bakteriálnych štartovacích kultúr, rozmiešaním priamo do mäsového diela. Okrem nich medzi tepelne neopracované mäsové výrobky patria aj sušené nekyslé mäsové výrobky bez aplikácie štartovacej kultúry, salámy s plesňou na povrchu a surové solené mäsa. V krajinách strednej Európy vynikajú fermentované mäsové výrobky typickou pružnou konzistenciou po vyzretom mäse, výraznou vôňou po údení, chuťou po koreniciach prísadách a miernou kyslosťou po fermentácii.

**Marek Kunštek, Stanislav Baxa**, Odbor technologických inovácií a spolupráce s praxou, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

*Korešpondencia:*

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

Zaujímavá je história výroby mletých mäsových výrobkov, plnených do prírodných čriev a iných orgánov tráviaceho, prípadne močového ústrojenstva porázaných zvierat, ktorá siaha až 300 rokov pred naším letopočtom u Sumerov v dnešnom Iraku. Prvá zmienka o čínskej saláme Láchang, vyrobenej z kozľacieho a jahňacieho mäsa pochádza z roku 589 pred naším letopočtom. Grécky básnik Homér sa zmienil o druhu krvavnice v diele Odysea a Epicharmus, napísal komédiu s názvom „Klobása“. Je to dôkazom, že salámy, klobásy, jaternice a iné mäsové výrobky boli obľúbené už v časoch starovekého Grécka a Ríma. V dávnej minulosti sa však nerozlišovali mäsové výrobky podľa obsahu mäsa, vnútorností, kože, väziva alebo krvi. Neskôr sa začali rozlišovať názvami podľa zloženia alebo spôsobu spracovania. Anglické bitúcky oddeľovali už v 12. storočí mäso od menej údržných orgánov ako napríklad čriev a vnútorností. Francúzsko a taktiež aj Nemecko ustanovili už v 13. storočí požiadavky na inšpekciu mäsových výrobkov. Fermentované talianske „salami“ s plesňou na povrchu sú známe už 300 rokov a pred 150 rokmi ich talianski výrobcovia zaviedli v Uhorsku. Tu sa využívalo najskôr údenie, následne zaplesnivenie a fermentácia.

Pre zvýšenie údržnosti čínskych tepelne neopracovaných salám nie sú dôležité baktérie mliečneho kysnutia, ale nízka aktivita vody, pričom sa pokles aktivity vody realizuje cestou solenia, sušenia a presládzania. Čínski konzumenti uprednostňujú kombináciu sladkej chuti a chuti mäsa, preto mnohé mäsové výrobky v Číne obsahujú 100 až 300 mg/kg cukru. Koniec 18. a prvá polovica 19. storočia spadá do obdobia priemyselnej revolúcie. Zdokonaľovanie konzervácie a spracovateľských metód neviedli len k sušeným potravinám a sušenému mäsu, ale aj k novým procesom výroby salám a klobás. V Československu sa začala vyrábať uhorská trvanlivá saláma v podniku v Hodociach u Třešte, založenom v roku 1927, a postupne sa rozbehla výroba trvanlivej salámy značky Job. Výroba bola sústredená do vhodnej lokality, ako z pohľadu zdroja surovín, tak i z hľadiska klimatických podmienok, dôležitých pre prirodzené zretie fermentovaných mäsových výrobkov. Na Slovensku sa začala vyrábať saláma Nitran v roku 1976 v Nitre a v roku 1978 aj v Bratislave, po rekonštrukcii mäsového závodu na Košickej ulici, ktorého technológia sa špecializovala výhradne na produkciu fermentovaných mäsových výrobkov.

Proces výroby fermentovaných mäsových výrobkov začína výberom vhodnej suroviny, nákupom a prípravou mrazeného mäsa, bokového výrezu a slaniny, čím sa zabezpečí nízka teplota pri kútrovaní. Vďaka tomu sa potlačí rozmnožovanie mikroorganizmov, čo je dôležité z hygienického hľadiska, a predídze sa rozmazaniu tukových častí vložky. Nasleduje sekание mrazeného mäsa na hydraulických sekačkách a mletie mäsa spolu s miešaním diela. Na mletie sa používajú rotačné kutre s objemom misy podľa kapacity výroby a sústavou protistojných rotačných nožov, pričom kutre môžu byť vybavené aj nakladacím zdvihákom a vyklápacím rotačným diskom. Počas miešania sa pridávajú korenice a soliace zmesi i štartovacie kultúry. Vzniká tak dielo s teplotou nižšou ako  $-3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Nasleduje plnenie, narážanie diela do primárnych kolagénových technologických obalov s následným oddelením jednotlivých kusov salám, uzavretím a pridaním úväzco v na zavesenie. Najčastejšie používané rozmery technologických obalov sú 50 mm, 55 mm, 75 mm a viac. Na narážanie sa používajú predovšetkým automatizované závitovkové narážky, ktoré sú vybavené miešadlom v násypke a vývevou, ktorá zabezpečuje evakuáciu priestoru na odsatie nežiaduceho vzduchu z diela a urýchlenie narážania. V automatickom režime narážky, slúžiacom na narážanie salám, sa nastavuje dĺžka a hmotnosť jednotlivých kusov, pričom musí byť za výstupom z narážky kompatibilne pripojené uzatváracie čeľustové zariadenie s nožom, ktoré uzavrie narazenú salámu pridaním dvoch hliníkových spôn v nastavennej vzdialenosti zodpovedajúcej dĺžke kusu. Zároveň odreže obal medzi sponami a pridá závesný úväzec. V prípade narážania v manuálnom režime sa používa kolenný pedál narážky, ovládajúci náhonový motor na pohyb závitovky prostredníctvom elektromagnetického spínača. V manuálnom režime sa narážajú klobásy do prírodných čriev, ale

aj niektoré druhy salám s atypickým hranatým prierezom (napríklad Lovecká saláma).

Výrobky sa zavesia na udiarenský kôš a presunú sa do udiarne, kde sa po vyrovnaní teploty diela s okolitým vzduchom nastaví teplota fermentácie štartovacej kultúry (23–24 °C). Táto sa podľa technologického postupu fermentácie, vhodného pre danú štartovaciu kultúru, znižuje každý deň približne o 1 °C. Ako štartovacie kultúry sa používajú bakteriálne kmene v lyofilizovanom stave, pričom jedna dávka môže obsahovať aj viacero kmeňov s rôznym účelom pôsobenia v diele. Baktérie rodov *Lactobacillus* a *Pediococcus* slúžia na produkciu kyseliny mliečnej z pridaného sacharidového substrátu i z prirodzených zložiek mäsa (svalového glykogénu).

Fermentované mäsové výrobky sa údia studeným endotermickým dymom z drevnej štiepky rôznej veľkosti, pričom sa výhradne používa tvrdé drevo s nízkym obsahom lignínu a živíc. Dym vzniká pyrolytickým tlením drevnej štiepky vo vyvíjačoch dymu, vybavenom hniezdom s elektrickým ohrevným telesom a miešadlom, čistiacou sprchou na odstránenie sadzí a protipožiarnou sprchou i dúchadlom do dymovodu s klapkou. Ďalej sa dym privádza do udiarenskej komory, ktorá je plne automatizovaná s nastaviteľnou teplotou, vlhkosťou vzduchu i otáčkami ventilátora, zabezpečujúceho prúdenie vzduchu v komore. Údi sa dymovými šokmi v dĺžke trvania 20 až 30 min a časovým odstupom 12 až 24 h. V udiarenskej komore zrejú výrobky približne 5 dní a potom sa presúvajú do zrecej sušiarenskej komory na dozretie pri nižšej teplote (15 až 12 °C) a relatívnej vlhkosti vzduchu (80 až 75 %). Zrecia komora je vybavená klimatizačnou jednotkou, zabezpečujúcou ohrev, vlhčenie aj chladenie v letných mesiacoch, ktoré sú realizované v kondenzátore klimatizačnej jednotky za pomoci refrigerantu, privádzaného do chladiča zo strojovne chladenia. Strojovňa chladenia zabezpečuje prívod refrigerantu a odvod pár refrigerantu na kondenzáciu a opätovné použitie. V zimných mesiacoch je možné pracovať so studeným vzduchom z vonkajšieho prostredia. Výrobky zrejú v klimatizovanej zrecej komore 16 až 20 dní. Úbytok hmotnosti na konci zrecieho procesu závisí aj od priemeru technologického obalu výrobku a môže dosahovať 22 hmot. % pre kaliber 55 mm a až 26 hmot. % pre kaliber 75 mm.

Technologický výskum a vývoj fermentovaných mäsových výrobkov sa momentálne ubera nasledovnými smermi:

- výskum mikroorganizmov vhodných pre použitie ako štartovacie kultúry, najmä rodu *Staphylococcus*,
- vývoj inovovaných výrobkov s použitím náhrad mäsa rastlinného alebo hubového pôvodu s cieľom zlepšenia stability a obsahu aromatických látok, ovplyvňujúcich senzorické vlastnosti,
- vývoj štartovacích kultúr s inhibičným účinkom proti patogénom *Clostridium botulinum* a *Listeria monocytogenes* vo výrobkoch bez dusitanov a dusičnanov.

V Číne výskumníci izolovali a charakterizovali kmeň *Staphylococcus simulans* QB7 s vysokou proteolytickou aktivitou z čínskych fermentovaných klobás Guizhou Qianwufu. Je považovaný za bezpečný kmeň na základe kritérií hodnotenia potenciálnych štartovacích kultúr na použitie vo fermentovaných mäsových výrobkoch. V genóme tohto kmeňa absentovali gény virulencie spojené so zvýšeným rizikom otravy jedlom a mal len slabú schopnosť vytvárať biofilm. Kmeň podporoval hydrolýzu proteínov a lipidov v pripravených klobásach, čo bolo prospešné pre tvorbu látok ovplyvňujúcich arómu a chuť klobás.

Fermentované salámy sa vyrábajú aj s použitím náhrad mäsa pomocou procesu extrúzie so sójovým proteínom a práškom z jedlej huby *Coprinus comatus* (hnojník obyčajný). Termoextrúzia s nízkou vlhkosťou vytvára vrstvenú a vláknitú štruktúru nahradenej časti diela. Následný proces zlepšil fyzikálno-chemické a textúrne vlastnosti tak, že boli blízke bežným mäsovým výrobkom. Najmä chuť bola značne ovplyvnená fermentačným procesom a vynechaním vytvrdzovania sa odstránila nežiaduca chuť prísad. Profil prchavých zlúčenín ako napríklad fenolov, aldehydov a terpénov bol podobný fermentovaným klobásam z mäsa



a koreniciach prísad. Fermentácia mäsových náhrad je príkladom procesu vhodného na zlepšenie prijateľnosti neživočíšnych mäsových výrobkov.

Dusičnany a dusitanové soli majú mnohostrannú úlohu vo fermentovaných mäsových výrobkoch. K najdôležitejším patrí inhibícia potravinových patogénov, najmä *Clostridium botulinum*. V súvislosti s týmto patogénom existujú pochybnosti o bezpečnosti potravinárskych výrobkov z kategórie „Clean Label“, čiže formálne bez aditív. Výsledky niektorých štúdií demonštrovali dobrú antiklostrídióvu účinnosť kultúry *Mammaliicoccus sciuri* (predtým *Staphylococcus sciuri*) ako alternatívneho biologického aditíva vo fermentovaných mäsových výrobkoch bez dusitanov a dusičnanov. Kultúra sa pri fermentácii dobre presadzovala v konkurencii iných baktérií a silne potláčala rast *C. botulinum* aj bez podstatného okyslenia výrobku. Opísané vlastnosti však záviseli na konkrétnom kmeni *M. sciuri* a prejavovali sa odlišne v rôznych výrobkoch.

Proti *Listeria monocytogenes* je možné vo fermentovaných mäsových výrobkoch s vylúčeným alebo zníženým obsahom dusitanov použiť ako alternatívne biologické aditívum kmene baktérií mliečneho kysnutia, ktoré produkujú bakteriocíny. V jednej výskumnej štúdii sa sledovala antilisteriálna aktivita štyroch kmeňov bakteriocinogénnych baktérií mliečneho kysnutia na modeli fermentovanej klobásky pripravenej bez dusitanov a s 50 % maximálnej hladiny dusitanu sodného, povoleného Európskou úniou (t.j. 75 mg/kg). Študované kmene *Lactococcus lactis*, ale najmä *Pediococcus acidilactici*, znižovali obsah *L. monocytogenes* o 10 až 70 %, ale účinok bol závislý na konkrétnom kmeni a na hodnote pH. Výskum v tejto oblasti ešte pokračuje.

#### Podakovanie

Tento príspevok bol vytvorený vďaka podpore Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre „Projekt cezhraničnej Slovensko-Maďarskej spolupráce Interreg SK-HU 1802/3.1/023 Co-Innovation“.

## BEZPEČNOSŤ MEDU A VÝROBKOV Z MEDU

Elena Panghyová – Izabela Gašparovski

Včelie produkty používa ľudstvo ako potravinu a pre ich zdravotné účinky už mnoho rokov a v mnohých krajinách sú používané ako tradičný liek. Med je v princípe bezpečná potravina. Jeho možná kontaminácia je spôsobená priemyselnými faktormi znečisťujúcimi životné prostredie alebo nesprávnou manipuláciou pri spracovaní a skladovaní výrobkov.

Z hľadiska fyzikálneho nebezpečenstva nesmie med podľa Smernice Rady 2001/110/ES obsahovať žiadne organické a ani anorganické látky, netypické pre jeho zloženie (zvyšky plástov, zvyšky hmyzu a lariev alebo zrnká piesku). Peľ, ako prirodzená zložka medu, nesmie byť z medu odstránený. V prípade odstránenia peľu je potrebné med označiť ako filtrovaný med. Nesprávnym skladovaním včelích produktov môže dôjsť k strate kvality a zvlášť náročná na skladovacie podmienky je včelia materská kašička. Pri teplotách vyšších ako 4 °C, najmä pri izbovej teplote, materská kašička tmavne a menia sa jej senzorické vlastnosti v dôsledku

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

**Izabela Gašparovski**, Tehnologičská fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, Srbsko.

Korešpondencia:

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

zvýšenia kyslosti a oxidácie lipidov. Preto sa odporúča skladovať ju pri teplotách nižších ako 4 °C a v tme, optimálne v mraze. Ostatné výrobky z medu sú pomerne stabilné, dôležité je neskladovať ich na priamom slnečnom svetle a v blízkosti tepelných zdrojov.

Z hľadiska chemického znečistenia nesmie med obsahovať ťažké kovy, nesmú sa prekračovať maximálne limity pesticídov, veterinárnych liečiv a antibiotík. Neexistujú však v tomto zmysle žiadne špecifické a harmonizované predpisy na prevenciu alebo kontrolu. Niektoré krajiny zaviedli nariadenia ako Maximálny limit rezíduí (MRL), priemerná denná dávka (ADD) alebo najvyššie prípustné množstvo ťažkých kovov (Potravinový kódex SR, hlava č. 10, č. 11). Ťažké kovy môžu byť prirodzene prítomné v pôde. Rastlina je schopná kovy z pôdy vychytávať a následne ich včely vyzbierajú v peli a nektári. Včely sú mimoriadne citlivé na znečistenie arzénom, ktorý spôsobuje ich usmrtenie. Okrem arzénu boli v produktoch z medu zistené kovy chróm, zinok, mangán, kadmium a striebro. Antropogénnym zdrojom týchto kovov je spaľovanie fosílnych palív, ťažobný priemysel, výroba farbív, textilný a sklársky priemysel a obsahujú ich aj niektoré insekticídy a herbicídy. Aby sa predišlo takejto kontaminácii, odporúča sa umiestňovať včelíny čo najďalej od priemyselných oblastí a intenzívne využívaných poľnohospodárskych oblastí so zohľadnením, že akumuláciu kontaminantov umožňuje veľká pohyblivosť včiel. Dochádza ku kontaktu včely s rôznymi povrchmi vdychovaním, požitím a telesnými chlpkami počas hľadania potravy, a tak včela môže preniesť kontaminanty priamo do úľa. Obsah ťažkých kovov bol zachytený vyšší v peli a propolise (napríklad olovo od 1,5 µg/kg v Španielsku až po 487,0 mg/kg v Kosove) ako v mede (od 1,8 µg/kg v Indii až po 2530,0 mg/kg v Etiópii).

V súčasnej dobe je veľmi moderný chov včiel v mestských aglomeráciách. Pri kontrolných analýzách na území SR neboli zachytené prekročenia limitov ťažkých kovov v mede. V medoch z obchodných sietí však boli zachytené vzorky prekračujúce limity pre hydroxymetylfurfural, ktorý vzniká v mede pri nesprávnej manipulácii a to počas ohrevu. Maximálne povolené množstvo tejto zlúčeniny je 40 mg/kg, v citrusových medoch s nízkou enzýmovou aktivitou maximálne 15 mg/kg a v medoch z tropických oblastí 80 mg/kg. Tepelné ošetrenie medu je neprípustné, keďže pasterizáciou dochádza ku znižovaniu biologickej aktivity medu. V predpisoch pre med sa uvádza, že med nesmie mať diastázovú aktivitu nižšiu ako 8 jednotiek Schade a v prípade medov s nízkym obsahom prirodzených enzýmov nie menej ako 3 jednotky Schade. Tepelne ošetrený med sa môže predávať už len ako pekársky med, ktorý môže mať aj vyšší obsah vody ako 200 g/kg a výrobky s takýmto medom musia byť ošetrené vyššou teplotou.

Osobitným chemickým nebezpečenstvom pri mede a výrobkoch z neho vzniká pri zbere peľu z rastlín prirodzene obsahujúcich alkaloidy. Ide najmä o kostihoj, hadinec, starček, konopáč a podbeľ. V rokoch 2011 až 2017 Európska agentúra pre bezpečnosť potravín (EFSA) požiadala o vytvorenie skupiny na kontrolu pyrolizidínových alkaloidov v mede. Boli stanovené maximálne koncentrácie 21,0 µg/kg pre deti a 71,1 µg/kg pre dospelých. To zodpovedá približne dávke 20 g medu na 60 kg osobnej váhy. Pri kontrole vzoriek medu z hľadiska obsahu pyrolizidínových alkaloidov bolo zistených 55 % pozitívnych prípadov, ale iba v 4,3 % prípadov bol prekročený limit 21,0 µg/kg. Z toho vyplynula rada pre včelárov nestavať úle v blízkosti plôch s porastom kostihoja, hadinca a podbeľu.

Mikrobiologické nebezpečenstvo medu je veľmi nízke, čo vyplýva z antimikróbneho prostredia vyplývajúceho zo zloženia medu. Med musí obsahovať menej ako 200 g/kg vody, viac ako 600 g/kg cukrov a nízke pH (pH 3,2 až pH 4,5). Med obsahuje približne 5 g/kg kyseliny glukurónovej, ktorá vzniká pri enzymatickej reakcii pôsobením glukózáxidázy na glukózu za vzniku medziproduktu peroxidu vodíka a produktu kyseliny glukurónovej. Peroxidu vodíka sa pripisujú antimikróbne vlastnosti medu ako silnému oxidačnému činidlu. Okrem peroxidu vodíka je ďalšou antimikróbne pôsobiacou látkou peptid defenzín-1 (starší názov royalyzín), ktorý inhibuje rast baktérií a nachádza sa hlavne v materskej kašičke. Obsah defenzínu-1 v mede môže kolísať, avšak určité množstvo je v ňom vždy prítomné. Pokiaľ sa

v určitom mede defenzín-1 nenachádza alebo je prítomný len vo veľmi nízkych koncentráciách, je možné uvažovať s vysokou mierou pravdepodobnosti o falšovaní medu alebo jeho znehodnotení nesprávnym spracovaním. Antimikróbne vlastnosti sa pripisujú tiež kyseline 10-hydroxy-2-decénovej a metylglyoxalu. V synergickom pôsobení zložiek s antimikróbnym charakterom pôsobia aj polyfenoly, ktoré sa do medu dostávajú z rastlín. Propolis je práve vďaka obsahu polyfenolov (rutín, naringitín, kyselina kávová, luteolín, artepilín C) účinný aj proti ochoreniu COVID-19.

Obvykle sa v čerstvom mede nachádzajú mikroorganizmy, ktoré sa do neho dostanú dôsledkom činnosti včiel pri zbere peľu z kontaminovanej rastliny, chorôb včiel alebo nedodržívaním hygienických predpisov pri manipulácii s medom. Väčšina mikrobiologických kontaminantov, najmä baktérií a kvasiniek, je v priebehu zrenia medu inaktivovaná. Problémom však môžu byť sporulujúce baktérie z rodu *Bacillus* a najmä z rodu *Clostridium*. Tieto baktérie v dôsledku nepriaznivých podmienok v mede sa v ňom nerozmnožujú, ale sú schopné prežiť. Pre dospelého zdravého človeka nepredstavujú nebezpečenstvo ochorenia, ale problém môže vzniknúť u detí do 1 roka života. U nich totiž ešte nie je dostatočne vyvinutá črevná mikroflóra, ktorá je bariérou pre vznik botulizmu. Pre deti do jedného roka je preto odporúčané nekonzumovať med. Miera antibakteriálnych vlastností medu je definovaná minimálnou inhibičnou dávkou (MIC) pre *Staphylococcus aureus*. Čím nižšiu hodnotu MIC má testovaná vzorka medu, tým vyššia je jeho aktivita voči baktériam. Výhodou medu ako „prírodného antibiotika“ je, že voči nemu ešte nebola opísaná rezistencia baktérií.

#### Podakovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia projektu SAMRS/2021/ZB/1/5 „Podpora dosiahnutia hygienických štandardov EU a zapojenie žien včelárov a spracovateľov včelích produktov vo Vojvodine“ financovaného agentúrou SlovakAid. Poznatky o rizikách v mede a výrobkoch z medu boli formou školení prednesené v Báci, Apatine a Sečani v dňoch od 13. 2. do 1. 3. 2023 vo Vojvodine v Srbsku.

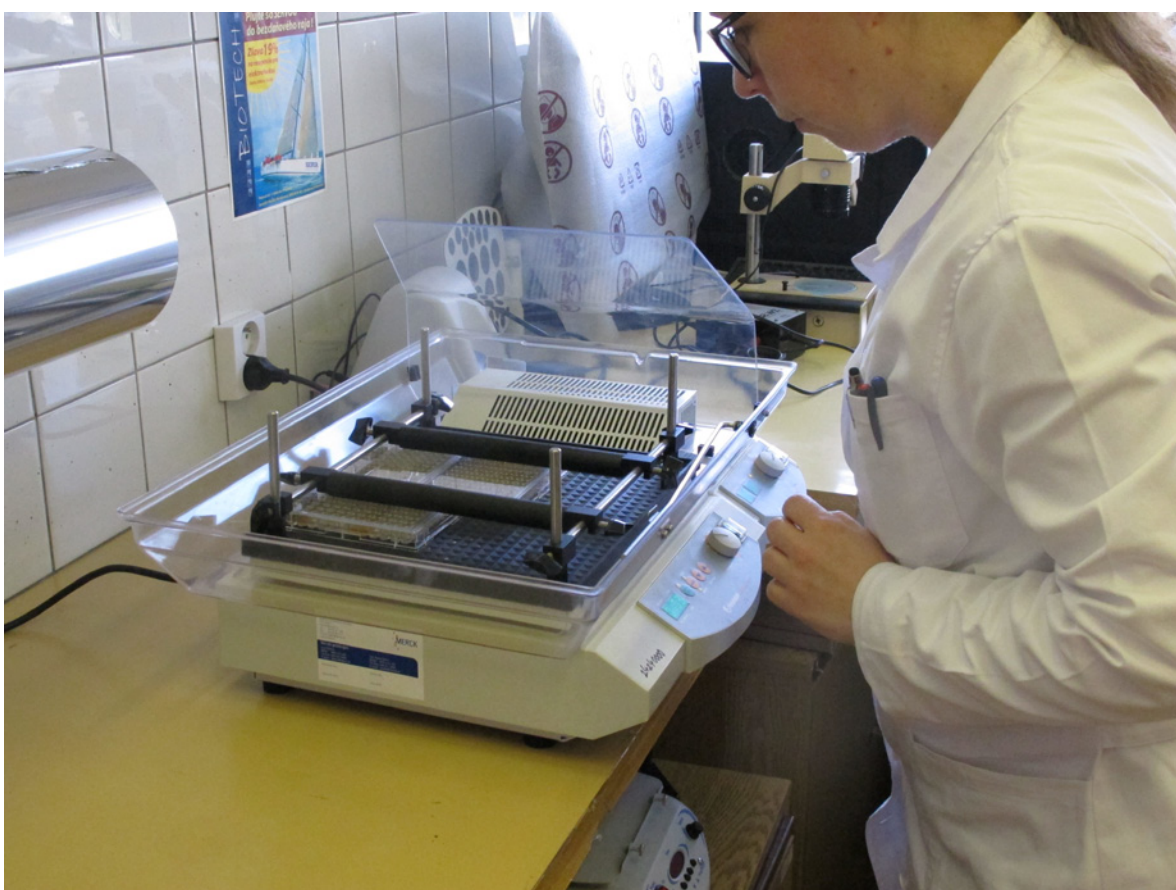


Školenie včelárov, Apatin, 27.2.2023, Vojvodina, Srbsko





Mikrobiálne kultúry sa kultivujú za miešania v termostatických trepačkách.



Pri veľkom počte mikrobiálnych kultúr je výhodné pracovať v menších objemoch





Kultúry na agarových platniach sa kultivujú v policovom termostate.



Po ukončení mikrobiologických experimentov sa vzorky dekontaminujú v autokláve.

ISSN 1336-085X



9 771336 085009