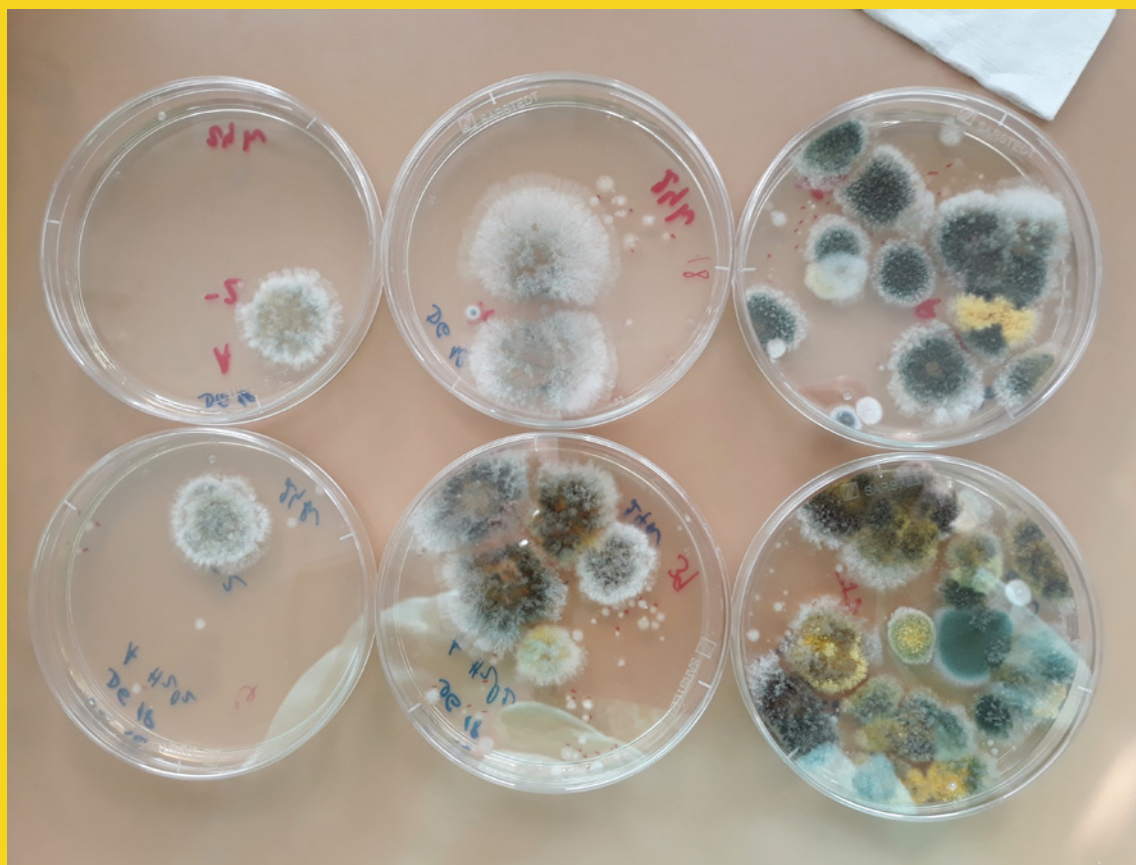


# TRENDY

N P  
P C

## v potravinářství

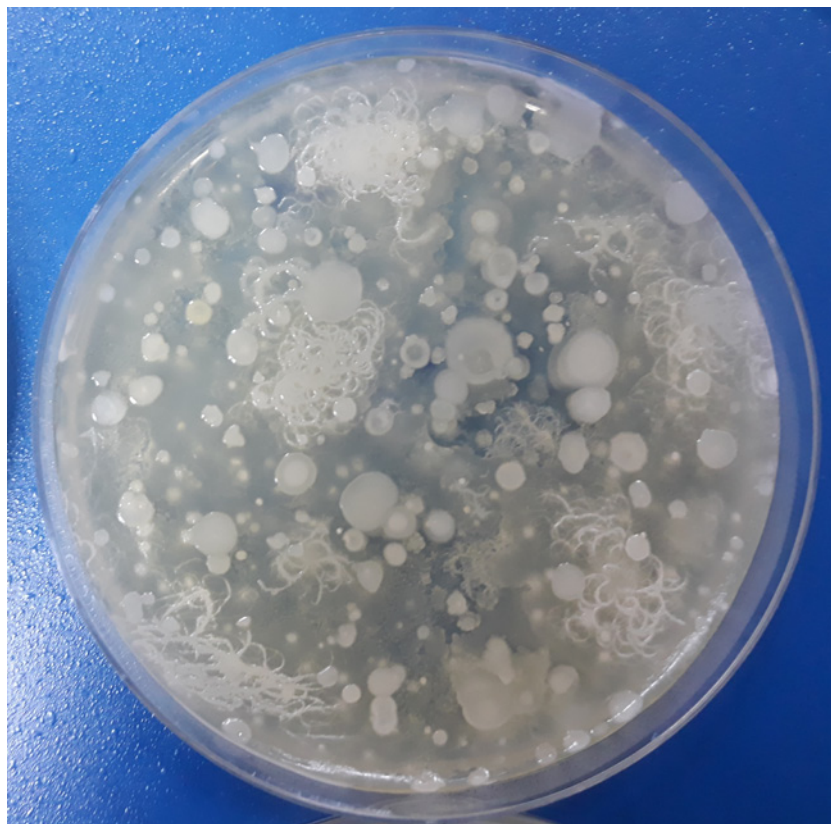
číslo 1/2021  
ročník XXVI.



# Znižovanie mikrobiálnej kontaminácie zrna sóje



Sójové zrná na začiatku namáčania.



*Bacillus mycoides* z namáčanej sóje (kolónie na médiu PCA).

← Fotografie na prednej strane obálky:  
Neošetrené sójové zrná po namáčaní (24 h, 25 °C).  
Kolónie plesní zo vzoriek namáčanej sóje na agare DG18.

# TRENDY V POTRAVINÁRSTVE

Ročník XXVI., 2021, č. 1

## Registrácia

ISSN 1336-085X  
MK SR č. 1517/96

## Vydáva

Národné poľnohospodárske  
a potravinárske centrum  
Výskumný ústav potravinársky  
Priemyselná 4, P. O. Box 25  
82475 Bratislava 26  
E-mail: riaditel.vup@nppc.sk  
www.nppc.sk

## Redakčná rada

Ing. Zuzana Nouzovská  
Ing. Martin Polovka, PhD.  
Ing. Stanislav Baxa, PhD.  
Ing. Eva Kacliková, CSc.  
RNDr. Tomáš Kuchta, DrSc.  
Ing. Blanka Tobolková, PhD.  
Ing. Angela Světlíková  
doc. Ing. Stanislav Šilhár, CSc.

Vyšlo v júni 2021

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

## NEPREDAJNÉ



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE  
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM  
VÝSKUMNÝ ÚSTAV  
POTRAVINÁRSKY

## OBSAH

<b>Aktuálne trendy v aromatizovaní potravín</b> Sádecká, J.	3
<b>Komplexné spracovanie hrozna a minimalizácia priemyselného odpadu vo vinárstve</b> Baxa, S. a kol.	7
<b>Umelé mäso – mýtus alebo realita?</b> Kolek, E.	9
<b>Nanotechnológie ako sanačné metódy environmentálnych záťaží v poľnohospodárstve</b> Jendrišáková, S.	13
<b>Nanotechnológie v potravinárstve</b> Dimitrov, F.	15
<b>Potenciál nanotechnológií v poľnohospodárstve</b> Rogožníková, A. – Pollák, Š.	17
<b>Potenciál bioaktívnych látok na úrovni nanotechnológií</b> Rogožníková, A.	20
<b>Sušenie mouční červi – bezpečná potravinu</b> Tobolková, B.	22
<b>Mikrobiologická bezpečnosť jedlého hmyzu ako novej potraviny</b> Rešková, Z. – Koreňová, J.	24
<b>Tepelne ošetrované múky – nový trend vo výrobe bezpečných produktov</b> Ciesarová, Z. a kol.	25
<b>Objektívne hodnotenie farby plodov rakytníka v čase dozrievania</b> Kukurová, K. a kol.	27
<b>Analýza pevnosti a elasticity šupky plodov rakytníka pomocou analyzátora textúry</b> Kukurová, K. a kol.	29
<b>Chlorečnany a chloristany v ovocí a zelenine</b> Horváthová, J.	30
<b>Bobuľové ovocie ako zdroj aminokyselín</b> Horváthová, J. a kol.	32
<b>Charakterizácia plodov rakytníka počas zberu</b> Jelemenská, V. a kol.	35
<b>Využitie mobilných aplikácií v boji proti plytvaniu potravinami</b> Skláršová, B.	37

<b>Nové trendy pri ochrane viniča</b> Jankura, E.	39
<b>Bezpečnosť sušených datlí</b> Kuchta, T. – Minarovičová, J.	41
<b>Šetrné spôsoby eliminácie bakteriálnych kontaminantov z olejnatých semien</b> Koreňová, J. – Kuchta, T.	43
<b>Zefektívnenie sérotypizácie salmonel využitím veľkokapacitného sekvenovania DNA</b> Kuchta, T. – Koreňová, J.	44
<b>Ako správne nastaviť dobu trvanlivosti potravinárskych výrobkov</b> Minarovičová, J. – Koreňová, J.	46
<b>Súčasný možnosti mikrobiálnej degradácie plastových obalov</b> Kuchta, T. – Koreňová, J.	47
<b>Akútne zdravotné riziká spojené s prítomnosťou kyanogénnych glykozidov v surových marhuľových jadrách a vo výrobkoch z nich získaných</b> Světlíková, A. – Šalgovičová, D.	49
<b>Aktualizácia hodnotenia rizika niklu v potravinách a pitnej vode</b> Šalgovičová, D. – Světlíková, A.	51
<b>EÚ plánuje zmeny v označovaní potravín</b> Giertlová, A.	53
<b>Úloha EFSA pri schvaľovaní nových potravín na európskom trhu</b> Bartošová, L.	54
<b>Dužistopka sladká – japonský hrozienkový strom</b> Bartošová, L.	55
<b>„Zelené“ metódy extrakcie polyfenolov z biomasy bobuľového ovocia</b> Janotková, L. a kol.	56
<b>Biologicky aktívne polyfenoly z odpadových produktov spracovania repy a ich zdravotné benefity</b> Potočnáková, M. a kol.	58



## AKTUÁLNE TRENDY V AROMATIZOVANÍ POTRAVÍN

Jana Sádecká

Medzi kľúčové faktory vo výžive človeka patrí senzorická kvalita potravy. Definovaná je prítomnosťou aróma-aktívnych zlúčenín, ktoré sú nositeľmi chuťových a vonných vlastností potraviny a majú pre konzumenta rozhodujúci vplyv na jeho subjektívne vytváranie si celkového dojmu o konkrétnej potravinárskej surovine alebo pokrme, s priamymi dôsledkami na jeho dlhodobý nutričný status.

Problém technologicky spracovaných potravinárskych surovín tkvie spravidla v určitých stratách najmä najprchavejších, resp. termolabilných aróma-aktívnych substancií, ako zložiek ich prirodzených aróm. Tieto straty sú zapríčinené najmä termickou záťažou alebo oxidačno-redukčnými reakciami prebiehajúcimi v potravinách. Časť prirodzených aróm potravinárskych produktov sa tak nevratne redukuje alebo stráca.

Aromatizovanie potravín, v kontexte priemyselne produkovaných komodít, sa niekedy javí ako kontroverzná téma z viacerých hľadísk. Zatiaľ čo pridané zmesi aróma-aktívnych zlúčenín (arómy) môžu byť veľmi žiadanou zložkou mnohých inovatívnych funkčných potravín, napríklad tých so zníženým obsahom soli, nežiaducich tukov alebo sacharidov a zvýšeným obsahom zdraviu prospešných látok, nezriedka bývajú aj súčasťou potravinárskych produktov, ktoré vynikajú nadbytkom soli, „tuku a cukru“ a prepožičiavajú im „neodolateľnú“ chuť, často ako súčasť výrobného tajomstva.

Dodnes bolo v prírode identifikovaných okolo 10 000 aróma-aktívnych zlúčenín, priemyselne sa využíva asi 2 500 z nich. Ako východiskové zdroje pre prípravu aróm sa používajú:

- suroviny rastlinného alebo živočíšneho pôvodu určené pre ľudskú konzumáciu,
- suroviny rastlinného alebo živočíšneho pôvodu, ktoré sa bežne ako potraviny nekonsumujú,
- aróma-aktívne zlúčeniny získavané chemickou syntézou.

Aróma-aktívne zlúčeniny rastlinného a živočíšneho pôvodu sa získavajú rôznymi fyzikálno-chemickými izolačnými metódami, predovšetkým destiláciou, extrakciou alebo lisovaním. Pokiaľ nie je k dispozícii dostatok východiskových surovín alebo izolačné procesy sú príliš finančne náročné, ponúka sa možnosť produkcie aróm pomocou biotechnologických postupov. Syntetické aróma-aktívne zlúčeniny sú výsledkom chemickej syntézy, pričom svojou štruktúrou môžu byť identické s prírodnými zlúčeninami, alebo môžu mať aj úplne jedinečnú chemickú štruktúru, ktorá sa v prírode nevyskytuje.

V minulosti sa vývoj a výroba aróm sústreďovali tradične na vonné zlúčeniny alebo zmesi prchavých látok, charakteristické pre unifikované arómy dodávané producentom potravín. Títo doplnili do konkrétnej potraviny ďalšie prísady, ovplyvňujúce jej celkovú chuťnosť, najmä soľ a osladzujúce alebo okysľujúce substancie. V súčasnosti sa priemysel aróm sústreďuje, kvôli potrebám a možnostiam trhu, na komplexnejšie profily aromatizujúcich zmesí. Tieto

**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 25, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: jana.sadecka@nppc.sk

musia zohľadňovať nielen atribúty prchavých vonných, ale i chuťových a aj neprchavých zložiek špecificky prispôbených konkrétnemu potravinárskemu výrobku. Pridané arómy môžu mať v potravinách okrem dodania alebo zvýraznenia chutnosti v priebehu celej doby trvanlivosti výrobku i niekoľko ďalších funkcií - môžu pomáhať udržať prijateľnú chuť produktov so zníženým obsahom tuku, cukru alebo soli. Pridané arómy môžu tiež kompenzovať nedostatok prírodných surovín ako napríklad exotické alebo sezónne ovocie. Taktiež umožňujú producentom potravín prinášať zákazníkovi širokú škálu produktov s variabilitou chutí a vychádzať v ústrety rôznym preferenciám.

### Kompozícia aromatizujúcich zmesí – novodobá „alchymia“?

Počet identifikovaných prirodzene sa vyskytujúcich aróma-aktívnych zlúčenín v individuálnej potravine je spravidla prekvapujúco vysoký: v jahodách je to približne 200, v jablkách 300 a v praženej káve 1 000 aróma-aktívnych substancií. Kedysi sa predpokladalo, že na základe identifikácie a izolácie všetkých zložiek individuálnych aromatizujúcich zmesí bude možné zreprodukovať a zrekonštituovať akúkoľvek arómu. Potvrdilo sa však, že záležitosť je oveľa zložitejšia ako sa zdá, keďže nie každá aróma-aktívna zložka arómy prispieva rovnakým podielom ku konkrétnemu celkovému vnemu jej chutnosti. Na základe kalkulácie podielu koncentrácie individuálnej zložky aromatickej zmesi k jej senzorickej odozve sa predpokladá, že pre celkový vnem adekvátnej chutnosti akejkoľvek požívateľiny je potrebných iba 20 až 30 tzv. kľúčových aróma-aktívnych zlúčenín. Pritom niektoré zlúčeniny, z hľadiska ich nízkeho koncentračného zastúpenia v aromatizujúcej zmesi zdanlivo „nepodstatné“, môžu byť pre kompozíciu arómy absolútne prioritné. Správne „vystaviť“ a „vyladiť“ kvalitnú aromatizujúcu zmes nie je vôbec jednoduché. Pozícia „vývojára aróm“ („flavourist“) zahŕňa okrem vedeckej činnosti i výraznú angažovanosť v marketingu takto špecializovaných spoločností, ba priam „umenie“ vytvárať pre zákazníka konkrétnu špecifickú arómu.

Arómy používané v potravinárskom priemysle sú zmesi, ktoré môžu byť zložené z 30 ale niekedy až 100 navzájom vhodne skombinovaných komponentov. Finálne arómy sú zvyčajne vysoko koncentrované a absolútne nepožiteľné, arómy dostupné v maloobchode určené pre oblasť cukrárstva sú niekoľkonásobne zriedené. Všeobecne, 1 g arómy postačí zvyčajne na aromatizovanie 1 kg produktu (obsah 0,1 %). Keďže arómu tvorí spravidla iba 10–20 % aróma-aktívnych zlúčenín a až 80–90 % pomocných prídavných látok, pripadá na 1 kg produktu len 0,01–0,02 % aromatizujúcich substancií. Potravinárske prídavné látky v aromatizujúcich zmesiach majú rôzny technologický účel, týkajúci sa skladovania, riedenia, rozpúšťania alebo stabilizácie. Sú povolené v rámci platnej legislatívy. Patria sem:

- **rozpúšťadlá a nosiče** pre udržanie uniformity a optimálneho rozpúšťania, ako i integráciu v potravinovej matrici, indiferentné k technologickému spracovaniu (napríklad alkohol, škrob alebo laktóza),
- **antioxidanty** na ochranu niektorých substancií, predovšetkým zložiek esenciálnych olejov (rastlinných silíc),
- **sekvestranty** na zabránenie katalytickej aktivity niektorých kovových iónov a následnej oxidácie,
- **konzervanty** zabraňujúce mikrobiologickej aktivite v niektorých arómach,
- **emulgátory** na uľahčenie homogenizácie aróm a zlepšenie ich inkorporácie do potravinovej matrice,
- **kyseliny, zásady a soli** na optimalizáciu pH,
- **protihrudkujúce látky** pre zlepšenie konzistencie práškových aróm,
- **extrakčné rozpúšťadlá**, prítomné v limitovanom množstve ako reziduá prírodných extraktov (pokiaľ samotné rozpúšťadlo nie je súčasťou arómy).

### Fyzikálna typológia aróm

Z fyzikálneho hľadiska sa v súčasnosti najčastejšie používajú tieto typy aróm:

- **kvapalné arómy** – okrem aromatizujúcej zložky obsahujú aj rozpúšťadlá (tento typ aróm sa delí na rozpustné v tukoch a rozpustné vo vode),
- **emulzné arómy** – obsahujú zmes aróma-aktívnych substancií, ktoré sú zapracované v emulziách typu olej/voda, používajú sa najčastejšie pri výrobe nealkoholických nápojov so základom alebo ako korenisté emulzie na ochutenie mäsových výrobkov,
- **práškové arómy** – koncentrovaná aróma je nanosená na povrchu práškoveho nosiča typu soľ, škrob alebo sacharóza,
- **práškové zapuzdrené (sprejovo sušené) arómy** – vyrábajú sa z vodných emulzií potravinárskych polymérov (napr. arabská guma), v ktorých je dispergovaná kvapalná aróma. V sprejovej sušiarňe sa potom rýchlo odparí voda, vzniknú drobné kvapôčky aróma-aktívnych látok, ktoré sú zapuzdrené v mikrokapsuliach polyméru. Tento typ aróm je veľmi stabilný. Uplatňujú sa predovšetkým v produkcii dehydrovaných a instantných výrobkov (práškové nápoje, polievky, omáčky alebo pudinky). Aróma sa uvoľní až po pridaní vody a rozpustení polymérneho puzdra.

Z iného hľadiska možno arómy rozdeliť na:

- **tresti** – liehové roztoky aróm,
- **aromatické oleje** – roztoky aróm v jedlých olejoch, triacetíne alebo podobných rozpúšťadlách,
- **aromatické koncentráty a kompozície** – zmesi účinných aróma-aktívnych substancií bez použitia rozpúšťadiel,
- **emulzné arómy, aromatické pasty alebo práškové arómy** – chuťové a vonné zlúčeniny zakotvené na nosičoch,
- **enkapsulované (zapuzdrené) arómy** – chuťové a vonné substancie inkorporované do tuhých nosičov, vyznačujúce sa spravidla postupným uvoľňovaním, chránené pred degradáciami zmenami.

Všeobecne, prídavné látky do potravín, arómy nevynímajúc, majú konzumentovi prinášať benefity. Okrem toho majú uľahčovať výrobu, prípravu a skladovanie potravín. Pritom účelom ich použitia nemá byť maskovať negatívne efekty použitia nekvalitných východiskových surovín alebo neprimeraných výrobných postupov, vrátane nehygienických praktík, alebo iných neprípustných operácií.

### Priemyselná produkcia aróm „dneška a zajtrajška“

V porovnaní s inými odvetvami potravinárskeho priemyslu možno charakterizovať globálny priemysel produkcie aróma-aktívnych substancií ako vysoko špecializovaný, dynamický, inovatívny, súťaživý až s dravou dávkou rivality. Finančný ročný obrat je v tomto odvetví vo výške desiatok až stoviek miliárd dolárov, pričom má tendenciu rasti predovšetkým v krajinách ako Brazília, India, Čína, Mexiko, Indonézia, Južná Afrika a Turecko. Svetový trh s aromatickými substanciami, respektíve arómami a vôňami (označovaný ako „flavourings & fragrances“, pretože zahŕňa i kozmetický priemysel) je ovládaný zhruba 10 hlavnými spoločnosťami spomedzi asi 400. Tieto sa podieľajú významnou mierou na vývoji nových progresívnych technológií produkcie a testovania aróm. Niektoré z nich dokonca vlastnia botanické záhrady s tisíckami druhov rastlín nielen pre účely výskumu, ale i na produkciu základných surovín, ako sú napríklad citrusové plody, vanilka, verbena alebo levanduľa a iné.

### Globálne trendy zohľadňujúce individualitu krajiny a regiónu

Priemysel aromatických látok zostáva veľmi komplexný a špecifický pre konkrétnu krajinu alebo región, pričom v prípade potravinárskej produkcie kopíruje trendy vo vývoji trhu s balenými potravinami a nápojmi. S prihliadnutím na konkrétne kategórie produktov, na globálnom trhu s arómami dominujú nealkoholické a alkoholické nápoje, po nich nasledujú

mliečne výrobky. Čo sa týka mliečnych výrobkov, globálny trh produkcie aróm sa snaží priňať konzumentovi jedinečný pôžitok z inovatívnych produktov, kombinujúcich tradičné chute ako vanilka, čokoláda, jahoda, marhuľa, s netradičnými až exotickými príchuťami typu lesná jahoda, černica, hruška-baza, brusnica-hruška, rebarbora-jahoda, figa-slivka, figa-limetka, granátové jablko-malina, broskyňa-mango, marakuja, ananás-kokos alebo brusnica-ovos-quinoa.

Čo sa týka nápojov, v 80. či 90. rokoch 20. storočia všeobecne dominoval záujem o chuť pomarančov, citrónov, jablák, jahôd a ich zmesí. Vedľa toho dominovali v 80. rokoch marhule, hrozno a višne, kým v 90. rokoch to bola chuť čokolády, malín, koly a ovocného punču. Po roku 2000 sú preferované káva, mango, zelený čaj a ananás. Pokračuje i záujem o príchuť čučoriedok, medu, mrkvy, jogurtu, smotany, kiwi, hrušiek, melónov a mäty. Čoraz väčšiu popularitu si získavajú aj netradičnejšie ovocné zmesi z exotických kombinácií, napríklad fejchoa-mango alebo fejchoa-granátové jablko.

V rámci akejkoľvek individuálnej potravinárskej komodity možno pozorovať v preferencii príchuť značné rozdiely v závislosti od geografickej lokality. Napríklad arómy vareného mäsa sú obľúbenejšie v Číne než v Európe či USA, kde dominujú arómy pečeného mäsa. Napriek všetkým regionálnym zvláštnostiam však zostáva všadeprítomná vôňa konzumentov objavovať nové príchute, podobne ako je to v prípade aktuálnych trendov v globálnom cestovnom ruchu a vôli ľudí po poznávaní nových situácií na osi „zábava – exotika – dobrodružstvo – pôžitok“. Jednou z kľúčových schopností priemyselnej produkcie aróm na lokálnej úrovni je preto identifikovať vhodné obdobie pre inkorporáciu novej exotickej príchute do hlavného sortimentu. Na druhej strane musia byť zohľadnené aj prania konzervatívnych konzumentov, ktorí preferujú skôr tradičné chute a vône „domova, nostalgie a detstva“.

### Aktuálne výzvy

Vývojové trendy globálneho trhu s potravinami, definované atribútmi dnešnej doby ako sú zdravie, zdravý životný štýl („wellness“), prírodný pôvod surovín a pohodlná príprava pokrmu („convenience foods“) vedú k vývoju inovatívnych produktov, pričom kladú nové nároky na ich chutnosť a funkčnosť. Priemysel aromatických substancií a aróm sa angažuje vo vývoji kvalitných produktov so značkou „prémiová kvalita“, ktoré majú konzumentovi umožniť vychutnávať si v pohodlí domova pokrmy na vysokej senzorickej úrovni s dôrazom na pocit „autenticity, nadčasovosti a nostalgie“. Zároveň slúži k diferenciacii privátnych značiek, a teda k udržaniu pozornosti konzumenta, ktorý je ochotný zaplatiť za vyššiu kvalitu viac. Na druhej strane sa potravinársky priemysel dneška sústreďuje aj na ekonomicky výhodné produkty zamerané na spotrebiteľov s nižšími príjmami. Nízkonákladové arómy preto dnes taktiež zaznamenávajú zvýšený dopyt. Predpokladá sa, že spotrebiteľia budú venovať príprave jedla v roku 2025 iba hodinu denne, so stúpajúcou tendenciou uprednostňovať naozaj kvalitné polotovary a produkty s pohodlnou prípravou. Tieto napriek tomu, že budú hotové za krátky čas, budú musieť svojimi senzorickými vlastnosťami zodpovedať kvalite porovnateľnej s tradične pripravenými pokrmami. To sa dá dosiahnuť len veľmi ťažko bez použitia prídavných aróm.

Téma „zdravie a wellness“ zaujala veľmi dôležité miesto i v priemysle aromatických substancií, ktorý sa snaží udržať stále atraktívnu chuť a vôňu i v produktoch so zníženým obsahom cukrov, tukov alebo soli. Najčastejšie sa v tomto prípade používajú výraznejšie druhy aróm. Jedným z vývojových trendov zostáva tiež potenciál aromatizovania funkčných potravín, napríklad sú to aromatizované funkčné oleje na ochutenie jedál a ako alternatíva výživových doplnkov. V tejto súvislosti sú príkladom mliečne výrobky s prídavkom fytoosterolov, ktoré by boli nie vždy uspokojujúce po senzorickej stránke, podobne ako rybí olej bohatý na omega-3-mastné kyseliny alebo špeciálne produkty na báze sóje. Táto minca má však aj druhú stranu, keďže nadmerná konzumácia pokrmov s obsahom aróm, predovšetkým rôznych „convenience“ produktov a pochutín, prispieva k nárastu obezity v populácii. Vzhľadom



na multifaktoriálnu povahu obezity ale nemožno hovoriť o kauzálnom vzťahu medzi zvyšovaním hmotnosti a prítomnosťou aróma-aktívnych substancií v potravinách. Moderný výskum sa pohráva s myšlienkou, že práve naopak, určité arómy v potravinách by mohli sprostredkovať pocit sýtosti. Potravinárske výrobky novej generácie by teda možno nemuseli mať prívlastok „nízkokalorický“, ale skôr „nepodporujúci apetít“.

Čo sa týka fenoménu „prírodnosti a autenticity“, bio-produktové rady a 100% prírodné arómy majú neustále stúpajúci trend. Vylúčenie aditív a konzervačných látok zostáva momentálne ústredným atribútom v rámci rôznych produktových kategórií, prezentovaných v kontexte línie „bezpečnosť – kvalita – udržanie prírodných zdrojov – autenticita“.

Predpokladá sa, že v budúcnosti bude kladený väčší dôraz na etiku i v produkcii aróm a témy ako „fair-trade“, detská práca, ekológia a získavanie surovín z rozvojových krajín budú viac akcentované vo vývoji a marketingových stratégiách výrobcov. Je tiež možné, že nastanú určité výhrady voči používaniu exotických príchuť v industrializovaných krajinách sveta a sprísnia sa pravidlá označovania zložiek aróm vzhľadom na isté religiózne obmedzenia (halal, kosher a pod.), kvôli obsahu alkoholu ako dôležitému rozpúšťadlu pre mnohé súčasné arómy.

#### 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.

## KOMPLEXNÉ SPRACOVANIE HROZNA A MINIMALIZÁCIA PRIEMYSELNÉHO ODPADU VO VINÁRSTVE

Stanislav Baxa – Eugen Kiss – Kristína Kukurová – Martin Polovka – Stanislav Šilhár

Vinárska výroba má na Slovensku aj v Maďarsku bohatú tradíciu vzhľadom na vhodné klimatické podmienky v regióne. Realizácia cezhraničného projektu Interreg V-A SKHU/1802/3.1/023 je zameraná na inovácie a využitie vedľajších produktov vznikajúcich v technologickom procese spracovania. Na výskumnom pracovisku NPPC ÚP Biocentra v Modre prebieha vývoj nových prototypov potravinárskych výrobkov z hroznových výliskov, ktoré sú bohatým zdrojom mnohých aromatických látok, farbív a nutrične cenných látok.

V súčasnosti je u spracovateľov najviac rozšírené využitie hroznových šupiek a výliskov z hrozna na výrobu prírodných farbív. V rámci projektu sa testovali ďalšie možnosti komplexného využitia tejto cennej suroviny a minimalizácie vznikajúceho odpadu. Po premývaní hroznových výliskov bol získaný vodný extrakt s obsahom zvyškových sacharidov, ktorý už síce nie je vhodný na výrobu kvalitného vína, ale je dobrým substrátom pre fermentáciu na výrobu vínneho octu. Tento druh výrobku je známy najmä v zahraničí, no aj v našich krajinách si získava svojich priaznivcov, a to nielen kvôli jemnej vôni a delikátnej chuti, ale aj priaznivým zdravotným účinkom. V rámci projektu boli optimalizované podmienky postupu

**Stanislav Baxa, Eugen Kiss, Kristína Kukurová, Martin Polovka, Stanislav Šilhár**, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

*Korešpondencia:*

Ing. Stanislav Baxa, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P.O. Box 25, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: stanislav.baxa@nppc.sk

spracovania suroviny v podmienkach výrobcu teritoriálneho akčného plánu TAPE „Food Industry“, ktorou je firma AEH spol. s r. o.

Ďalší stupeň v rámci inovačného spracovania výliskov z hrozna predstavuje separácia premytých výliskov na šupky a semená. Každá z týchto frakcií obsahuje množstvo zdraviu prospešných látok, ktoré majú veľký potenciál na ďalšie zhodnotenie. Od ideového zámeru je už iba malý krok k naplánovaniu pokusov a keď nastal čas ooperačiek, aj k ich praktickej realizácii (Obr. 1). Pri realizácii experimentov sme však narazili na niekoľko problémov. Pri ich riešení sme sa zamerali na identifikáciu ich vplyvu na samotný proces výroby a výslednú kvalitu výrobkov. Ako kľúčové sa ukázali stupeň vylisovania hrozna (vplyv na sorpciu vody pri extrakcii), prítomnosť cudzích telies pri výliskoch zo strojového zberu a taktiež stupeň poškodenia semien pri použití závitkového lisu. Časť získaného extraktu sme použili na fermentáciu na víno a časť na zahustenie na „hroznový med“, ktorý predstavuje tiež jednu z možností finalizácie získaného extraktu. Ak spomíname zahusťovanie ovocných štiav a extraktov, už v blízkej budúcnosti budeme môcť využívať nový zdroj pary, zakúpený z prostriedkov projektu SKHU/1802/3.1/023. Tento vyvíjač pary nahradí dosluhujúci 2000 kg plynový kotol na paru, ktorého prevádzka bola neefektívna nielen z hľadiska výkonu, spotreby plynu a tvorby emisií, ale hlavne neumožňoval priamu aplikáciu pary do potravín v poloprevádzkových podmienkach za účelom overovania technológií v potravinárskom priemysle.

Poznatky získané pri vývoji inovácií komplexného spracovania hrozna budú v rámci projektu prezentované formou školení nielen pre zúčastnených podnikateľov v projekte Interreg V-A, ale pod záštitou Európskeho združenia územnej spolupráce RDV Tatabánya v Maďarsku budú tieto školenia dostupné pre širokú verejnosť, študentov, odborníkov aj podnikateľský sektor v celom slovensko-maďarskom cezhraničnom regióne.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj 2007-2013 pre projekt „Priemyselný výskum procesov získavania prírodných látok pre funkčné potraviny“ (ITMS 26220220177) s využitím zariadení získaných implementáciou projektu „Dobudovanie centra pre inovácie a prenos vedy do praxe v oblasti potravinárstva“ (ITMS 26210120037).



**Obr. 1.** Extrakcia hroznových výliskov v poloprevádzkových podmienkach NPPC VÚP Biocentrum Modra (na obrázku Ing. E. Kiss a doc. Ing. S. Šilhár, CSc.).

## UMELÉ MÄSO – MÝTUS ALEBO REALITA?

Emil Kolek

Celosvetová populácia dnes predstavuje približne 7,3 miliárd obyvateľov a do roku 2050 by podľa odhadov mala prekročiť 9 miliárd. Organizácia pre výživu a poľnohospodárstvo (FAO) predpovedá, že v roku 2050 bude na uspokojenie dopytu rastúceho počtu obyvateľov potrebných o 70 % viac potravín, pričom dochádza k obmedzeniu zdrojov a ornej pôdy. Aj keď spotreba mäsa v rozvinutých krajinách klesá, jeho globálna spotreba rastie, pretože spotrebitelia nie sú vo všeobecnosti ochotní znížiť svoju spotrebu mäsa, najmä v krajinách ako sú Čína, India a Rusko. Pritom populácia strednej triedy v týchto krajinách viac vyhľadáva luxusnejšie výrobky ako je mäso alebo iné živočíšne produkty (napríklad syry a mliečne výrobky). Preto v ostatnom čase prichádzajú na trh nové druhy výrobkov, ako napríklad umelé a hybridné mäso.

Hybridné mäso sa pripravuje pridaním rastlinných prísad ako sú strukoviny, zelenina, zrná či hriby v pomere k mäsu približne 1 : 1, čím sa vytvorí hybridný mäsový výrobok, ktorý je z časti rastlinný a zároveň aj mäsový. Súčasne na príprave umelého mäsa (tiež nazývané in vitro, kultivované alebo laboratórne vypěstované mäso) ako dobrá alternatíva pre spotrebiteľov, ktorí chcú byť zodpovednejší k zvieratám i životnému prostrediu, ale nechcú zmeniť svoje stravovacie návyky. Z uvedených dôvodov je cieľom tohto príspevku kritický prehľad súčasných poznatkov v predmetnej oblasti so zameraním na problémy, ktoré predtým neboli dobre, resp. vôbec opísané.

### Výroba kultivovaného mäsa a definovanie rizík

Veľkovýroba svalových buniek v kultivačnom tanku je založená na schopnosti nediferencovaných kmeňových buniek fenomenálne sa množiť, ale môžu sa tiež transformovať na rôzne typy buniek, ako sú svalové bunky a tukové bunky. Jedna takáto bunka môže vyprodukovať až  $10^{14}$  ďalších buniek. Tieto sa prirodzene spájajú a vytvárajú myotubuly, ktoré nie sú dlhšie ako 0,3 mm. Tento kúsok svalu sa môže rozmnožiť až na viac ako bilión vlákien. V natívnom tkanive sú bunky spojené s komplexnou sieťou molekúl, ktorá sa nazýva extracelulárna matrica. Táto poskytuje fyzickú podporu bunkám a vysiela signály, ktoré regulujú chovanie a vývoj buniek. In vitro je bežné, že je sklo Petriho misky podporujúce bunkovú kultúru potiahnuté proteínmi extracelulárnej matrice, ako sú laminín alebo fibronektín. Tieto proteíny na podporu bunkovej adhézie sa tiež môžu doplniť do kultivačného média. Vlákna sú omývané živinami, pričom sa mechanicky ťahujú, čím sa dosahuje ich zväčšenie a zvýšenie obsahu bielkovín. Počas tohto procesu sú bunky udržiavané v monitorovanom prostredí, ktoré replikuje teplotu v tele kravy, aby sa urýchlila tvorba takéhoto laboratórne pestovaného mäsa. Zástancovia umelého mäsa uvádzajú, že technológia výroby umelého mäsa umožní znížiť množstvo chovaných a usmrcovaných zvierat, predovšetkým hovädzieho dobytku.

Uvedený proces má však aj významné nevýhody. Aby sa v kultivačnom médiu dosiahla čo najvyššia výťažnosť je potrebné FBS. Táto nenápadná skratka označuje fetálne bo-

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

*Korešpondencia:*

Ing. Emil Kolek, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 25, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: emil.kolek@nppc.sk

vinné sérum. Niekedy sa namiesto FBS používa označenie FCS, jedná sa však iba o slovičkárne, keď výrobca miesto „bovine“ (hovädzí) používa označenie „calf“ (teľací). Sérum sa získava z plodov gravidných kráv. Tie sa potom buď utratia, alebo sa ich plod napichuje a vysáva sa mu krv pokiaľ je ešte v maternici, prípadne sa teľa vykrví po cisárskom reze. O tejto skutočnosti sa jeho výrobcovia radšej nezmieňujú. Okrem toho je toto sérum drahé a do značnej miery ovplyvňuje výrobné náklady na mäso. Hoci podrobnosti autori projektu neuvádzajú, zo skúseností iných laboratórií možno predpokladať, že médium sa bunkám vymieňa zhruba raz za tri dni, nakoľko dochádza k odčerpaniu živín a k vylučovaniu produktov metabolizmu. Pri dobe kultivácie potrebnej k rozmnoženiu kmeňových buniek a ich premene na plnohodnotné svalové bunky to trvá približne osem týždňov, čo si vyžaduje štrnásťkrát vymeniť živnú pôdu. V prípade veľkovýroby v bioreaktoroch o veľkosti bazénov to znamená slušný počet gravidných kráv, respektíve ich nenarodených teliat, pretože tieto nemajú oveľa viac krvi, než novorodenci rodu *Homo*. Je veľkou záhadou, ako sa vyrovnávajú ochrancovia zvierat s tým, čo propagujú. Pre objektivitu je však potrebné spomenúť, že kultivácia sa dá realizovať aj bez použitia FBS s využitím kultivačného média na báze rastlinných zložiek, avšak na úkor optimálnych výsledkov kultivácie. Ak sa podarí tento problém vyriešiť v priemyselnom meradle, mohlo by sa umelé mäso stať v budúcnosti konkurencieschopným z hľadiska výrobných nákladov a etiky zvierat v porovnaní s bežným mäsom z hospodárskych zvierat.

Zároveň je potrebné zdôrazniť, že živný roztok na množenie živočíšnych buniek je okrem toho samozrejme živnou pôdou pre nežiaduce plesne, kvasinky či baktérie. K tomu, aby sa obmedzila mikrobiálna kontaminácia, je nutné dodávať do živného roztoku antibiotiká. Ďalšou vecou je, že nešpecializované bunky treba kultivovať na bunky svalové, čo je možné pri umelej výrobe len s využitím rastových hormónov či anabolických steroidov. Pri živých zvieratách rastie sval do jatočnej veľkosti roky. V bioreaktoroch od tých istých buniek chceme, aby to bolo za niekoľko týždňov, čo bez využitia uvedených látok nie je možné. Ktoré látky a v akých množstvách sa používajú, to už výrobcovia nezmieňujú. Kým použitie rastových hormónov a anabolických steroidov je u zvierat pre konvenčnú výrobu mäsa v Európskej únii zakázané (na rozdiel od niektorých iných častí sveta), výrobcovia umelého mäsa spadajú pod jurisdikciu priemyslu a veterinárny zákon sa na nich nevzťahuje. Podstatné samozrejme je, aby tieto látky nepredchádzali do finálneho výrobku.

FBS, antibiotiká a hormóny však nie sú jedinými zložkami živného média. Aj keď jeho úplné zloženie nebolo zverejnené, celkom iste v ňom bude voda a v nej rozpustené anorganické soli. Soli sú zdrojom nevyhnutných iónov a hrajú významnú úlohu z hľadiska zaistenia vhodného pH (väčšinou pH 7,2–7,4) a osmotického tlaku. Najzákladnejšie ióny obsiahnuté v médiách sú  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ . Súčasťou média sú esenciálne látky pre rast buniek a zdroj energie vo forme sacharidov (väčšinou glukózy), aminokyseliny (esenciálne i neesenciálne), vitamíny a stopové prvky. Bunky sa nezaobídu bez prídavku inzulínu a glukagónu, pretože inak nie sú schopné využiť prítomnú glukózu. Ďalšou dôležitou látkou je transferín, a to kvôli príjmu železa a selénu, ktoré sú nevyhnutné pre správnu funkciu oxidačno-redukčných enzýmov. Ďalšie nevyhnutné súčasti média sú lipidy, cytokíny, peptidy, proteíny extracelulárnej matrice a nukleozidy. Niektorí výrobcovia kultivačných médií udávajú prídavok bližšie nešpecifikovaného množstva proteínov ako napríklad fibrinogénu, ktorý sa po aktivácii mení na fibrín. Jeho vlákna slúžia bunkám ako „výstuž“. Ďalšou prídavanou látkou býva merkaptotetanol, ktorým sa znižuje oxidačný stres a bunka ho využíva aj ako zdroj síry. Je však ťažké optimalizovať všetky zložky média tak precízne, aby sa bunky „cítili ako doma“. Množstvo dôležitých doplnkov, ktoré bunky potrebujú, ešte nie je známe, a tak sa neznalosť obchádza prídavkom už spomínaného séra FBS.

Zástancovia umelého mäsa tvrdia, že je bezpečnejšie ako bežné mäso vzhľadom k tomu, že umelé mäso sa vyrába v prostredí plne kontrolovanom výskumníkmi alebo výrobcami bez iného organizmu, zatiaľ čo bežné mäso je súčasťou zvierťa v kontakte s vonkajším



svetom, hoci každé tkanivo (vrátane svalov) je chránené pokožkou a/alebo sliznicou. Skutočne, bez akýchkoľvek tráviacich orgánov a teda bez akejkoľvek potenciálnej kontaminácie pri zabíjaní nemajú kultivované svalové bunky rovnakú príležitosť stretnúť sa s črevnými patogénmi, ako sú *Escherichia coli*, *Salmonella* alebo *Campylobacter*, ktoré sú každý rok zodpovedné za milióny ochorení spotrebiteľov. Aj pri výrobe umelého mäsa je však potrebné venovať veľkú pozornosť mikrobiologickej bezpečnosti, predovšetkým pri finalizácii spotrebiteľských balení.

### Porovnanie vplyvu na životné prostredie s konvenčným poľnohospodárstvom

Výroba umelého mäsa sa považuje za ekologickú, pretože má produkovať menej skleníkových plynov v porovnaní s konvenčnou výrobou mäsa, najmä z prežúvavcov. Niektorí klimatológovia dokonca tvrdia, že z ich hľadiska je vegetarián s Hummrom (autom so spotrebou 30 l/100 km) lepší než bicyklista, ktorý konzumuje mäso. Tento typ porovnania je však predmetom polemík, je neúplný a skreslený. Existujú totiž postupy, ktorými je možné množstvo metánu znížiť napr. zmenou zloženia krmnej dávky kráv a oviec, čím dochádza k zníženiu produkcie metánu až o 40 %. Podobne má veľký vplyv aj spôsob spracovania vyprodukovaného hnoja, napríklad prídavkom zeolitov, respektíve úpravou pH hnoja prídavkom kyseliny sírovej. Komplexne sa problémom vplyvu prípravy umelého mäsa na klimatické zmeny zaoberali J. V. Lynch a T. R. Pierrehumbert, ktorí v roku 2019 publikovali článok „Climate impacts of cultured meat and beef cattle.“ Tvrdia, že v prvom rade sa ukázalo, že metán produkovaný prežúvavcami nie je v skutočnosti tak zásadným problémom. Hoci má metán rádovo vyšší vplyv na skleníkový efekt v porovnaní s CO<sub>2</sub>, jeho dlhodobý efekt nie je kumulatívny – metán vydrží v atmosfére asi 12 rokov. Príspevok hovädzieho dobytku v porovnaní s umelým mäsom je síce vyšší, avšak jeho otepľovací účinok má tendenciu klesať. Na druhej strane otepľovanie v dôsledku dlhovekého plynu CO<sub>2</sub> z umelého mäsa bude pretrvávať. Koľko skleníkových plynov sa uvoľní pri výrobe potrebných substrátov výživného roztoku, energií potrebných na prevádzku biorektorov, autoklávov a sterilizátorov na udržiavanie vysokosterilného prostredia, ako i na filtráciu vzduchu a klimatizáciu výrobných priestorov dosiaľ nik nezverejnil.

V roku 2009 uverejnili F. Keppler a kol. v časopise Nature článok „Methane emissions from terrestrial plants under aerobic conditions.“ Mimoriadne závažným zistením je, že doterajší predpoklad, podľa ktorého väčšina metánu z prírodných zdrojov v zemskej atmosfére pochádza z biologických procesov v anaeróbnom prostredí, nezodpovedá realite. V uvedenej štúdií sa za použitia stabilných izotopov uhlíka zistilo, že metán vzniká tiež in situ v suchozemských rastlinách za aeróbnych podmienok ako vedľajší produkt rozkladu metylfosfonátu. Počas inkubačných experimentov v laboratóriu a v teréne boli pozorované významné emisie metánu z intaktných rastlín aj z oddelených listov. Na základe štúdií možno odhadnúť produkciu metánu pre živé rastliny na 62–236 Tg/rok a 1–7 Tg/rok pre rastlinný odpad (1 Tg = 10<sup>12</sup> g). Tento novo identifikovaný zdroj vysvetľuje neočakávane vysoké hladiny skleníkového plynu metánu v tropických lesoch. To má zároveň závažné dôsledky pre globálnu bilanciu metánu a mohlo by vyžadovať prehodnotenie úlohy prírodných zdrojov metánu v minulých klimatických zmenách.

Nakoniec je potrebné zvážiť nasledovnú skutočnosť. Ak budú zvieratá odstránené a nahradené umelým mäsom, dôjde k strate množstva služieb pre hospodárske zvieratá. Systémy chovu hospodárskych zvierat totiž plnia množstvo funkcií. Okrem dodávania bielkovín pre ľudskú populáciu zabezpečujú aj hnojenie a kultiváciu pôdy, rozširujú biodiverzitu, poskytujú príjem vidieku a tým podporujú veľkú časť vidieckych spoločenstiev na svete. Hospodárske zvieratá produkujú nielen mäso, mlieko a vajcia, ale aj vlnu, vláknu a kožu. Poskytujú tiež spoločensko-kultúrne služby vrátane turistických podujatí, ako je sezónny presun zvierat a výrobkov ako sú napríklad syry. Toto je zvlášť významné pre Slovensko. Keď máme temer prázdne maštale a zarastené lúky, hovoriť o umelom mäse nie je aktuálne.

### Senzorické vlastnosti umelého mäsa

Pre spotrebiteľov budú pravdepodobne najväčším problémom senzorické vlastnosti umelého mäsa. Málo sa otvorene hovorí, že umelým rozmnožením svalových buniek nie je možné získať niečo, čo by chutilo ako roštenka, sviečková či močing. Umelé mäso nemá bunky prepojené vláknami kolagénu dodávajúcemu mäsu pevnosť a pružnosť, nie je pre-rastené tukom a nemôže mať mramorovanie, ktorého si gurmáni v hovädzom mäse cenia najviac. Bol by niekto ochotný konzumovať napríklad steak z umelého mäsa?

Umelé mäso nemá ani hladkosvalové vlákna kapilár, tepien a žiliek, sieť s vláknami kolagénu, a všetko to, čo robí guláš gulášom. Produktom kultivácie je belavá kaša, dobrá tak akurát na hamburgery. A to sa ešte musí dofarbiť (napr. štavou z červenej repy), lebo v rozmnožených svalových bunkách sa nenachádza myoglobín (svalový analóg hemoglobínu). Chýbajúca textúra sa niekedy rieši prídavkom strúhanky. Ak chceme mať v produkte tuk, musíme ho tam dodať, alebo v nejakom inom bioreaktore časť buniek nasmerovať inými stimulmi, aby namiesto svalových buniek vznikali tukové bunky. Objavili sa dokonca pokusy pridávať definované množstvo tuku do svalovej hmoty pomocou 3D tlačiarňí. Lenže tuk nie je len jeden. Ak by sme chceli chuťovo získať niečo, čo sa veľmi podobá klasickému mäsu, museli by sme kultivovať mnoho typov buniek v primeraných proporciách a teda vo viacerých bioreaktoroch so špecifickými programami a požiadavkami na „kŕmenie“. Navyše senzorická kvalita mäsa sa líši medzi jednotlivými druhmi zvierat (bravčové, hovädzie, hydinové) a v rámci druhu aj medzi plemenami, pohlaviami zvierat a podľa veku (mladými či dospelými býkmi, jalovicami a kravami v prípade hovädzieho dobytku), podmienkami chovu (v závislosti napríklad od miesta chovu) a hlavne medzi svalmi s iným anatomickým umiestnením. Stále je teda potrebné optimalizovať mnoho zložitých procesov, aby sa umelé mäso stalo atraktívnejším pre spotrebiteľov, ako je to viac-menej v prípade všetkých nových potravinových výrobkov. Toto všetko sa odrazí na cene výrobku. Ale aj keby sme na cenu nehľadeli, tak o konzistencii vhodnej na sviečkovú na smotane alebo vysokej roštenke na steak sa hovoriť nedá, lebo na základe súčasných možností bude výsledkom len akási sekaná.

### Aspekt náboženstva a etiky

Umelé mäso, ako každá nová technológia, vyvoláva množstvo etických, filozofických a náboženských otázok. Náboženské autority stále diskutujú o tom, či je umelé mäso kóšer (konzumovateľné podľa židovských stravovacích zákonov), halal (pre moslimských konzumentov v súlade s islamskými zákonmi), alebo či v ňom nie je zviera dostupné pre rituálne praktiky (hinduistickí spotrebiteľia).

Pokiaľ ide o židovské náboženstvo, rabínsky názor je rôzny. Niektorí si myslia, že umelé mäso možno považovať za kóšer, iba ak boli pôvodné bunky odobraté zo zabitého kóšer zvierťa. Iní predpokladajú, že zo zdroja buniek použitých na výrobu kultivovaného mäsa určite stratili svoju pôvodnú identitu. Výsledok preto nemožno definovať ako „zakázaný na konzumáciu“.

Pre islamskú komunitu je zásadnou otázkou, či je umelé mäso v súlade s islamskými zákonmi pre „halal“ alebo nie. Keďže kultivácia mäsa je vynálezom poslednej doby, tradiční islamskí právnici, na ktorých sa moslimovia často odvolávajú, nikdy nehovorili o svojom halalskom štatúte. Preto sa tejto misie chopili súčasní islamskí právnici. Halalový stav kultivovaného mäsa je možné vyriešiť identifikáciou zdroja buniek a sérového média použitého pri kultivácii umelého mäsa. Umelé mäso sa považuje za halal, iba ak sa kmeňové bunky extrahovali z halal zabitého zvierťa a pri tomto postupe sa nepoužíva krv ani sérum. Z tohto hľadiska je pri výrobe halal umelého mäsa potrebné vyhnúť sa použitiu séra, ktoré je potenciálne „nečisté“.

Spomeňme ešte raritu, ktorá by sa iba nedávno zdala nepredstaviteľná. Richard Dawkins, významný britský zoológ, etológ, evolučný biológ a militantný propagátor ateizmu, napísal prostredníctvom Twitteru, že takto by sa mohlo vyrábať aj ľudské mäso a „konečne by

sa mohlo prelomiť tabu okolo kanibalizmu“. Dawkins sa teda zjavne pokúsil prelomiť tabu kanibalizmu obídenním mechanizmu tzv. Overtonovho okna. Týmto pojmom sa označuje sofistický proces ovplyvňovania ľudského vedomia, pomocou ktorého sa pôvodne spoločensky neakceptovateľné myšlienky stávajú postupne všeobecne akceptovateľné. Príkladov z minulosti i zo súčasnosti je viac ako dosť. Ostáva len dúfať, že táto zvrhľá myšlienka nebude nikdy realizovaná.

Záverom možno konštatovať, že výskumné projekty týkajúce sa umelého mäsa majú zatiaľ obmedzený rozsah, jeho vývoj je stále v začiatkoch. Produkt sa bude neustále vyvíjať v súlade s novými objavmi a technologickými postupmi, ktoré optimalizujú produkciu, kvalitu a efektívnosť bunkového delenia. Treba si počkať, či tento pokrok bude dostatočný na to, aby umelé mäso bolo konkurencieschopné v porovnaní s konvenčným mäsom a so zvyšujúcim sa počtom mäsových náhrad. Tieto úvahy sú však snom vzdialenej budúcnosti a autor tohto článku verí, že sa ich cesty nikdy nepretnú.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, 313011V336 (313V33600010), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## NANOTECHNOLÓGIE AKO SANAČNÉ METÓDY ENVIRONMENTÁLNYCH ZÁŤAŽÍ V POĽNOHOSPODÁRSTVE

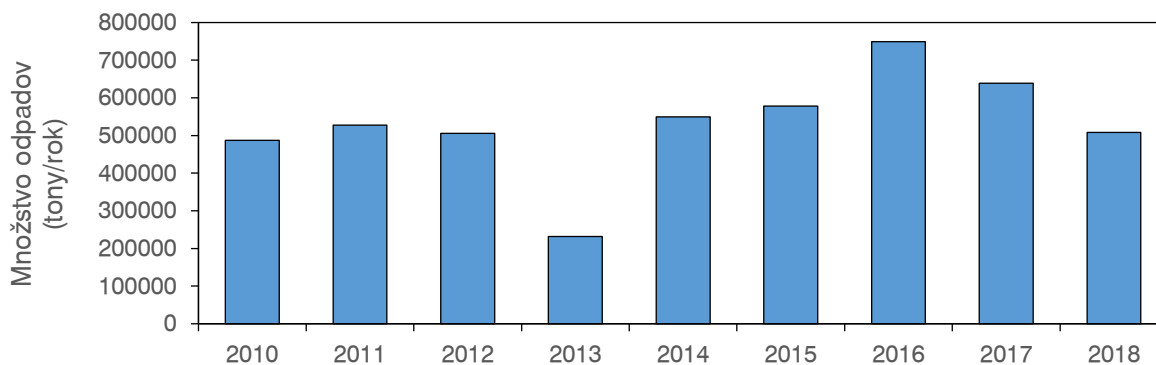
Stela Jendrišáková

Výroba potravín je spracovanie produktov poľnohospodárstva, lesníctva a rybolovu na jedlo a nápoje pre ľudí alebo zvieratá, ktoré začína na pôde. Neželaným sprievodným efektom poľnohospodárskej výroby je tvorba odpadov, ktoré ohrozujú ovzdušie, pôdu a vodné zdroje. Aj napriek rozšíreniu zákona o odpadoch č. 223/2001 Z.z., v roku 2013 o §1 ods. 2 písm. a), podľa ktorého boli z pôsobnosti zákona vylúčené hnoj, slama alebo iný prírodný poľnohospodársky alebo lesnícky materiál, ktorý nevykazuje nebezpečné vlastnosti a pod., produkcia odpadu je stále vysoká (Obr. 1). No oveľa závažnejším problémom sú opustené a rozpadajúce sa poľnohospodárske stavby, ktorých funkciou bolo uskladňovanie odpadov, surovín alebo krmív (napríklad hnojiská, močovkové jamy, silážne jamy), tzv. environmentálne záťaže. Počet identifikovaných environmentálnych záťaží na Slovensku (Obr. 1), ktoré vznikli ako dôsledok zo živočíšnej a rastlinnej výroby je podľa údajov Registra environmentálnych záťaží k 26.2.2021 v počte 16. Ďalej počet environmentálnych záťaží, ktorých pôvodom sú nefunkčné poľnohospodárske stavby, je až 47. Environmentálna záťaž je definovaná ako úroveň znečistenia, kedy nemožno vylúčiť negatívne účinky na zdravie človeka alebo jednotlivé zložky životného prostredia (napríklad prírodné zdroje, ekosystémy), teda priamo ohrozujú pôdu a vodné zdroje, pričom sú rizikom pre zdravie bezpečnú poľnohospodársku výrobu. Technologické postupy a techniky doteraz používané v sanácii následkov environmentál-

**Stela Jendrišáková**, Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Banská Bystrica.

*Korešpondencia:*

Ing. Stela Jendrišáková, PhD., Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva NPPC, Mládežnícka 36, 97421 Banská Bystrica. E-mail: stela.jendrisakova@nppc.sk



**Obr. 1.** Produkcia odpadov z poľnohospodárskej činnosti v rokoch 2010–2018.  
(Zdroj: Enviroportál, 2021)

nych škôd sú náročné ekonomicky, technologicky, ale aj z hľadiska času potrebného na ich úkony.

Nanomateriály a nanotechnológie sú v súčasnosti pokladané za perspektívne na odstraňovanie environmentálnych záťaží. Podľa definície Európskej chemickej agentúry (ECHA) sú nanomateriály chemické látky alebo materiály s veľkosťou častíc od 1 nm do 100 nm. Z dôvodu špecifického zväčšenia plochy povrchu k objemu častíc môžu mať iné vlastnosti ako chemicky identické materiály, ktoré majú väčšie častice. Špecifikom nanočastíc oproti väčším časticiam z toho istého materiálu je, že vykazujú niektoré efekty kvantových rozmerov. Fyzikálno-chemické vlastnosti nanomateriálov (magnetické, optické, elektrické, tepelné alebo mechanické) sa preto môžu odlišovať od vlastností veľkoobjemových látok alebo od častíc väčšej veľkosti. Podľa normy ISO/TS 80004-1:2015 sú nanomateriálmi materiály s akýmkoľvek vonkajším rozmerom vo veľkosti nanometrov alebo s vnútornou štruktúrou alebo povrchovou štruktúrou v rozsahu nanometrov. Technológie sanácie envirozáťaží sú založené na špecifických vlastnostiach nanočastíc a nanomateriálov. Je ich možné použiť na odstraňovanie širokého spektra znečisťujúcich látok, napríklad ťažkých kovov, uhľovodíkov a aj halogénovaných organických zlúčenín.

Nanotechnológie sa môžu uplatniť ako sanačné metódy environmentálnych záťaží. V tomto prípade sa nanomateriály v procesoch dekontaminácie pôdy a vody cielene pridávajú do sedimentov pôdy alebo do povrchových vôd a následne transformujú konkrétne kontaminanty na menej škodlivé alebo neškodné látky. V odstraňovaní environmentálnych záťaží sú spomedzi nanomateriálov v súčasnosti najčastejšie využívané nanoadsorbenty, nanovlákná, nanokompozity a nanokatalyzátory. Nanovlákná a nanokompozity sú využívané ako membránové systémy s efektívnejšou priepustnosťou membrán, sú mechanicky a tepelne stabilnejšie, odolnejšie voči znečisteniu a disponujú novými funkciami na degradáciu kontaminantov. Používajú sa pri filtrácii vody. Nanokatalyzátory majú uplatnenie ako fotokatalyzátory na čistenie odpadových vôd, odstraňovanie kovov a niektorých organických znečisťujúcich látok. Nanoadsorbenty majú extrémne veľký povrch a veľkú kapacitu sorpčných miest. Sú vyvinuté na báze uhlíkových alebo kovových nanomateriálov a aplikácia týchto materiálov je vysoko účinná na adsorpciu organických polutantov a odstraňovanie kovov. Nanotechnológie sa používajú tiež na dekontamináciu pôdy, keď využívajú špecifické vlastností nanočastíc a nanomateriálov, ich vysokú reaktivitu a veľký povrch, čo im umožňuje odstrániť široké spektrum kontaminantov metódou pasívneho pôsobenia in situ. Pasívne in situ metódy využívajú materiály mikro- či nanoúrovne, ktoré sú cielene pridávané do sedimentov, pôdy alebo do povrchových vôd a transformujú konkrétne kontaminanty na menej škodlivé alebo neškodné látky. Pri dekontaminácii vôd sú efektívnejšie nanomateriály s vyšším



adsorpčným povrchom a navyše s úpravou povrchu inkorporovaním špecifických funkčných skupín. Ide o materiály na báze oxidov kovov, dendrimérov alebo zeolitov. Napriek tomu, že veľkosť častíc zeolitov je oveľa väčšia ako nanorozmery, ich použitie sa považuje za aplikáciu nanomateriálov, pretože ich póry majú molekulárne rozmery veľkosti 0,4 nm až 1 nm. V ich prípade môže objem pórov predstavovať až 50 % objemu materiálu. Zeolity sa využívajú najmä ako sorbenty, molekulárne sitá a katalyzátory. Prírodný zeolit vykazuje pomerne veľký merný adsorpčný povrch (30–60 m<sup>2</sup>/g). Pre svoj dokonalý mikropórovitý systém kanálov a dutín sú zeolity považované za vynikajúce molekulové sitá. Tieto vlastnosti predurčujú zeolit ako vhodný materiál pre syntézu nových adsorbentov, ktoré majú schopnosť odstraňovať nežiaduce kontaminanty z vôd. S rozvojom nanotechnológií však prichádza aj nové využitie umelých zeolitov so skutočnými nanorozmermi, samostatnými monokryštálmi s rozmermi menšími ako 100 nm.

V súčasnosti sa však stretávame aj s názormi, že nanoštruktúry môžu predstavovať zvýšené riziko ohrozenia zdravia a životného prostredia. Syntetizované nanočastice môžu byť aj rizikom nielen kvôli svojim rozmerom (čím sú častice menšie, tým hlbšie môžu do organizmov preniknúť), ale zároveň aj vzhľadom na ich katalytické vlastnosti, ktorými ovplyvňujú prirodzené fyziologické procesy. Riešením je používať materiály, ktoré sa dostatočne rýchlo a bez vedľajších negatívnych efektov odbúravajú, čo sú výzvy pre ďalší výskum.

#### 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.

## NANOTECHNOLÓGIE V POTRAVINÁRSTVE

Filip Dimitrov

So zvýšenou produkciou potravín prichádzajú otázky, ako ich zachovať dlhšiu dobu čerstvé, bezpečnejšie a pokiaľ možno, čo najviac zachovať ich výživovú hodnotu. Jedným z riešení, ktoré ponúka súčasná doba, sú nanotechnológie. Prieskum verejnej mienky čo sa týka potravín vyrobených za pomoci nanotechnológií ukázal, že názor mnohých ľudí je ovplyvnený hlavne benefitmi využitia takýchto technológií. Participanti predchádzajúcich prieskumov vážali nad kúpou samotných potravín vyrobených pomocou nanotechnológií. Na strane druhej, potravinové obaly vyrobené takýmito metódami sú vnímané pozitívne. Obavy z použitia takejto technológie sú pochopiteľné a otázka ich bezpečnosti a legislatívy je stále otvorená.

Nanotechnológie sú vedeckou disciplínou, ktorá sa zaoberá produkciou, charakterizáciou, výrobou a manipuláciou s časticami, ktoré sú menšie ako 100 nm a majú veľký reakčný povrch. Takéto častice prejavujú špecifické biologické, chemické a fyzikálne vlastnosti, majú vysokú stabilitu a prípade antimikróbne vlastnosti. Nanočastice zlata, striebra, oxidu zinočnatého a oxidu titaničitého sa začínajú produkovať vo veľkých množstvách pre ich potenciál

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

*Korešpondencia:*

Ing. Filip Dimitrov, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, 82475 Bratislava 26. E-mail: filip.dimitrov@nppc.sk

pri výrobe obalov, vzdušných filtrov, deodorantov, zubných pást, farieb a iných produktov. Záujem o využitie takýchto materiálov v praxi sa pomaly dostáva do popredia, lebo nanotechnológie ponúkajú alternatívne možnosti pri spracovaní produktov, ktoré vzbudili záujem mnohých priemyselných odvetví. Menovite ide o farmaceutický priemysel, elektrotechniku, biotechnológie, sanitačné technológie, spracovanie odpadu a potravinárstvo nie je výnimkou. V prípade potravín má ich aplikácia potenciálne benefity v takmer všetkých fázach spracovania, od vstupnej suroviny až po zabalený produkt. Vzhľadom k faktu, že nanotechnológie sú pomerne nová disciplína, ktorá ešte nemá preskúmané pozitíva a negatíva, tak sa k nej pristupuje s opatrnosťou hlavne pri otázke jej zavedenia do života konzumenta.

Najprv bolo využitie nanotechnológií v potravinárstve pomerne limitované, ale postupne sa otvorili nové možnosti ich využitia v oblasti bezpečnosti, balení, produkcie potravín a produkcie ingrediencií. Potraviny prechádzajú spracovaním a kým sa dostanú k spotrebiteľovi podliehajú rôznym zmenám, ktoré môžu znižovať ich kvalitu. Nanotechnológie ponúkajú spôsoby, akými by sa tieto procesy dali kontrolovať, odmerať a upravovať v prospech konzumenta.

Nanotechnológie nachádzajú uplatnenie vo všetkých fázach spracovania potravín. Využitie nachádzajú pri zvýšení bezpečnosti výroby, preprave, detekcii neželaných mikrobiálnych patogénov, ako obalové materiály, pri monitorovaní kvality a trvanlivosti produktov.

Veľký potenciál majú nanomateriály pri „transporte“ a ochrane funkčných molekúl. Takýmito molekulami sú vitamíny, antibiotiká, potravinové farbivá, antioxidanty, stabilizátory a iné. Tieto zlúčeniny sú extrémne citlivé na degradáciu a preto musia byť chránené. Pomocou techník nanodisperzie a nanoenkapsulácie sa funkčné molekuly obalia pomocou biopolymérov a vytvoria sa tak enkapsulované častice. Tieto častice predstavujú vhodný spôsob ako prepraviť funkčné molekuly na určené miesto. Nanokapsuly slúžia ako extrémne malé nosiče, ktoré ochránia napríklad vitamíny pred nepriaznivými podmienkami žalúdka dobytka. Vitamíny tak nestratia svoju biologickú aktivitu pred tým, než sa dostanú do tenkého čreva, kde sú následne vstrebané. V závislosti od spôsobu prípravy a výberu enkapsulačného média sa dajú kontrolovať rôzne vlastnosti nanokapsúl (veľkosť, povrch, hrúbka a permeabilita povrchovej membrány atď.).

Jedným z pilierov potravinárskej výroby je aj snaha, aby tovar, ktorý je prezentovaný spotrebiteľovi, bol dostatočne chránený pred vonkajším prostredím pomocou kvalitného obalového materiálu. Obalové materiály na báze nanomateriálov ponúkajú vyššiu kvalitu v porovnaní s bežnými obalmi, môžu obsahovať látky, ktoré predlžia dobu trvanlivosti potraviny (napr. postupe uvoľňujú konzervačné látky), alebo slúžia ako nanodetektory. Obal, ktorý obsahuje detekčné látky, môže reagovať na prítomnosť nežiaducich mikroorganizmov a produktov ich metabolizmu, a tým varovať dodávateľa a aj spotrebiteľa pred potravinou, ktorá je závadná. Výhodou nanosenzorov je, že nepotrebujú laboratórne prostredie alebo komplikované diagnostické metódy. Vedia teda podať spotrebiteľovi informáciu o stave produktu v danom čase. Ovocie, zelenina, mäso a vajčka sú potraviny dennej spotreby, ktoré treba spotrebovať čo najskôr predtým, než sa pokazia. Taktiež predstavujú možné riziká v prípade prenosu mikroorganizmov, produktov ich metabolizmu a iných rizík. Nanomateriály s antimikrobiálnou úpravou môžu inhibovať rast mikroorganizmov, čím sa zaistí mikrobiologická bezpečnosť potravinárskych výrobkov.

Zaujímavá je aj potenciálna aplikácia nanotechnológií v procese spracovania potravín za účelom úpravy farby, textúry a chuti. Bežný konzument sa pri výbere potravín riadi vzhľadom produktov, ktoré sú v ponuke predajní. Avšak tieto kvalitatívne vlastnosti sú často ovplyvnené pri spracovaní, hlavne pri snahe o čo najvyššiu bezpečnosť. Nanočastice  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{SiO}_2$  a amorfný oxid kremičitý sa používajú ako aditíva, ktoré upravujú spomínané kvalitatívne vlastnosti. Tieto úpravy nie sú novinkou pri spracovaní potravín, ale zdokonalením už používaných praktík za účelom zvýšenia ich efektivity a potenciálneho zníženia množstva aditív na dosiahnutie požadovaných vlastností. Aplikácia nanotechnológií v potravinárstve

v mnohých prípadoch nezasahuje do procesov spracovania, ale optimalizuje už zaužívané procesy so snahou zvýšiť ich efektivitu a znížiť množstvo pridaných látok.

Okrem prínosu nanotechnológií, ako všetko čo je nové a neprebádané, prichádzajú aj prekážky vo forme otázok o zdravotnej nezávadnosti a iných nepredvídaných následkoch, ktoré sa môžu v budúcnosti objaviť. Obavy z neznámeho sú pochopiteľné hlavne ak ide o extrémne malé častice, ktoré nemajú zdokumentovaný ich plný rozsah účinku na ľudský organizmus. Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA) vydal v roku 2009 vedecké stanovisko „Potenciálne rizika z nanovedy a nanotechnológií pre bezpečnosť potravín a krmív“. V roku 2011 bola vydaná príručka pre posudzovanie rizika z použitia zámerne vyrábaných nanomateriálov v potravinách a krmivách. Jednalo sa o prvý manuál, v ktorom je uvedený praktický návod na určovanie potenciálnych rizík z použitia nanotechnológií v reťazci potravín a krmív. Posudzovanie rizík sa zameriava na potraviny obsahujúce aditíva, enzýmy a arómy, materiály prichádzajúce do styku s potravinami, potraviny nového typu, aditíva do krmív a pesticídy.

Vzhľadom na to, že nanotechnológie sú relatívne novou technológiou, nie je zatiaľ možné posúdiť jej dlhodobé účinky. Vedci a aj regulačné orgány sa snažia o vytvorenie širokospektrálnej legislatívy, ktorá zaručí oprávnenosť a zdravotnú bezpečnosť týchto technológií, a zároveň nebude brzdu pri výskume a vývoji nových metód aplikácie nanotechnológií v priemysle.

#### 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.

## POTENCIÁL NANOTECHNOLÓGIÍ V POĽNOHOSPODÁRSTVE

Alena Rogožníková – Štefan Pollák

Nanotechnológia výrazne preniká do viacerých vedných a hospodárskych odborov. Našla svoje uplatnenie aj v poľnohospodárstve. Zahŕňa schopnosť uplatniť vlastnosti látok, ich molekúl a atómov, čo prináša široké spektrum možností pre prispôbovanie štruktúry produktov na úrovni častíc hmoty veľkosti poriadkovo 1 nm ( $10^{-9}$  m).

Zmena štruktúry látok spôsobuje zmenu ich špecifických vlastností, napríklad jej absorpčnej schopnosti, čo môže byť efektívne využité na podporu produkcie v poľnohospodárstve. Spôsob výroby nanočastíc a dizajnovanie povrchu látok so špecifickými vlastnosťami prináša perspektívy v oblasti biosenzorov, v oblasti cielených systémov riadeného dodávania cenných výživných látok, veterinárnych i farmakologických doplnkových prípravkov. Využitie napríklad technológie riadeného uvoľňovania rastlinám dostupných živín do pôdy

**Alena Rogožníková**, Odbor agrochémie, Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Banská Bystrica; Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra.

**Štefan Pollák**, Odbor horských systémov a techniky, Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Banská Bystrica.

#### Korešpondencia:

RNDr. Alena Rogožníková, RNDr. Štefan Pollák, Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva NPPC, Mládežnícka 36, 97421 Banská Bystrica. E-mail: alena.rogoznikova@nppc.sk, stefan.pollak@nppc.sk



**Obr. 1.** Príprava zariadenia InoSpin na demonštráciu zvlákňovania.



**Obr. 2.** Príprava na elektrostatické zvlákňovanie (electrospinning).

by predchádzalo vzniku environmentálnych záťaží presahovaním pôdných výluhov a eutrofizácii povrchových vôd.

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum v spolupráci s partnermi je členom medzinárodného konzorcia projektu NanoFEED. Podieľa sa na kľúčovom ciele projektu, ktorým je vývoj systémov na dodávanie liekov (doplnkov výživy na báze nanočastíc a mikročastíc) na liečenie porúch výživy hovädzieho dobytka. Projekt sa zameriava na enkapsuláciu potravinárskych prídavných látok na biologickej báze (vitamíny, bielkoviny). Zámerom je vytvorenie prechodu farmaceutík za fyziologických podmienok trávenia zvierat na konkrétne zameranie ich tráviacej sústavy. Pri aplikácii liečiva je vytvorená biologická bariéra s cieľom zabrániť jeho predčasnému metabolizovaniu v bachore zvierat tak, aby došlo k účinnému uvoľňovaniu liečiva v abomaze alebo v tenkom čreve. Inovácia je založená na zapuzdrení liečiva a doplnkov krmiva do polymérnych koaxiálnych nanočastíc a mikročastíc so štruktúrou jadra a obalu, ktorá umožňuje zachovanie biologickej aktivity prenášaných látok až do ich požadovaného uvoľňovania v tenkom čreve.

Projekt NanoFEED má zámer dosiahnuť svoj vedecký cieľ vykonávaním špecializovaných aktivít a prenosom poznatkov z oblasti nanotechnológií. Implementácia projektu prebieha v rámci schémy „Marie Skłodowska-Curie actions“ (MSCA), Research and Innovation Staff Exchange (RISE), ktorou sú podporovaní výskumní pracovníci vo všetkých fázach ich kariéry bez ohľadu na vek a národnosť, oprávnení sú výskumní pracovníci pôsobiaci vo všetkých disciplínach. MSCA tiež vytvára podmienky pre spoluprácu medzi priemyslom a akademickou obcou inovatívnymi školeniami s cieľom zvýšiť zamestnanosť a kariérny rozvoj. Podporované sú formou krátkodobej výmeny pracovníkov medzi akademickými, priemyselnými a obchodnými organizáciami na celom svete. Programom je podpo-





**Obr. 3.** Výsledok elektrostatického sprejovania.



**Obr. 4.** Kontrola nanoštruktúry pomocou elektrónového mikroskopu.

rovaný rozvoj vedomostí, zručností, kariérny rast a vytváranie vzťahov medzi organizáciami pracujúcimi v rôznych odvetviach hospodárstva vrátane univerzít, výskumných ústavov a malých a stredných podnikov.

V rámci demonštrácie molekulárnych mechanizmov boli u projektového partnera InoCure Praha priblížené určité stratégie z oblasti farmakokinetiky a biodistribúcie z hľadiska vývoja nových nanotechnologických prostriedkov a nosičov bioaktívnych látok. Z technologických postupov boli prezentované niektoré základné modely zvlákňovacích systémov, ako sú kapilárne a hladinové. Proces vytvárania jemných vlákien z polymérneho roztoku alebo polymérnej taveniny prebiehal elektrostatickým zvlákňovaním (electrospinning). Zvlákňovanie polymérneho roztoku alebo taveniny prebiehalo pod vysokým napätím (Obr. 1). Elektróda vysokého napätia bola spojená priamo s polymérnym roztokom. Roztok bol následne zvlákňovaný kapilárou (zvlákňovacia dýza). Pôsobením vysokého elektrického napätia medzi špičkou kapiláry a uzemneným kolektorom vznikala na špičke kapiláry tzv. Taylorov kužeľ, z ktorého sa produkovali submilimetrové vlákna. Vlákna tuhli po odparení rozpúšťadla a vytvárali vláknitú vrstvu na povrchu kolektora. V rámci demonštrácie na zariadení InoSpin boli vytvárané vlákna z polymérneho roztoku polyvinylalkoholu. Zostava sa skladala zo zvlákňovacej časti tvorenej tyčovou hladinovou elektródou pripojenou k pozitívnemu zdroju a zásobníku kvapaliny. Pre zber slúžil doskový kolektor s hliníkovou fóliou zapojenou k bodovému negatívnemu zdroju. Softvérovo bol nastavený prietok na 0,5 ml/min pri napätí +20 kV až 10 kV, pričom premennými boli podmienky zvyšujúceho sa napätia a rýchlosti dávkovania (Obr. 2).

Bola uskutočnená tiež demonštrácia elektrostatického sprejovania (electrospraying). V rámci nej boli vytvorené vlákna sprejovaním poloxaméru 188. Sústava sa skladala zo zvlákňovacej časti tvorenej ihlou (G20) pripojenou k pozitívnemu zdroju a zásobníku kvapaliny. Pre zber slúžil doskový kolektor zapojený k plošnému negatívnemu zdroju. Softvérovo bol nastavený prietok na 0,2 ml/min pri napätí +20 kV až 10 kV. Sledovaná bola tvorba vlákien pri premenných podmienkach zvyšujúceho sa napätia a rýchlosti dávkovania. Následne bola nanoštruktúra zosieťovaná pomocou UV žiarenia v priebehu 15 minút (Obr. 3). Odobraná vzorka bola umiestnená na gombíkový terč elektrónového mikroskopu a ošetrovaná zlatou fóliou. Kontrola vytvorených nanoštruktúr, častíc alebo vlákien prebiehala vizuálne aj exaktným meraním (Obr. 4).

Prezentované metódy elektrostatického zvlákňovania a elektrostatického sprejovania sú základnými metódami systému pre vytvorenie nosičov na báze nanočastíc. Umožňujú šetrný prístup napríklad pri aplikácii postrekov, či zlepšenia zdravotného stavu organizmov cieľným transportom veterinárnych liečiv pre zvýšenie efektívnosti chovu a potenciálneho lieče-

nia nedostatkov výživy hospodárskych zvierat. Vzdelávanie a demonštrované metódy boli podnetom na oboznámenie sa s prácou iných odborníkov, na ďalší profesionálny rast účastníkov a budovanie kontaktov pre medzinárodné sieťovanie inštitúcií.

#### 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.

## POTENCIÁL BIOAKTÍVNYCH LÁTOK NA ÚROVNI NANOTECHNOLÓGIÍ

Alena Rogožníková

Prierezové technológie so širokým uplatnením vo viacerých odvetviach rozvoja vo vede, v medicíne, či v poľnohospodárstve na princípe biologického procesu sú jedným z najdôležitejších prostriedkov na plnenie základných fyziologických potrieb človeka. Biotechnológiami sú riešené problémy zabezpečenia napríklad kvalitnou zdravotnou starostlivosťou, zdravou výživou, vhodnými podmienkami pre potravinovú bezpečnosť, či pre zachovanie udržateľného životného prostredia.

Využívanie poznatkov biotechnologických procesov v poľnohospodárstve viedlo k vývoju rastlinných odrôd so zlepšenými kvalitatívnymi a kvantitatívnymi vlastnosťami rastlín (osiva, krmovín), k racionálnemu hospodáreniu, k spoľahlivému výnosu či k zvýšeniu odolnosti rastlín voči chorobám. Cieľom aplikovaného výskumu bolo podporiť požadované vlastnosti organizmu a potlačiť menej vyhovujúce či nežiadúce vlastnosti. Napomáhajú adaptácii organizmov voči klimatickým zmenám, environmentálnym stresom či tvorbe produktov s pridanou hodnotou.

V technologickom zmysle sú využité mikroorganizmy a produkty ich metabolizmu aj v rôznych iných odvetviach. Príkladom môžu byť aktívne kaly pri biologickom čistení vôd, pri výrobe antibiotík, pri výrobe mliečnych produktov (syry, jogurty), pri anaeróbných fermentáciách, rôznych kvasných procesoch (výroba kvasenej zeleniny, fermentácia pri produkcii etanolu) a pri anaeróbnej fermentácii biomasy, kompostovaní. Označenie ferment je odvodené z latinského fermentare, čo znamená vriieť. Súvisí to s oxidom uhličitým, ktorý uniká pri kvasení, robí dojem varu kvasiacej tekutiny. V prírode sa organické látky mineralizujú tak v aeróbných, ako aj v anaeróbných podmienkach. Rozdiel medzi týmito dvoma typmi procesov nie je ani tak vo vstupných organizmoch, ale najmä v ich produktoch. Pri aeróbných podmienkach ide o úplnú mineralizáciu prvkov (napríklad na  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), pri anaeróbných podmienkach vznikajú ako konečné produkty napríklad organické kyseliny octová, mravčia, propiónová, maslová, ďalej alkoholy, ketóny, z plyných produktov  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ . V druhej fáze sa z mastných kyselín vyprodukuje metán. Metán ( $\text{CH}_4$ ) sa uvoľňuje pri rozklade organických zlúčenín bez prístupu kyslíka tým, že mikroorganizmy redukujú organický alebo uhličitanový uhlík. Plyný metán, nazývaný tiež bahenným plynom, stúpa k povrchu, kde sa

**Alena Rogožníková**, Odbor agrochémie, Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Banská Bystrica; Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra.

#### Korešpondencia:

RNDr. Alena Rogožníková, Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva NPPC, Mládežnícka 36, 97421 Banská Bystrica. E-mail: alena.rogoznikova@nppc.sk

môže okysličiť, pri nahromadení hrozí nebezpečenstvo vzplanutia. Táto vlastnosť a jeho výhrevnosť ho predurčujú na energetické využitie a vstupný produkt, z ktorého vzniká, je považovaný za alternatívny zdroj energie.

Biotechnológie sa stávajú potenciálnou možnosťou ekonomického rozvoja pre krajiny v menej priaznivých klimatických podmienkach s nedostatkom potravín, s eróziou pôdy, dezertifikáciou alebo s problémami znečistenia zložiek životného prostredia – pôdy a vody. Pôda je pre človeka jednou zo základných súčastí životného prostredia a vzhľadom na jej úrodnosť je nevyhnutnou podmienkou pre jeho existenciu. Je produktom dlhodobého biofyzikálneho pretvárania hornín, v ktorom prebieha množstvo biologických, chemických a fyzikálno-chemických procesov s vysokým stupňom vnútornej regulácie a citlivosti na okolité prostredie.

Kolobeh základných biochemických procesov v pôde sa odráža od spektra látok, ktoré sú pre mikroorganizmy v prítomnosti enzýmov dispozičným energetickým substrátom. Energiu získavajú mikroorganizmy fotosyntézou a aj chemosyntézou. Slnecnú energiu pútajú pomocou chlorofylových zŕn, umiestnených v ich bunkách. Látky bohaté na energiu premieňajú chemosyntézou a uvoľnenú energiu využívajú na životné pochody. Kvantitatívne rozvrstvenie mikrobiálnej biomasy je vo vertikálnej závislosti, najbohatšie sú povrchové vrstvy pôd do hĺbky 100 mm. Ako jedince (s veľkosťou do 0,1 mm a menšie) sú príliš malé na to, aby ich bolo možné pozorovať voľným okom, v grame pôdy sa môže nachádzať až 10 miliárd organizmov. Mikroorganizmy sa vyznačujú rozmanitosťou, ktorá sa hodnotí ako diverzita na úrovni druhov i na úrovni génov. Štúdie fylogenetické a funkčnej rozmanitosti využívajú náročné analytické metódy na úrovni RNA a DNA. Metabolickou mnohostrannosťou sa vyznačujú najmä jednobunkové mikroorganizmy (vírusy, baktérie, kvasinky, prvoky a riasy). Mikroorganizmy prijímajú živiny celým povrchom tela, pričom sa v prvom rade uplatňuje difúzia. Je to fyzikálny jav, pri ktorom roztoky a plyny rôzneho zloženia, ktoré sú bezprostredne v styku s povrchom bunky, vyrovnávajú svoje koncentrácie.

Skupina jednobunkových prokaryotických mikroorganizmov, napríklad magnetotaktické baktérie, syntetizujú magnetické nanominerály železa ako proteínový kofaktor viacerých metabolických ciest. Syntetizovaním minerálnych kryštálov železa špecifickou skupinou proteínov v organelách viazaných na membránu sa vytvárajú magnetozómy. Nimi dokážu baktérie (veľkosti približne 200 nm) reagovať na geomagnetické pole Zeme a fungujú ako malé kompas (1 cm = 10 000 000 nm). Reťazovite usporiadané magnetozómy pozdĺž bunky polarizujú bakteriálnu bunku na magnetický dipól, čím umožňujú bičíkom na bunke reagovať na svoju polohu a správať sa ako pohyblivé anaeróby. V aeróbnom prostredí sa nachádza železo vo forme železitého katiónu, v anaeróbnom podpovrchovom prostredí, kde chýba kyslík, sa nachádza vo forme dvojvácneho železnatého katiónu.

Poznatky o zmenách vlastností organických i anorganických látok vplyvom fyzikálno-chemického spracovania mikro- alebo nanomateriálov v oblasti biologickej aplikácie sú základom pre vývoj nových systémov v oblasti potravinárstva, priemyslu, zdravotnej i veterinárnej starostlivosti. Bunkovým kultúram, emulgácii, výrobe nanovláken elektrostatickým zvláňovaním a tepelnej stabilizácii sa venovali pracovníci NPPC v rámci programu výmeny pracovníkov v oblasti výskumu a inovácií s nadnárodnou mobilitou v rámci projektu NanoFEED financovaného z programu EÚ Horizont 2020 MSCA-RISE-2017.

Hoci sú mikroorganizmy zdanlivo primitívne, hrajú dôležitú rolu v živote vyšších organizmov. Dôležitá je okrem iného ich schopnosť syntetizovať látky vo forme dostupnej pre vyššie pre organizmy. Preto sa veľké výskumné úsilie venuje vývoju mikrobiálnych biotechnológií a ich racionálnej, ekonomicky prínosnej aplikácii.

#### 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.

## SUŠENÍ MOUČNÍ ČERVI – BEZPEČNÁ POTRAVINA

Blanka Tobolková

Hmyz konzumují více jak dvě miliardy lidí, téměř čtvrtina světové populace. Nejvíce je konzumován v Asii, Jižní Americe, Indonésii a Oceánii. Avšak pro většinu Evropanů je myšlenka konzumace hmyzu odpuzivá.

Experti Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) vypracovali soubor vědeckých stanovisek zaměřených na hodnocení bezpečnosti tzv. „nových potravin“. Do této kategorie se řadí potraviny, které se v EU před rokem 1997 nepoužívaly ve významném množství k výživě lidí. Patří sem některé produkty z rostlin, potraviny na bázi řas, potraviny z mikroorganismů a hub, ale i některé druhy hmyzu (např. *Tenebrio molitor* – potemník moučný, *Alphitobius diaperinus* – potemník stájový, *Gryllobates sigillatus* – crvček krátkokřídý). Jako tzv. nová potravina však musí hmyz projít schvalovacím procesem podle nařízení Evropského parlamentu a Rady 2283/2015, než je uveden na trh.

Poprvé však EFSA vydal stanovisko k použití hmyzu jako nové potraviny. V lednu 2021 schválil larvy *Tenebrio molitor*, „moučných červů“, jako bezpečné pro lidskou spotřebu, pokud jsou splněny určité podmínky. Podle tohoto stanoviska musí být hmyz určený ke konzumaci v sušeném stavu, a to buď vcelku, ve formě snacku anebo ve formě prášku jako složky řady dalších potravin. Ve stanovisku jsou uvedené i doporučené maximální množství ve vybraných skupinách potravinářských výrobků (Tab. 1).

**Tab. 1.** Doporučené maximální množství moučných červů určených ke konzumaci ve vybraných skupinách potravinářských výrobků.

Potravinářské výrobky	Maximální množství na 100 g potraviny
Snacky jiné než čipsy a podobné (všechny výrobky na bázi škrobu vyrobené extrudací nebo jinými postupy)	100 g
Proteiny a proteinové složky pro sportovce	10 g
Sušenky	10 g
Pokrmky na bázi luštěnin (všechny pokrmky z luštěnin, přičemž luštěniny jsou hlavní složkou pokrmu)	10 g
Pokrmky z těstovin, nevařené (jakýkoli druh pokrmů z těstovin, neplněné nebo s jakýmkoli druhem náplně, případně i omáčkou)	10 g

Uvedené stanovisko je prvním krokem k zvýšené konzumaci hmyzu v Evropě. Na schválení čeká dalších 14 druhů hmyzu, např. cvrčci, kobyly nebo sarančata. Evropská komise má nyní na základě rozhodnutí EFSA předložit všem členským státům návrh, podle kterého by mohli být mouční červi uvedeni na trh jako potravina pro lidi.

**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, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: blanka.tobolkova@nppc.sk





**Obr. 1.** Chov potměníka moučného (*Tenebrio molitor*) v přepravkách.

Výzkumný ústav potravinářský NPPC v spolupráci se společností Scientica, s. r. o. řeší vědecký projekt „Vybudovanie pilotného zariadenia a vývoj metód masového chovu hmyzu pre potravinárske účely“. Detailně se zabýváme právě moučnými červy, které patří mezi nejvíce chovaný druh jedlého hmyzu v Evropě, hmyzí farmy se nacházejí ve Francii, Nizozemsku nebo Finsku. Z důvodu využití moučných červů v potravinách nebo krmivech byl hmyz zpracovaný do formy prášku. Hlavním důvodem je to, že nižší viditelnost hmyzu v potravě zvyšuje akceptaci takovéto potraviny spotřebitelem. Z našich dosavadních výsledků vyplývá, že nutriční složení moučných červů a barva výsledného produktu se liší v závislosti na vývojovém stádiu, stravě a způsobu zpracování. Průměrný obsah bílkovin se pohybuje v rozmezí 45–70 %, obsah tuků v rozmezí 20–35 %. Na druhé straně, právě bílkoviny přítomné v moučných červech mohou vyvolat potravinové alergie, podle stanoviska EFSA především u osob alergických na koryše a roztoče, proto by měly být možné alergické reakce více prozkoumány. Není vyloučena ani přítomnost alergenů a kontaminantů z krmiv, avšak při dodržení navrhovaného množství a způsobu konzumace uvedeného ve stanovisku je nová potravina obsahující moučné červy bezpečná.

V současnosti se hmyz využívá především jako složka krmiv pro ryby, psy a další domácí mazlíčky, předpokládá se dá jejich využití i při krmení drůbeže nebo prasat. Podle Mezinárodní platformy pro produkci hmyzu jako potraviny a krmiva bude v nejbližších letech využití hmyzu v krmných směsích dominovat – z předpokládané evropské produkce 3 miliónů tun hmyzích bílkovin v roce 2030 má cca 90 % připadnout právě na krmiva.

Nahrazení živočišných zdrojů bílkovin hmyzem má prokazatelné environmentální a ekonomické výhody. Hmyz totiž potřebuje méně krmiva, méně prostoru, produkuje méně odpadu a skleníkových plynů než velkochov skotu nebo prasat. Jako krmivo je možné použít i odpad vznikající ze zpracování ovoce a zeleniny (slupky jablek, mrkve nebo brambor), který by jinak skončil v koši.

I přes zřetelné výhody plynoucí z chovu a konzumace hmyzu, nedaří se úplně vyřešit to, zda budou lidé ochotni konzumovat jedlý hmyz. Podle studie uskutečněné Evropskou spotřebitelskou organizací v 11 zemích EU by pouze 10,3 % spotřebitelů bylo ochotno nahradit maso hmyzem, 76,8 % odpovědělo ne a 12,9 % si nebylo jistých.

#### Poděkování

Tato práce byla podpořená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-17-0538 „Vybudovanie pilotného zariadenia a vývoj metód masového chovu hmyzu pre potravinárske účely“.

## MIKROBIOLOGICKÁ BEZPEČNOSŤ JEDLÉHO HMYZU AKO NOVEJ POTRAVINY

Zuzana Rešková – Janka Koreňová

Chov a konzumácia jedlého hmyzu nemá v európskych kultúrach tradíciu. V posledných rokoch sa však Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA) v súlade s nariadením (EÚ) 2015/2283 zaoberal niekoľkými žiadosťami o posúdenie „nových potravín“ na báze tepelne opracovaných sušených lariev múčneho červa *Tenebrio molitor*. Šlo o celý sušený hmyz ako rýchly pokrm (snack) a o formu prášku ako zložku rôznych potravín.

Jedlý hmyz predstavuje významný zdroj bielkovín, esenciálnych aminokyselín a mikronutrientov ako náhrada ich klasického zdroja, mäsa. Hmyz predstavuje dokonca ekologickejší variant vzhľadom na spotrebu vody či krmiva s menej negatívnym dopadom na životné prostredie. S konzumáciou hmyzu sú však spojené určité riziká v súvislosti s možnou chemickou alebo mikrobiologickou kontamináciou. Z mikrobiologického hľadiska nie sú hmyzie patogény pre človeka nebezpečné a predstavujú teda nízke riziko. Na druhej strane môže byť hmyz prenášačom rôznych baktérií, vírusov či plesní, ktoré majú na človeka škodlivý vplyv. Ide o niektoré patogénne druhy z rodov *Enterobacter*, *Salmonella*, *Klebsiella*, *Erwinia*, *Pantoea*, *Staphylococcus*, *Clostridium*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Haemophilus* a *Spiroplasma*, a tiež o plesne a kvasinky. Dôležité je dodržiavanie hygienických zásad správnej výrobnnej praxe, aby nedošlo k prenosu týchto patogénov a tým k ohrozeniu konzumentov.

Zámerom našej výskumnej práce bolo experimentálne zistiť vplyv zmeny substrátu, z klasického suchého na jablčné a mrkvové šupky, na prítomnosť patogénov počas chovu lariev hmyzu a po ich nasledujúcom tepelnom opracovaní. Počas chovu na všetkých troch substrátoch neboli zaznamenané mikroorganizmy *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Staph. aureus* ani *B. cereus*. Na druhej strane boli pri všetkých substrátoch zachytené baktérie z čeľadi Enterobacteriaceae a Clostridiaceae, ale patogén *Clostridium perfringens* nebol detegovaný. Kvasinky a plesne boli tiež prítomné vo veľkých počtoch. Zmena substrátu nemala výrazný vplyv na zastúpenie mikrobiálnych patogénov, až na baktérie rodu *Salmonella*, ktoré boli zachytené iba pri chove na jablčných a mrkvových šupkách. Po tepelnom opracovaní lariev hmyzu došlo k výraznej redukcii plesní, kvasiniek a baktérií čeľade Enterobacteriaceae až na prípustné hodnoty. Prítomnosť iných mikroorganizmov nebola po opracovaní dokázaná vôbec.

Na našom výskumnom pracovisku sme dokázali prítomnosť viacerých baktérií, kvasiniek a plesní pri chove lariev na rôznych substrátoch. V súlade so závermi EFSA sme však zistili neprítomnosť patogénov vo výsledných tepelne upravených larvách a to bez ohľadu na použitý substrát. Nedošlo ani ku krížovej kontaminácii a konečný produkt bol z mikrobiologického hľadiska bezpečný, čiže nepredstavoval riziko pre konzumentov „nových potravín“.

### Podakovanie

Tato práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-17-0538 „Vybudovanie pilotného zariadenia a vývoj metód masového chovu hmyzu pre potravinárske účely“.

**Zuzana Rešková, Janka Koreňová**, 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 25, 82475 Bratislava 26. E-mail: zuzana.reskova@nppc.sk

## TEPELNE OŠETRENÉ MÚKY – NOVÝ TREND VO VÝROBE BEZLEPKOVÝCH PRODUKTOV

**Zuzana Ciesarová – Kristína Kukurová – Viera Jelemenská – Aleksandra Torbica – Miona Belovic**

V posledných rokoch výrazne vzrastá dopyt spotrebiteľov po produktoch z nepšeničných cereálií, ktoré sú bohaté na vitamíny, minerálne látky, potravinovú vlákninu, najmä beta-glukán, a na antioxidanty, predovšetkým na fenolické látky. Dôvodom zvýšeného záujmu sú jednak spomínané nutričné vlastnosti týchto cereálií, a tiež sú vhodné pre ľudí s celiakiou alebo s intoleranciou na glutén.

Hlavnou prekážkou pre širšie využívanie nepšeničných múk v pekárskej výrobe sú odlišné vlastnosti proteínu nepšeničných cereálií, čo sa odráža v poklese kvality výrobkov z nich pripravených. Na zlepšenie textúry striedky chleba a pečiva je preto potrebné siahnuť po zlepšujúcich prípravkoch – aditívach. Najčastejšie sú to hydrokoloidy, napr. rôzne gummy, alebo proteíny rastlinného alebo živočíšneho pôvodu (srvátka a pod.).

Alternatívou k aditívnym prípravkom môže byť tepelné ošetrenie múk. Pôsobenie mokrého alebo suchého tepla modifikuje vlastnosti proteínov a škrobu nepšeničných cereálií tak, že sú vhodné pre produkciu pekárskych produktov konvenčným spôsobom. Výskumný tím našich partnerov z výskumného centra FINS Univerzity v Novom Sade (Srbsko), ktorý vedie prof. Aleksandra Torbica, skúmal procesy tepelnej a hydrotermálnej úpravy múky z prosa, ciroku, raže a ovsu. Tento postup výroby chleba vyhovujúcej kvality z nepšeničných múk bez aditív je chránený patentom č. P-2016/1205 registrovaným na Úrade priemyselného vlastníctva Srbskej republiky. Srbskí výskumníci pri výrobe chleba zo zmesi jednodruhových múk použili dva spôsoby tepelného ošetrenia: mokré teplo (extrúzia) a suché teplo (praženie). Týmto spôsobom okrem zlepšenia technologických vlastností múky a stabilizácie dosiahli aj podstatné zlepšenie senzorických vlastností hotových výrobkov, a to v dôsledku odstránenia horkej chuti pri ovse a ciroku. Využívanie tepelného ošetrenia múk v pekárskom priemysle na Slovensku je pomerne nová a málo využívaná technológia, pričom detaily tohto procesu sú lepšie zdokumentované pri aplikácii mokrého tepla (zaparovanie, extrúzia) než pre suché teplo (praženie).

Pri využívaní tepelného ošetrenia múk je dôležité upozorniť aj na možné negatíva z hľadiska zdravotnej bezpečnosti, keďže v súčasnosti ešte nie je dostatok vedeckých poznatkov v tejto oblasti. Z pohľadu profesionálneho zamerania nášho výskumného tímu, ktorý sa už bezmála dve desaťročia venuje vzniku a odstraňovaniu kontaminantov vznikajúcich pri spracovaní potravín, je riziková najmä tvorba nežiaduceho akrylamidu. Keďže pre ošetrenie múk suchým teplom sa aplikuje teplota 140 °C po dobu 15 minút, za týchto podmienok je tvorba potenciálneho karcinogénu akrylamidu z prítomnej aminokyseliny asparagín vysoko pravdepodobná. V prípade ošetrenia múky mokrým teplom, extrúzie pri vlhkosti 27 %, má teplotný režim tri zóny: transportná zóna 50 °C, kompresná zóna 120 °C a zóna vytlačenia 220 °C.

**Zuzana Ciesarová, Kristína Kukurová, Viera Jelemenská**, Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.





**Aleksandra Torbica, Miona Belovic**, Univerzita Novi Sad, FINS Ústav potravinárskej technológie, Novi Sad, Srbsko.

*Korešpondencia:*

Ing. Zuzana Ciesarová, CSc., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: zuzana.ciesarova@nppc.sk

Kedže celý proces trvá iba niekoľko sekúnd, tvorba akrylamidu je aj napriek vysokým teplotám výrazne limitovaná. Tento predpoklad sa potvrdil aj stanovením akrylamidu jednak v tepelne ošetrovaných múkach, a tiež v chleboch pripravených z takýchto múk (Tab. 1).

**Tab. 1.** Obsah akrylamidu v tepelne ošetrovaných múkach a v chlebe.

Vzorka	Obsah akrylamidu ( $\mu\text{g/kg}$ )			
	Raž	Ovos	Ciok	Pšeno
MOST	$1\,833 \pm 96$	$1\,951 \pm 4$	$160 \pm 13$	$447 \pm 8$
MOMT	$28 \pm 9$	$17 \pm 1$	$< LOQ$	$< LOQ$
Chlieb	$312 \pm 15$	$190 \pm 18$	$105 \pm 24$	$165 \pm 66$
				

MOST – múky ošetrované suchým teplom, MOMT – múky ošetrované mokrým teplom, LOQ – limit kvantifikácie  $15 \mu\text{g/kg}$ . Chlieb bol pripravený z múk ošetrovaných suchým teplom (MOST) a mokrým teplom (MOMT) v pomere 70 : 30.

(Obrázky sú použité so súhlasom autorov publikácie: Torbica, A. – Belović, M. – Tomić, J.: Novel breads of non-wheat flours. Food Chemistry, vol. 282, 2019, s. 134-140.)

Uvedené zistenia upozorňujú na to, že pri zavádzaní nových technológií je potrebné brať do úvahy jednak benefity, ktoré táto technológia so sebou prináša, a tiež zhodnotiť riziká a ich závažnosť. Pri zjavných benefitoch novej technológie je vhodné uvažovať o možnostiach, ako znížiť potenciálne zdravotné riziko. V prípade akrylamidu existuje už teraz niekoľko možností, ktoré sú k dispozícii v Nariadení Komisie č. 2017/2158, ktorým sa stanovujú opatrenia na minimalizáciu množstva akrylamidu a jeho referenčné hodnoty v potravinách. S poradenstvom a aplikáciou týchto opatrení v mnohých potravinárskych výrobných má náš tím bohaté skúsenosti. V poslednom období bol úspešne overený postup enzymatického ošetrovania nepšeničnej múky asparaginázou v procese extrúzie, z ktorej boli následne vyrobené pufované chlebičky s výrazne nižším obsahom akrylamidu. Tento postup je v súčasnosti chránený podaním prihlášky č. 20214658.5-1105 na Európsky patentový úrad v Ženeve na základe prioritnej prihlášky úžitkového vzoru na Úrade priemyselného vlastníctva SR pod číslom SK/30.12.19/SKU 2032019. Tento prístup môže byť využitý aj pri zavádzaní technológie tepelného ošetrovania nepšeničných múk, ktoré by tak boli nielen stabilné a technologicky výrazne zlepšené, ale z hľadiska tvorby akrylamidu bezpečné.

#### Podakovanie

Tento príspevok vznikol v rámci projektu Agentúry pre podporu vedy a výskumu č. APVV-17-0212, bilaterálneho projektu SK-SRB-18-0035 a srbského kontraktu č. 451-03-9/2021-14/200222, ako aj 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.



## OBJEKTÍVNE HODNOTENIE FARBY PLODOV RAKYTNÍKA V ČASE DOZRIEVANIA

Kristína Kukurová – Zuzana Ciesarová – Viera Jelemenská

Farba plodov je dobrým indikátorom ich zrelosti. Typická farba rakytníka je oranžová, pričom špecifický odtieň je pre jednotlivé odrody charakteristický a pohybuje sa od žltej až po červenooranžovú. Odroda Leikora pestovaná v poľnohospodárskom družstve Tvrdosovce, ktorá sa používa predovšetkým na výrobu šťavy, má typickú svetlooranžovú farbu. Cieľom štúdie bola objektívna analýza farby danej odrody počas dozrievania a matematické vyjadrenie farebných charakteristík v optimálnom čase zrelosti na základe senzorického porovnania v systéme CIELAB.

Zber plodov rakytníka v roku 2020 (Obr. 1) začal v prvej polovici augusta (10. 8. 2020), kedy plody dosiahli oranžovú farbu. Klimatické podmienky a dlhotrvajúce daždivé počasie nepriali dozrievaniu a sfarbovaniu plodov, a preto bol zber úrody od konca augusta (24. 8. 2020) prerušený až do polovice septembra (17. 9. 2020) a následne prebiehal až do konca októbra (26. 10. 2020). Pre porovnanie, v roku 2019 trval zber úrody od konca augusta (26. 8. 2019) nepretržite do začiatku októbra (3. 10. 2019).



**Obr. 1.** Vzhľad plodov rakytníka počas zberu v roku 2020.

Farebný systém CIELAB je definovaný v trojrozmernom priestore, kde parameter  $L^*$  (lightness) predstavuje svetlosť resp. tmavosť farby a pohybuje sa v rozmedzí od čiernej (0 %) po bielu (100 %). Čím je hodnota  $L^*$  nižšia, tým je farba tmavšia. Farebná os parametra  $a^*$  má škálu od zelenej ( $-a^*$ ) po červenú ( $+a^*$ ). Podiel červenej farby narastá s rastúcou hodnotou  $a^*$ . Os parametra  $b^*$  sa pohybuje od modrej ( $-b^*$ ) po žltú ( $+b^*$ ) a zodpovedá „teplote farby“. Matematicky je možné vypočítať ďalšie parametre ako farebný uhol (hue angle) alebo farebnú saturáciu (chroma).

Farba šupiek plodov rakytníka bola meraná priamo z povrchu ako reflektancia pomocou prístroja Color i5 (X-Rite, Nemecko). Používali sme laboratórny stolný spektrofotometer, ale existujú aj prenosné ručné modely vhodné na meranie priamo v teréne. Každý bod na Obr. 2 je priemerom z 10 meraní šupky plodov daného zberu.

**Kristína Kukurová, Zuzana Ciesarová, Viera Jelemenská**, Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

*Korešpondencia:*

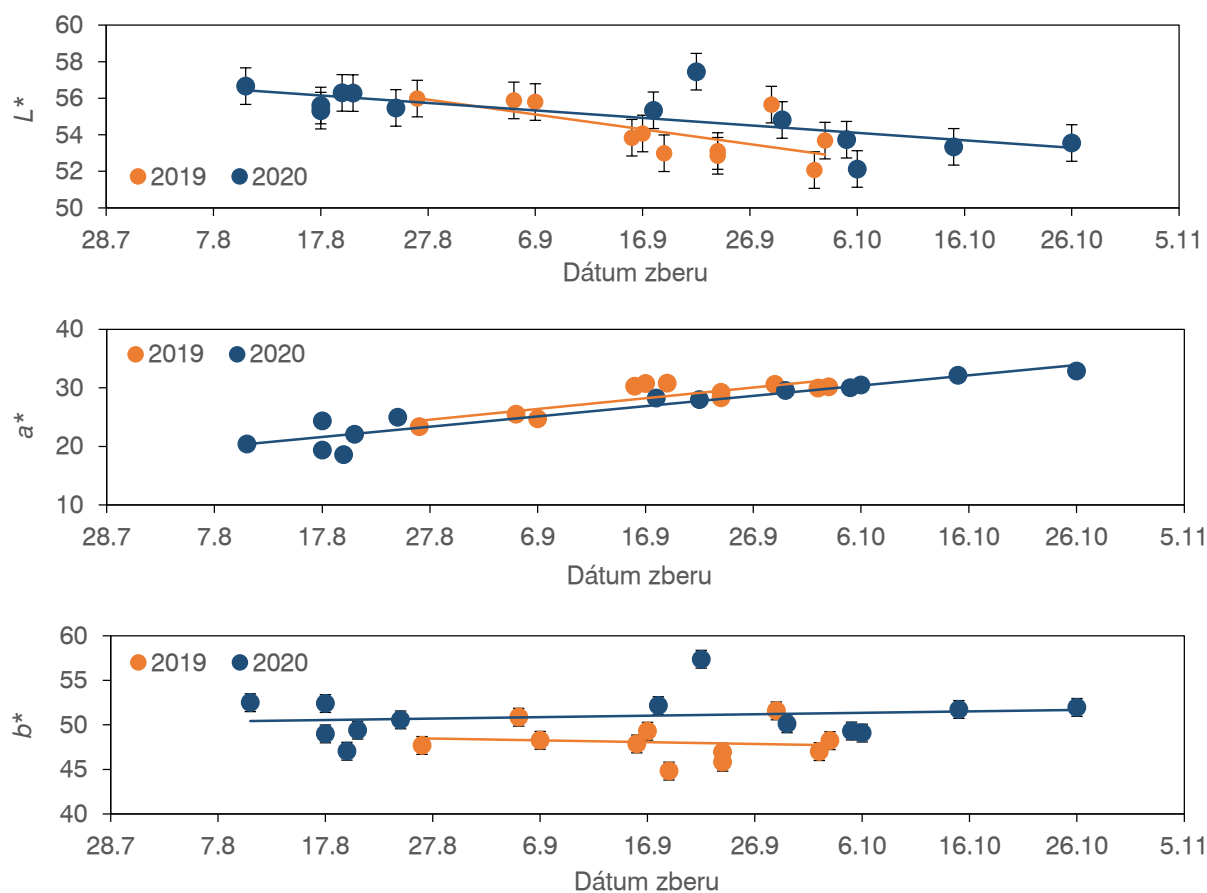
Ing. Kristína Kukurová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: kristina.kukurova@nppc.sk

Počas dozrievania najvýraznejšie narastal podiel červenej farby. Hodnota  $a^*$  mala na začiatku zberu hodnotu 21 a na konci zberu dosahovala hodnotu 33. Optimálny podiel červenej farby plody dosahovali v polovici septembra, kedy bola hodnota  $a^* \geq 30$ . Pre porovnanie, táto hodnota parametra  $a^*$  bola dosiahnutá aj v roku 2019. Svetlosť farby sa počas dozrievania plodov znižovala z hodnoty 57 na hodnotu 54. V optimálnej zrelosti plodov bola hodnota  $L^* \leq 55$ . V roku 2019 bola táto hodnota dosiahnutá už na začiatku septembra, v roku 2020 v polovici septembra. Rozdiely v parametri  $b^*$  počas dozrievania plodov neboli štatisticky významné. Relatívna smerodajná odchýlka spektrofotometrickej analýzy farby plodov bola do 12 % v dôsledku prirodzených rozdielov medzi jednotlivými plodmi v rovnakom čase zberu.

Záverom je možné povedať, že na základe dvojročnej spektrofotometrickej analýzy môžeme za objektívne kritérium optimálneho stupňa zrelosti plodov rakytníka odrody Leikora odporúčať dosiahnutie podielu červenej farby  $a^* \geq 30$  a svetlosti  $L^* \leq 55$ .

### Podakovanie

Práca bola realizovaná v rámci spolupráce s PD Tvrdošovce na riešení projektu APVV-17-0212 „Bioaktívne látky rakytníka rešetliakového a ich uplatnenie vo funkčných potravinách“ a 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.

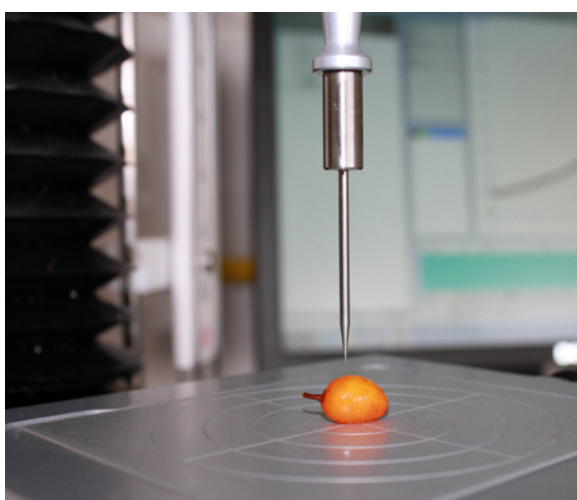


**Obr. 2.** Spektrálne charakteristiky  $L^*$ ,  $a^*$  a  $b^*$  šupky rakytníka počas zberu v rokoch 2019 a 2020 ( $n = 10$ ).

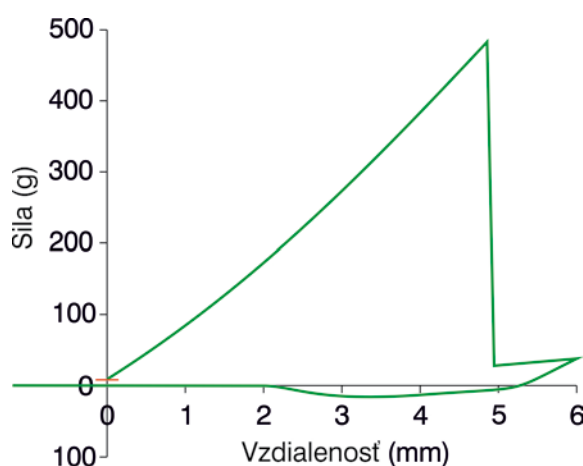
## ANALÝZA PEVNOSTI A ELASTICITY ŠUPKY PLODOV RAKYTNÍKA POMOCOU ANALYZÁTORA TEXTÚRY

Kristína Kukurová – Zuzana Ciesarová – Viera Jelemenská

Analýza textúry je univerzálny nástroj na objektívnu charakterizáciu kvality potravín a širokej škály výrobkov. Pre porovnanie stupňa zrelosti, prípadne vplyvu skladovania na kvalitatívne vlastnosti bobuľového ovocia, je vhodná analýza textúry a tiež charakterizácia pevnosti a pružnosti šupky pomocou prístroja TA.XT plus (Stable Micro Systems, Veľká Británia).



Obr. 1. Vpichová sonda PN-2 Needle Probe (Stable Micro Systems).



Obr. 2. Záznam analýzy pevnosti a pružnosti šupky rakytníka.

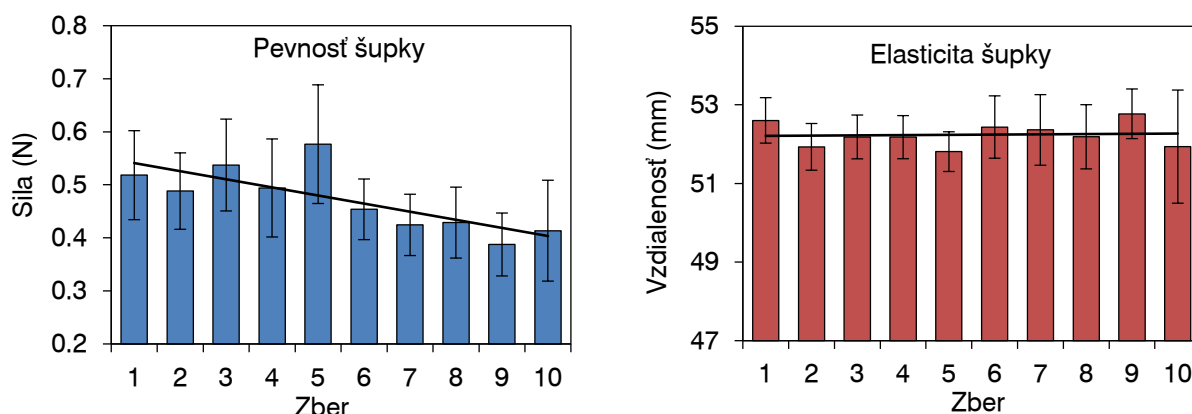
Na penetráciu šupky rôznych druhov ovocia môžu byť využívané vpichové, cylindrické alebo guľové sondy. Na analýzu plodov rakytníka je najvhodnejšia vpichová sonda zakončená hrotom (needle probe, Obr. 1). Pevnosť šupky je vyjadrená ako sila vynaložená na jej prepichnutie (softvérom prístroja zaznamenaná v gramoch, vo výsledkoch prepočítaná na newtony) a elasticita ako vzdialenosť, ktorú sonda prejde od bodu, v ktorom narazí na povrch plodu, až po prepichnutie šupky (v milimetroch) (Obr. 2). Čím je táto hodnota väčšia, tým je šupka elastickejšia.

Z našich výsledkov vyplýva, že pevnosť a elasticita šupky plodov rakytníka z celej úrody skladovanej v mrazničke pri teplote  $-19^{\circ}\text{C}$  bola vyhovujúca (Obr. 3). Plody sa na začiatku zberu vyznačovali vyššou pevnosťou šupky. Zmeny v elasticite šupky boli štatisticky nevýznamné.

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

Korešpondencia:

Ing. Kristína Kukurová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: kristina.kukurova@nppc.sk



**Obr. 3.** Pevnosť a elasticita šupky rakytníka v rôznom stupni zrelosti ( $n = 10$ ).

Výhodou testu penetrácie je, že sa nevyžaduje, aby vzorky mali rovnakú veľkosť. Správne umiestnenie a orientácia plodu pri analýze je však dôležitá, pretože vzorky sú z tohto hľadiska anizotropné. Druhým dôležitým faktorom je rovnaká teplota merania, aby boli výsledky porovnateľné.

Záverom možno povedať, že analýza textúry umožňuje nastaviť si vlastné kritériá kvality, porovnávať medziročnú variabilitu produkcie a overovať dopad podmienok skladovania na kvalitu plodov rakytníka.

#### Podakovanie

Práca bola realizovaná v rámci spolupráce s PD Tvrdšovce na riešení projektu APVV-17-0212 „Bioaktívne látky rakytníka rešetliakového a ich uplatnenie vo funkčných potravinách“ a 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.

## CHLOREČNANY A CHLORISTANY V OVOCÍ A ZELENINE

Jana Horváthová

Prítomnosť kontaminantov v strave môže ohrozovať zdravie ľudí, najmä najzraniteľnejšej skupiny spotrebiteľov, a to sú dojčatá. Dojčatá jedia na kilogram telesnej hmotnosti viac potraviny ako dospelí, takže prostredníctvom stravy môžu byť vystavené vyšším koncentráciám kontaminantov. Navyše ich metabolické a detoxikačné systémy nie sú úplne vyvinuté, vďaka čomu kojenci predstavujú citlivú skupinu populácie. Preto je dôležité posúdiť výskyt kontaminantov v rôznych druhoch detskej výživy (mäso, ryby, syry, ovocie a zelenina) dostupných

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

Korešpondencia:

Ing. Jana Horváthová, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, 82475 Bratislava 26. E-mail: jana.horvathova@nppc.sk



na trhu, aby bolo možné kvantifikovať expozíciu a získať reprezentatívne informácie týkajúce sa stravy dojčiat. Jednými z rizikových kontaminantov pre dojčatá sú chloristany a chlorečnany.

Chloristany sa radia medzi kontaminanty životného prostredia, v dôsledku toho sa môžu prenášať do potravín a pitnej vody. Vznikajú prirodzenými cestami (napr. z ložísk dusičnanov a potaše, z uhličitanu draselného, či tvorbou v atmosfére), tak aj v dôsledku ľudskej činnosti (používanie dusíkatých hnojív, výroba, používanie a likvidácia chloristanu amónneho). Chlorečnany sú tiež jedným z degradačných produktov chlórovaných dezinfekčných prostriedkov, môžu vznikáť pri rozklade chlórnanu sodného pri dezinfekcii vody a tým môžu kontaminovať dodávky pitnej vody. Z toxikologického hľadiska predstavujú chloristany a ich prítomnosť v potravinách významný problém, pretože narušujú hormonálny systém človeka tým, že inhibujú produkciu tyroxínu v štítnej žľaze, čo má za následok narušenie absorpcie jodidov z krvi. Hormóny štítnej žľazy sú dôležité pre normálny rast, vývoj a metabolizmus ľudí, predovšetkým kojencov. Chlorečnany ako aj chloristany môžu spôsobovať nesprávnu funkciu štítnej žľazy, čo môže spôsobovať methemoglobinémiu (abnormálne vysoká koncentrácia methemoglobínu v krvi) vedúcu až k tkanivovej hypoxii, čiže nedostatočnému zásobovaniu tkanív kyslíkom.

Chlorečnany boli v minulosti povolenou účinnou zložkou pesticídov. Pre chlorečnanový anión doposiaľ neboli stanovené špecifické maximálne hladiny reziduí (*MRL*), a preto sa používa hodnota  $10 \mu\text{g/kg}$ , čo je štandardná *MRL* pre pesticídy všeobecne, aj napriek tomu, že chlorečnan sa už viac nepovažuje za pesticíd. Avšak podľa viacerých štúdií mnohé druhy ovocia a zeleniny obsahujú vyššie koncentrácie chlorečnanu než je vyššie uvedená hodnota. V niektorých európskych krajinách boli detegované vyššie koncentrácie chlorečnanov v potravinách obsahujúcich mrkvu a zemiaky ( $40\text{--}120 \mu\text{g/kg}$ ) alebo hrušky ( $372,2 \mu\text{g/kg}$ ). Napriek tomu nie sú chlorečnany pravidelne sledované z hľadiska bezpečnosti potravín a v súčasnosti sú k dispozícii len veľmi obmedzené údaje o ich obsahu v potravinách.

Na potraviny a krmivá sa pôvodne vzťahovala *MRL* chlorečnanu v hodnote  $10 \mu\text{g/kg}$ . Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA) však v rokoch 2014 až 2018 zhromaždil údaje z monitorovania jeho prítomnosti v potravinách a pitnej vode. Z údajov vyplynulo, že reziduá chlorečnanu sú prítomné v množstvách, ktoré často prekračujú štandardnú *MRL*. Z týchto zistení vyplýva, že ani použitím osvedčených postupov nie je v súčasnosti možné dosiahnuť hladiny reziduí chlorečnanu, ktoré by neprekračovali stanovenú *MRL*. Preto EFSA stanovila prípustný denný príjem (*TDI*) chlorečnanu v potravinách vo výške  $3 \mu\text{g/kg}$  telesnej hmotnosti na deň, a akútnu referenčnú dávku (*ARfD*)  $36 \mu\text{g/kg}$  telesnej hmotnosti. Avšak priemerné hodnoty expozície chlorečnanov z potravín v európskych krajinách presiahli *TDI* u niektorých podskupín obyvateľstva, ako sú dojčatá a malé deti, ktoré trpia miernym až stredne ťažkým nedostatkom jódu.

V júni 2020 vstúpilo do platnosti Nariadenie komisie (EÚ) 2020/749, ktorým sa mení príloha III k nariadeniu Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 396/2005, pokiaľ ide o maximálne hladiny reziduí chlorečnanu v určitých produktoch alebo na nich. Týmto nariadením sa stanovujú dočasné nové *MRL* v potravinách, ktoré by sa mali preskúmať najneskôr do piatich rokov od uverejnenia tohto nariadenia, a to konkrétne do 8. júna 2025.

Toto nariadenie nadobudlo účinnosť a je záväzné a priamo uplatniteľné vo všetkých členských štátoch dvadsiatym dňom jeho uverejnení v Úradnom vestníku Európskej únie, ktoré bolo 4. júna 2020. Toto nariadenie je v prílohe doplnené o údaje týkajúce sa chlorečnanov: „Reziduá pesticídov a maximálne hladiny reziduí vo vybraných druhoch ovocia a zeleniny (Tab. 1).

Najčastejšou matricou, v ktorej sa stanovuje obsah chlorečnanov a chloristanov, je pitná voda a pôda. Na pracovisku Výskumného ústavu potravinárskeho NPPC analyzujeme obsah chlorečnanov a chloristanov v ovocí a zelenine, ako aj v produktoch z nich vyrobených (zele-

**Tab. 1.** Maximálne hladiny reziduí chlorečnanu vo vybraných druhoch ovocia a zeleniny.

Čerstvé alebo mrazené ovocie	MRL (mg/kg)	Čerstvá alebo mrazená zelenina	MRL (mg/kg)
Citrusové plody	0,05	Zemiaky	0,05
Orechy stromové	0,1	Tropická koreňová a hlúžová zelenina	0,05
Jadrové ovocie	0,05	Iná koreňová a hlúžová zelenina	0,15
Kôstkové ovocie	0,05	Cibuľová zelenina podľa druhu	0,05–0,7
Bobuľové ovocie	0,05	Plodová zelenina podľa druhu	0,05–0,4
Rôzne iné ovocie	0,3	Hľúbová zelenina	0,06–0,4
		Listová zelenina, bylinky a jedlé kvety	0,7
		Strukoviny	0,35
		Stonková zelenina	0,25

MRL – maximálna hladina reziduí.

ninové, ovocné, zmesné ovocno-zeleninové detské výživy), ako aj v zmesných mäsovo-zeleninových detských výživách. Na analýzu chlorečnanov a chloristanov vo vzorkách detských výživ sa využíva metóda vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie v spojení s tandemovou hmotnostnou detekciou (HPLC–MS/MS). Limit detekcie (LOD) metódy používanej na stanovenie chlorečnanov a chloristanov je 0,001 mg/kg.

V posledných rokoch sme stanovovali obsah chlorečnanov a chloristanov v rôznych typoch ovocia a zeleniny ako aj v rôznych druhoch detských výživ. Stanovený obsah chlorečnanov a chloristanov bol vo všetkých prípadoch pod hodnotu MRL. Aj napriek tomu je i naďalej potrebné sledovať obsah reziduí chlorečnanov v ovocí a zelenine, ako aj v potravinách určených pre dojčatá.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SiFood, 313011V336 (313V3360008), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## BOBUĽOVÉ OVOCIE AKO ZDROJ AMINOKYSELÍN

Jana Horváthová – Zuzana Ciesarová – Kristína Kukurová – Viera Jelemenská

Ovocie a zelenina sú dôležitou súčasťou zdravej a vyváženej stravy. Podľa odporúčania WHO by mal byť denný príjem ovocia a zeleniny minimálne 400 g, čo zodpovedá približne piatim porciám denne. Je známe, že ovocie a zelenina sú zdrojom vitamínov, minerálov, vlákniny a fytolátok, a súčasne majú nízky obsah tuku a kalórií.

Aj keď sa ovocie a zeleniny stále konzumuje málo, stále populárnejšie sa stáva drobné bobuľové ovocie, ktoré je vzhľadom na svoju hmotnosť veľmi bohaté na bioaktívne zlúčeniny,

**Jana Horváthová, Zuzana Ciesarová, Kristína Kukurová, Viera Jelemenská,** Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Jana Horváthová. Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, 82475 Bratislava 26. E-mail: jana.horvathova@nppc.sk

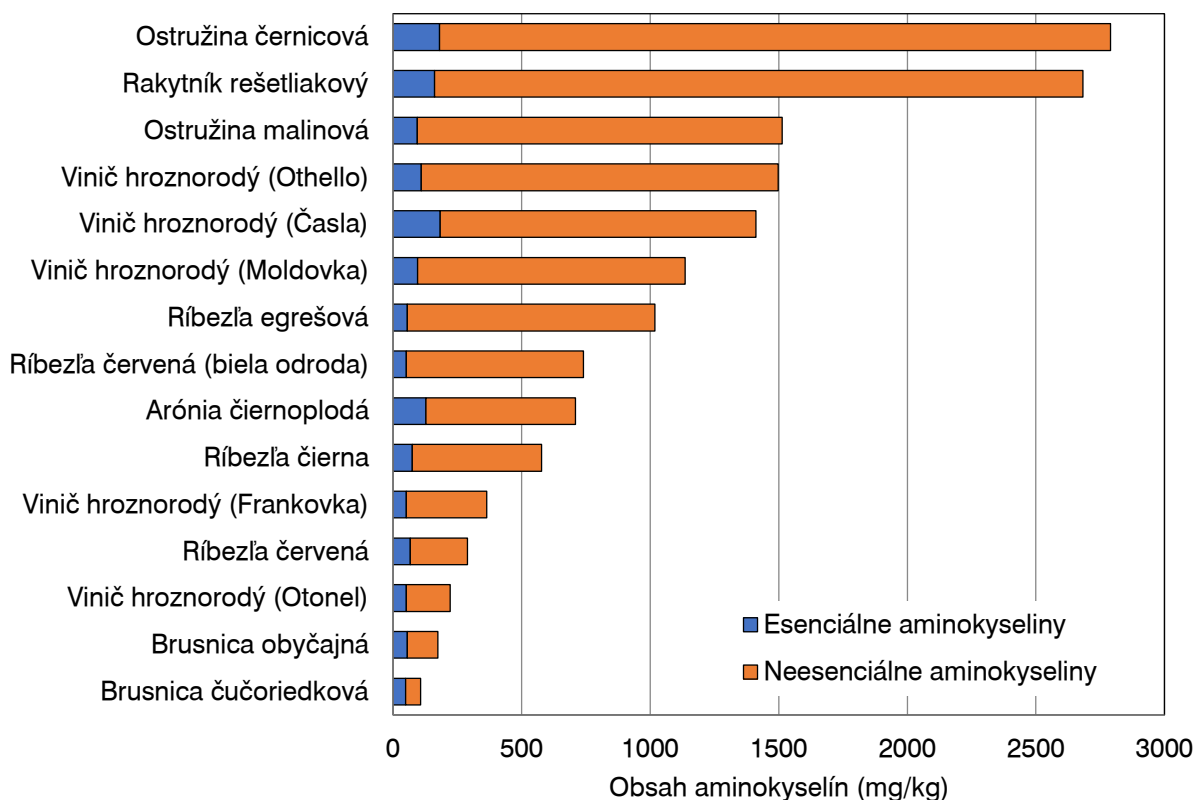
ktoré sú známe vysokou antioxidačnou aktivitou. Plody bobuľového ovocia je možné konzumovať v čerstvom stave, ale veľmi obľúbené sú aj vo forme lisovaných štiav, sirupov, mrazené, sušené ale aj lyofilizované. Pravidelná konzumácia drobného bobuľového ovocia pomáha predchádzať vzniku mnohých chronických ochorení napr. diabetu, účinne pomáhajú pri prevencii rakoviny, kardiovaskulárnych ochorení (znižujú rizikové faktory vzniku chorôb srdca a ciev ako sú aj vysoký krvný tlak a cholesterol v krvi) alebo aspoň zmierňujú ich prejavy. Toto ovocie tiež nachádza využitie pri vývoji funkčných potravín, práve pre svoj výborný nutričný profil.

Aminokyseliny sa v potravinách nachádzajú ako stavebné jednotky všetkých bielkovín, peptidov a tiež ako voľné látky. Ako primárne metabolity a základné jednotky bielkovín majú mnoho dôležitých funkcií. Poskytujú základ pre niekoľko biosyntetických dráh, aj pre biosyntézu bielkovín. Zo stravy je potrebné pre ľudský organizmus získať osem esenciálnych aminokyselín (lyzín, metionín, valín, leucín, izoleucín, fenylalanín, tryptofán a treonín), ktoré si organizmus človeka nie je schopný syntetizovať sám, a preto ich musí výhradne prijímať z potravy. U malých detí, ktoré rýchlo rastú, sa stávajú esenciálnymi aminokyselinami aj niektoré neesenciálne aminokyseliny, tieto sa nazývajú poloesenciálne (semiesenciálne), pretože mladý organizmus nie je schopný ich v dostatočnom množstve syntetizovať. Takými aminokyselinami sú arginín a histidín. Obsah esenciálnych aminokyselín a ich koncentrácia je teda pre výživu veľmi dôležitá, rozhoduje teda aj o biologickej hodnote prijímaných bielkovín.

V rámci nášho výskumu sme sa zaoberali stanovením profilu aminokyselín v záhradných druhoch drobného ovocia (arónia čiernoplodá, ostružina černicová, ostružina malinová, rakytník rešetliakový, ríbezľa čierna, ríbezľa červená, ríbezľa biela, ríbezľa egrešová, rôzne druhy hrozna) a tiež v niektorých lesných plodoch (brusnica obyčajná, brusnica čučoriedková; Obr. 1). Výsledky preukázali, že obsah voľných aminokyselín v jednotlivých druhoch bobuľového ovocia sa veľmi líši (Obr. 2). Najnižší obsah bol zistený v brusnici čučoriedkovej (107 mg/kg), zatiaľ čo najvyšší obsah bol stanovený v rakytníku rešetliakovom (2682 mg/kg) a ostružine černicovej (2791 mg/kg). Esenciálne aminokyseliny tvorili 23–45 % z celkových aminokyselín. Najvyšší obsah esenciálnych aminokyselín bol stanovený v arónii čiernoplodej, ostružine černicovej, bobuliach červeného hrozna a v rakytníku rešetliakovom (109–183 mg/kg). Najvyšší obsah neesenciálnych aminokyselín mali plody ostružiny černicovej, ostružiny malinovej a rakytníka rešetliakového (1 419–2 609 mg/kg).



**Obr. 1.** Vybrané druhy analyzovaného bobuľového ovocia.



**Obr. 2.** Obsah esenciálnych a neesenciálnych aminokyselín v bobuľovom ovocí (vyjadrený na kilogram čerstvej hmotnosti).

Keďže náš tím sa okrem skúmania funkčných zložiek potravín zaoberá aj vznikom procesných kontaminantov, pri analýze profilu aminokyselín sme sa zamerali osobitne na jednu z nich, a to na neesenciálnu aminokyselinu asparagín. Z tejto aminokyseliny počas tepelných úprav potravín vzniká potenciálne karcinogénny akrylamid. K jeho vzniku tak môže prispievať aplikácia čerstvého alebo sušeného bobuľového ovocia bohatého na asparagín do pekárskeho výrobkov, rôznych náplní alebo spekaných cereálnych kaší či snackov. Obsah asparagínu sa v analyzovaných vzorkách pohyboval v rozsahu od 3 mg/kg do 2 162 mg/kg. Najvyšší obsah asparagínu bol stanovený v ostružine černicovej a rakytníku rešetliakovom, teda v tých druhoch, ktoré majú zvyčajne veľmi priaznivý obsah esenciálnych aminokyselín. Stredný obsah asparagínu od 100 mg/kg do 1 000 mg/kg bol stanovený v arónii čiernoplodej, ríbezli egrešovej a ostružine malinovej. V ostatných vzorkách bobuľového ovocia bol stanovený obsah asparagínu pod 100 mg/kg čerstvej hmotnosti, teda ich dispozícia k vzniku akrylamidu je nízka.

Bobuľové ovocie, ktoré je zdrojom esenciálnych a neesenciálnych aminokyselín, má teda opodstatnené využitie pri vývoji funkčných potravín práve pre svoj výborný nutričný profil a biologickú hodnotu bielkovín.

#### Podakovanie

Tento príspevok vznikol v rámci projektov Agentúry pre podporu vedy a výskumu č. APVV-17-0212 a APVV-16-0088, ako aj 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.

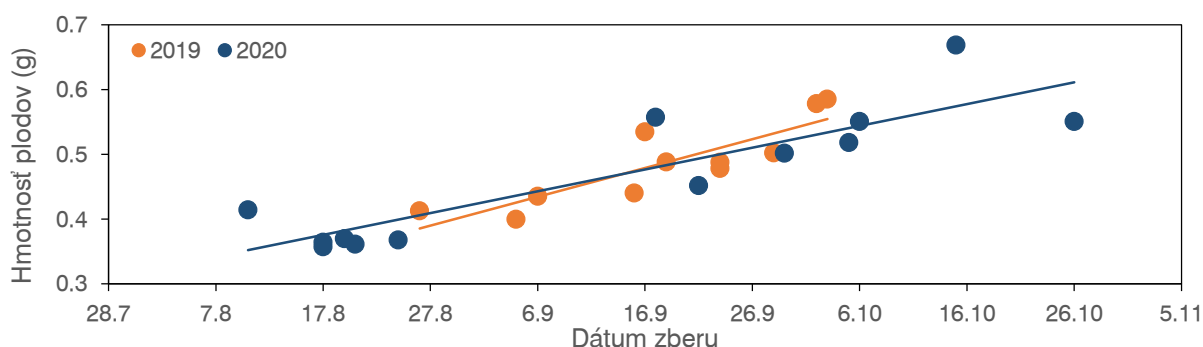


## CHARAKTERIZÁCIA PLODOV RAKYTNÍKA POČAS ZBERU

Viera Jelemenská – Kristína Kukurová – Zuzana Ciesarová

Rakytník rešetliakový (*Hippophae rhamnoides* L.) je odolná drevina z čelade *Eleagnaceae* (*Rosales*) schopná rásť v extrémnych podmienkach sucha a chladu. Mnohé vedecké štúdie boli zamerané na optimalizáciu pestovateľských podmienok, ale aj šľachtenie nových odrôd s cieľom dosiahnuť maximálny obsah nutrične významných zložiek a následne funkčných výrobkoch z rakytníka. Kvalita plodov a optimálny čas zberu sa posudzuje na základe ich veľkosti, tvaru, farby, chuti a šťavnatosti. Optimalizujú sa aj možnosti uľahčenia podmienok pri zbere a spracovaní pri súčasnom zachovaní kvality plodov. Cieľom spolupráce NPPC Výskumného ústavu potravinárskeho s pestovateľom rakytníka v Tvrdošovciach bolo využiť objektívne analytické metódy na porovnanie kvality úrody a charakterizáciu parametrov odrody Leikora v optimálnej zrelosti plodov. Štúdia bola realizovaná v rokoch 2019 a 2020 na základe analýzy hmotnosti, rozmerov a sférických vlastností plodov. Prezentované výsledky predstavujú priemerné hodnoty zo 100 meraní v jednotlivých odberoch v oboch rokoch zberu úrody.

Hmotnosť plodov rakytníka počas zberu v roku 2019 bola od 0,40 g do 0,59 g. V roku 2020 prebiehal zber v dlhšom období, a aj hmotnosť plodov bola vo väčšom rozsahu, od 0,36 g do 0,67 g. Napriek rozdielnym klimatickým podmienkam v oboch rokoch zberu bol trend nárastu hmotnosti plodov počas dozrievania porovnateľný (Obr. 1). Optimálne zrelé plody mali hmotnosť minimálne 0,50 g, čo bolo v oboch rokoch dosiahnuté v polovici septembra.



Obr. 1. Hmotnosť plodov rakytníka počas zberu ( $n = 100$ ).

Dĺžka plodov počas zberu dosahovala hodnoty od 9,3 mm do 12,7 mm (Obr. 2). Vývoj dĺžky plodov bol v oboch rokoch zberu podobný. V stave optimálnej zrelosti mali plody minimálnu dĺžku 11 mm.

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

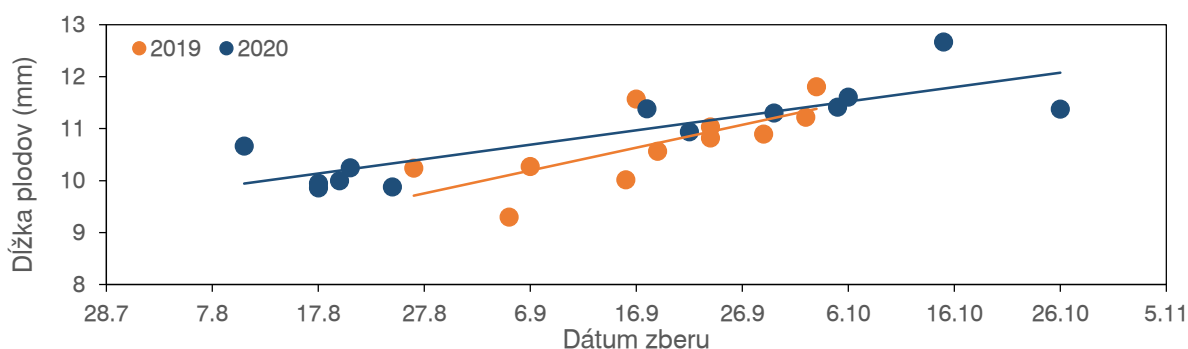
Korešpondencia:

Ing. Viera Jelemenská. Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, 824 75 Bratislava 26. E-mail: viera.jelemenska@nppc.sk

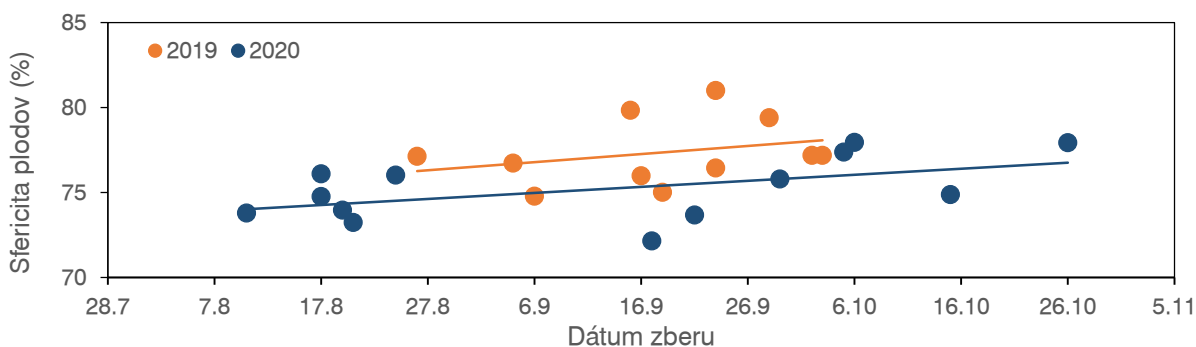
Čo sa týka šírky plodov, tvar plodov rakytníka je mierne elipsovité, a preto rozlišujeme dva rozmery v šírke plodov. Minimálna šírka v rámci meraní v oboch rokoch bola v rozsahu od 5,83 mm do 8,04 mm, maximálna šírka plodov bola od 6,70 mm do 8,83 mm.

Sféricita plodov bola vypočítaná z geometrického priemeru zisteného na základe merania dĺžky a šírky plodov v minime a maxime. V oboch rokoch zberu sa sféricita plodov vyvíjala relatívne konštantne počas dozrievania plodov a pohybovala sa v rozmedzí 70–80 % (Obr. 3). Môžeme teda konštatovať, že sféricita plodov charakterizuje odrodu, ale nie je kľúčovým parametrom pre posúdenie stupňa zrelosti.

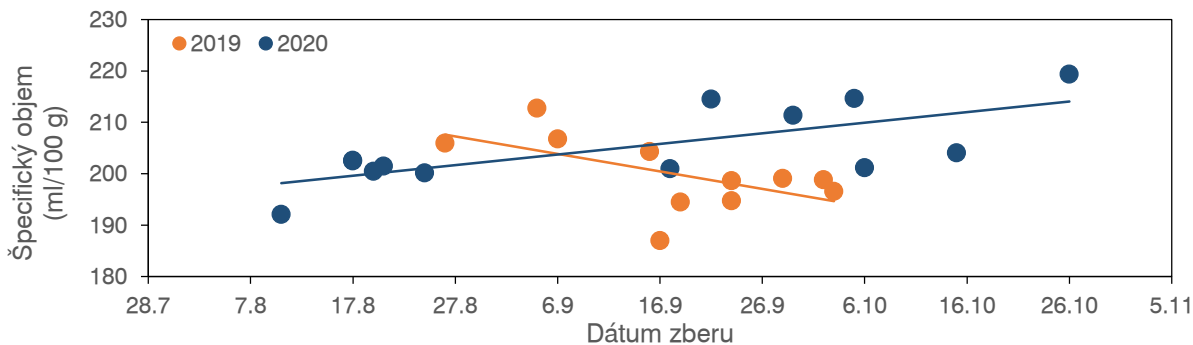
Špecifický objem plodov bol vypočítaný ako pomer objemu a hmotnosti 100 plodov rakytníka pri každom odbere vzorky. Maximálne hodnoty špecifického objemu boli dosiahnuté v optimálnom stupni zrelosti. Plody na začiatku zberu v roku 2020 mali nízky špecifický objem v porovnaní so začiatkom zberu v roku 2019. Naopak, v čase optimálnej zrelosti v roku 2020 dosahovali vyššie hodnoty (Obr. 4).



Obr. 2. Dĺžka plodov rakytníka počas zberu ( $n = 100$ ).



Obr. 3. Sféricita plodov rakytníka počas zberu ( $n = 100$ ).



Obr. 4. Špecifický objem plodov rakytníka počas zberu ( $n = 100$ ).

**Tab. 1.** Rozsah a ročný priemer meraných parametrov plodov rakytníka počas zberu.

Zber	Hmotnosť (g)	Dĺžka (mm)	Objem 100 ks (ml)	Špecifický objem (ml/100 g)	Sféricita (%)
<b>2019 (26.8. – 3.10.)</b>					
Rozsah	0,40 – 0,59	9,29 – 11,81	85 – 115	187 – 213	75 – 80
Ročný priemer	0,49	10,7	97	200	77
<b>2020 (10.8. – 25.10.)</b>					
Rozsah	0,36 – 0,67	9,86 – 12,67	72 – 135	192 – 219	70 – 78
Ročný priemer	0,46	10,9	95	205	76

Záverom môžeme na základe dvojročného merania charakteristík plodov rakytníka počas zberu úrody konštatovať, že plody dosahovali optimálnu kvalitu od druhej polovice septembra do začiatku až polovice októbra v oboch pestovateľských rokoch 2019 a 2020. Pre objektívne posúdenie optimálneho termínu zberu pre danú odrodu a geograficko-klimatické podmienky je možné odporúčať, aby plody dosahovali minimálnu hmotnosť 0,5 g a dĺžku 11 mm.

#### Podakovanie

Práca bola realizovaná v rámci spolupráce s PD Tvrdosovce na riešení projektu APVV-17-0212 „Bioaktívne látky rakytníka rešetliakového a ich uplatnenie vo funkčných potravinách“ a vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, 313011V336 (313V33600009, 313V33600011), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## VYUŽITIE MOBILNÝCH APLIKÁCIÍ V BOJI PROTI PLYTVANIU POTRAVINAMI

Božena Skláršová

Pri predstave, že jedna tretina potravín na svete končí na skládkach, zatiaľ čo takmer miliarda ľudí na celom svete hladuje, sa dostáva do popredia potreba riešenia tohto celosvetového problému. V boji proti plytvaniu potravinami je každý pomocník vítaný. Tzv. smartfón je dnes takmer povinnou výbavou jednotlivca. K dispozícii pre jeho využívanie je obrovské množstvo rôznych dostupných aplikácií, ktoré slúžia na prácu, na zábavu, niektoré z nich pomáhajú užívateľom s vedením zdravého životného štýlu a niektoré z nich dokonca pomáhajú chrániť životné prostredie. V neposlednom rade sa mobilné aplikácie snažia riešiť aj problém s plytvaním potravinami vo svete.

Tieto aplikácie pomáhajú spájať poľnohospodárov so spotrebiteľmi, maloobchodníkov s charitatívnymi organizáciami, pestovateľov so sprostredkovateľmi atď. Mobilné aplikácie pomáhajú reštauráciám a obchodom nájsť záujemcov o jedlo, ktoré by inak skončilo v smetnom koši. Môžu nám pomôcť pri lepšom a informovanejšom výbere potravín, od lokalizácie

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

Korešpondencia:

Ing. Božena Skláršová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: bozena.sklarsova@nppc.sk

nášho obchodu po identifikáciu údajov o udržateľnosti produktu až po znižovanie plytvania potravinami. Odhaduje sa, že potravinový dodávateľský reťazec predstavuje jednu štvrtinu emisií skleníkových plynov, vďaka čomu je strava významnou súčasťou našej uhlíkovej stopy. Vďaka aplikáciám môže byť naša strava udržateľnejšia a ušetrí nám peniaze.

### Najpoužívanejšie aplikácie proti plytvaniu potravinami vo svete

Problém plytvania jedlom sa týka celého sveta, preto je dostupných na stiahnutie veľa rôznych aplikácií, avšak väčšina z nich funguje na regionálnej úrovni. Medzi najpoužívanejšie patria:

- **ResQ** má za cieľ spojiť prevádzkovateľov reštaurácií s potenciálnymi zákazníkmi. Množstvo reštaurácií, kaviarní, pekární a barov, ktoré sa zúčastňujú na boji proti plytvaniu potravinami, ponúkajú za zníženú cenu jedlo, ktoré by inak bolo vyhodnené.
- **Karma** je aplikácia, ktorá získala veľa ocenení a slúži taktiež na nákup prebytočných jedál z reštaurácií, kaviarní a obchodov s potravinami za nižšiu cenu. Objednáva sa a platí priamo v aplikácii. Nájdú sa tu skvelé ponuky jedál, za ktoré sa zaplatí polovica ceny, a jedlo je možné si vyzdvihnúť osobne.
- **Farmdrop** je online donášková služba potravín z farmy na stôl, ktorá spája zákazníka priamo s miestnymi farmármi, aby bola zaistená maximálna transparentnosť. Kombinuje kvalitu a udržateľnosť s minimálnym odpadom a optimálnymi environmentálnymi normami.
- **NoFoodWaste** umožňuje zapojeným supermarketom znižovať potravinový odpad. A to tak, že upozorní používateľov na tovar s blížiacim sa koncom minimálnej trvanlivosti alebo dátumom spotreby. Podľa vývojárov ju používa zhruba 20 000 ľudí denne. Tí majú k dispozícii aj možnosť zadania konkrétneho tovaru, na ktorý budú upozornení v prípade začiatku jeho predaja. Obchodné reťazce takto znížili objem odpadu jedla vraj o 18–25 %.
- Kampaň **Love Food Hate Waste** spustila aplikáciu, ktorá pomáha spotrebiteľom podieľať sa na znižovaní ich vlastného potravinového odpadu doma. Aplikácia môže používateľom posilať upomienky na to, čo majú v chladničkách, aké sú dátumy spotreby a dokonca môže pomôcť obmedziť nákup rovnakých surovín pre plánované jedlá.
- **Olio** pomáha spájať susedov a miestnych maloobchodníkov, aby bolo možné zdieľať prebytočné potraviny a nie ich likvidovať.
- **Foodcloud** spája supermarkety s charitatívnymi organizáciami s cieľom darovať nepredané potraviny. Toto je jedna z najlepších aplikácií na predchádzanie plytvania potravinami, zameraná na podporu miestnych komunít prostredníctvom organizácií, ako sú útulky pre bezdomovcov a podporné služby pre rodiny.

### Aplikácie proti plytvaniu potravinami na Slovensku

Ani vývojárom aplikácií na Slovensku nie je ľahostajný osud našej planéty. Začali rozbiehať projekt v spolupráci s českou mobilnou aplikáciou Nesněženo. Základom projektu je pritom mobilná aplikácia **Too Good To Go**, ktorá je známa v zahraničí. Hlavným princípom je brániť plytvaniu jedlom a tiež ponúknuť lacné stravovanie pre užívateľov aplikácie. Jedlo sa cez ňu dá objednať za častokrát nízku cenu. Zabráni sa tak vyhodneniu plnohodnotného jedla, ktoré sa stáva nepotrebným zvyškom a častokrát končí v koši. Prijímanie objednávok závisí od času, kedy podnik vie, že už jedlo nepredá. Väčšinou sa objednáva od obeda až po záverečnú.

**Hungry Slovak** je aplikácia, ktorá umožňuje používateľovi jesť jedlo z jeho obľúbenej reštaurácie, fast foodu, jedálne či pekárne síce bez skvelej obsluhy, ale v pohodlí domova a s vedomím, že sa spravilo niečo dobré nielen pre seba a svoju peňaženku, ale aj pre našu planétu. Prevádzky každý deň vyprodukovujú množstvo jedál a produktov na priamu konzumáciu, ich spotrebu však ovplyvňujú aj tak banálne vplyvy, akým je napríklad nepriaznivé počasie. A čo sa stane s tým, čo sa nepredá? Zväčša to ide priamo do koša. Aj napriek op-



timalizácii množstva jedál sa denne do kontajnerov vyhodí množstvo nezávadného, chutného jedla, ktoré nemá nálepku pokazené, ale neskonzumované. Teraz má možnosť zapojiť sa do boja proti plytvaniu každý. Stačí ak si stiahne aplikáciu Hungry Slovak do mobilu a nastaví si notifikácie, ktoré automaticky upozornia na jedlo, ktoré sa už nestihne predať. Notifikácie sa používajú výhradne na ohlásenie zvyškového jedla. Jedlo sa vyzdvihuje priamo v prevádzke a platba tiež prebieha na mieste. So zľavou 50 % si tak môžete vychutnať skvelé jedlo v pohodlí domova.

Novou aplikáciou je **Eatster**, prostredníctvom ktorej sa objednáva jedlo rýchlo, efektívne a pohodlne. Jej mobilnú verziu nazývajú „samooblužný kiosk do vrečka“. Boj proti plytvaniu potravinami nie je síce hlavná funkcia aplikácie, ale je jej dôležitou súčasťou. Funkcionalita dopredaja umožňuje reštauráciám spravovať si svoje menu tak, že keď navaria napríklad 10 porcií navyše, tak ich môžu ponúknuť lacnejšie, pretože o pár hodín by ich už museli vyhodiť nie kvôli tomu, že jedlo je zlé, ale kvôli prísnyh hygienickým normám. V ponuke sú aj kaviarne, ktoré takto ponúkajú aj dezerty. Tieto dopredajové položky sú v ponuke zvýraznené tak, aby hneď udreli do očí. Dopredaj jedla je ekologickou iniciatívou Eatstera, prostredníctvom ktorej sa zachráni dobré jedlo pred tým, aby skončilo v koši. Ďalšou výhodou je, že na každom jedle z dopredaja sa ušetrí minimálne 20 %.

Aplikácie sa snažia osloviť moderných a ekologicky zmýšľajúcich ľudí, ktorým leží na srdci dobro našej planéty. Je zrejmé, že všetci môžeme zmeniť spôsob nakupovania a stravovania. Udržateľné stravovanie nemusí byť pomocou technológie ťažké. Zníženie plytvania jedlom je dobré nielen pre naše vrečky, ale je dobré aj pre životné prostredie, pomáha šetriť energiu a vodu, a tiež znižuje našu uhlíkovú stopu.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, 313011V336 (313V33600011), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## NOVÉ TRENDY PRI OCHRANE VINIČA

Ervín Jankura

Pestovanie viniča hroznorodého má na Slovensku dlhú tradíciu. Plod viniča, hrozno, sa využíva na priamy konzum, ale hlavne na produkciu vína.

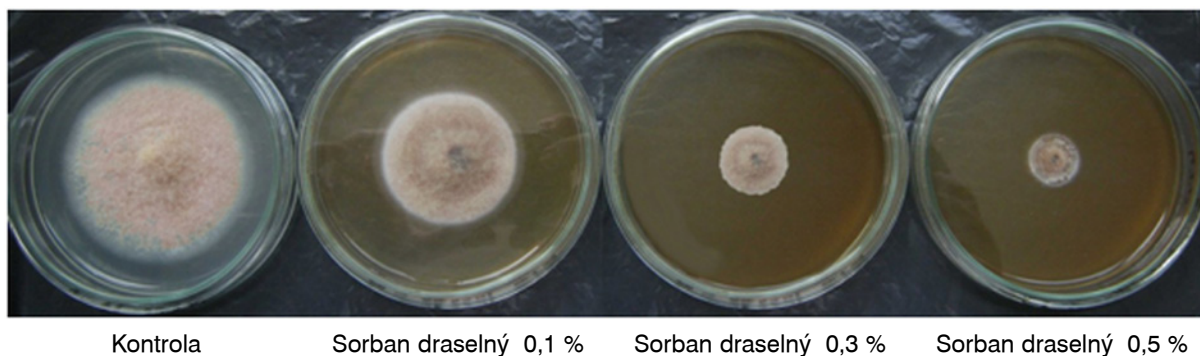
Počas svojho životného cyklu je vinič ohrozovaný mnohými škodlivými organizmami, spôsobujúcimi straty na úrode a ovplyvňujúcimi kvalitu hrozna. K chorobám, ktoré na Slovensku spôsobujú najvýznamnejšie ekonomické škody patria hlavne hubové ochorenia, menovite múčnatka, peronospora a botrytída, poškodzujúce listy a plody viniča. Významné sú tiež patogény spôsobujúce systémové ochorenia tzv. choroby kmienka viniča, ktoré postihujú rastlinu (ker) ako celok.

Konvenčná chemická ochrana viniča je založená na aktívnom chemickom boji s pato-

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

*Korešpondencia:*

Ing. Ervín Jankura, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 25, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: [ervin.jankura@nppc.sk](mailto:ervin.jankura@nppc.sk)

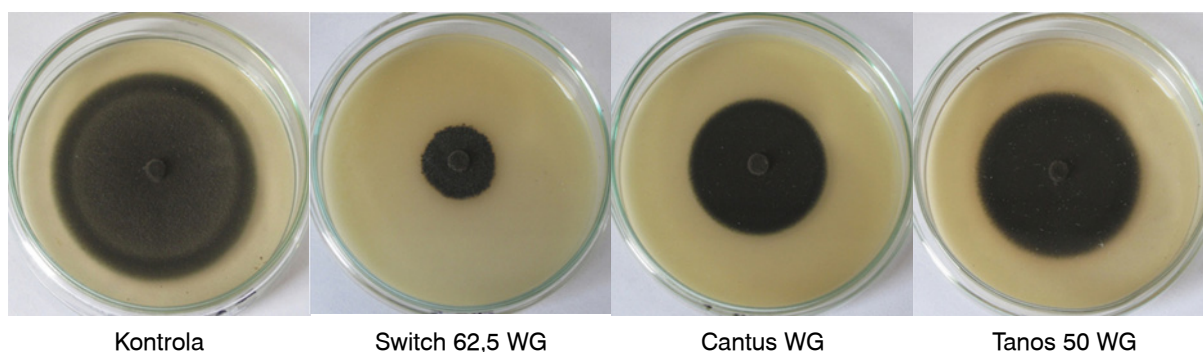


**Obr. 1.** Potlačenie rastu kolónie huby *Fusarium oxysporum* zvyšujúcou sa koncentráciou sorbanu draselného.

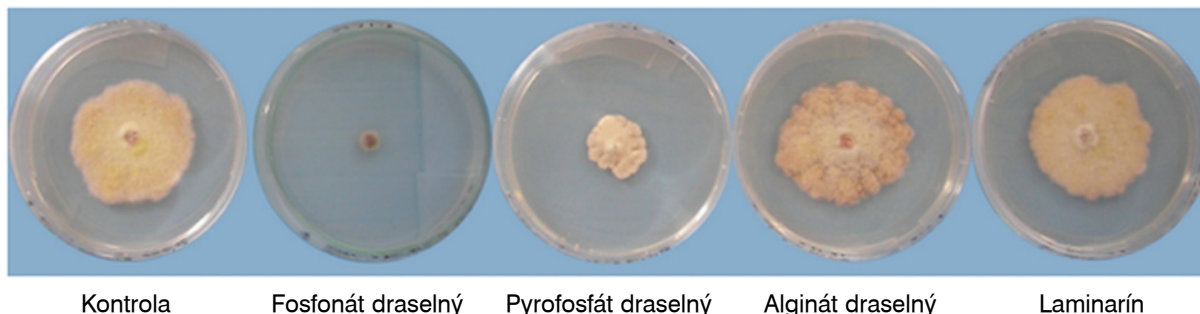
génmi, pričom cieľom je buď ich zahubenie (eradikácia) alebo ich potlačenie pod hranicu ekonomickej škodlivosti. Dôsledkom takejto ochrany však môže byť vznik rezistencie, čiže odolnosti patogénu voči použitým chemickým látkam. Tým vzniká trvalé oslabenie zdravotného stavu rastlín a trvalý stres v dôsledku neustáleho vystavovania rastlín chemickým látkam, ktoré sú pre rastlinu cudzie. Dôsledkom aplikácie chemických látok na ošetrovanie viniča technológiou konvenčnej ochrany je tiež prítomnosť rezíduí v rastlinách viniča a v hrozne, ktoré sa ďalej prenášajú do produktov z neho vyrobených. Ďalším negatívnym dôsledkom je dlhodobá kontaminácia pôdy zvyškami agrochemických zlúčenín, ktorá spôsobuje zmeny fyzikálno-chemických vlastností pôdy a v nemalej miere môže spôsobovať aj kontamináciu podzemných zdrojov pitnej vody.

Preto je súčasným trendom vo vinárskej praxi zavádzanie metód a prostriedkov zameraných na podstatné zníženie množstva syntetických pesticídov (integrovaná produkcia), prípadne ich úplné vylúčenie (biologická produkcia – môžu sa používať iba sírne a mednaté prípravky v limitovanom množstve, prírodné produkty, napr. výťažky z rastlín, feromóny proti živočíšnym škodcom) pri súčasnom zabezpečení dostatočnej úrody hrozna. Neoddeliteľnou súčasťou takýchto spôsobov pestovania musí byť neustále aktualizovanie odborných poznatkov z oblasti ochrany a výživy rastlín. Takéto ekologickejšie technológie ochrany a výživy viniča chránia životné prostredie, zvyšujú biodiverzitu a zdravie konzumentov.

K rozšíreniu poznatkov v tejto oblasti sa pokúšame prispieť aj vo Výskumnom ústave potravinárskom NPPC v rámci dvoch projektov. V ich rámci sa zaoberáme skúmaním vplyvu rôznych látok s možným antifungálnym účinkom a biologických preparátov na patogénne



**Obr. 3.** Vplyv rôznych fungicídov pri rovnakej koncentrácii na rast kolónie huby *Alternaria alternata*.



**Obr. 2.** Porovnanie antifungálneho účinku jednotlivých zložiek prípravku Alginure na rast huby *Fusarium oxysporum*.

organizmy, so zameraním na patogénne huby spôsobujúce choroby kmienka viniča (na Slovensku hlavne *Fusarium*, *Botryosphaeria*), prípadne na novo sa objavujúce ochorenia listov a plodov (*Alternaria*). Ďalej sa zaoberáme vedľajšími účinkami komerčných preparátov na iné patogény, než na aké sú pôvodne určené, pričom v podmienkach *in vitro* hodnotíme ich účinkov pre potenciálne využitie pri ochrane proti daným patogénom.

V rámci výskumných úloh sme zisťovali antifungálny účinok sorbanu draselného (Obr. 1), látky považovanej za neškodný konzervant potravín ako aj stabilizátor vína a ovocných múštov, a tiež priamy vplyv niektorých zložiek prípravku Alginure (označovaného ako biologický prípravok) na hubu *Fusarium oxysporum*, ktorá je škodlivá pre vinič (Obr. 2). Overovali sme aj možné účinky prípravku Switch 62,5 WG, ktorý je pôvodne určený proti plesni sivej na viniči a monilióze čerešne, aj proti hube *Alternaria alternata* napádajúcej listy viniča a spôsobujúcej hnilobu hrozna (Obr. 3). Proti tejto hube na viniči nie je oficiálne registrovaný žiadny prípravok, no naše výsledky ukazujú, že použitie prípravku Switch 62,5 WG by mohlo okrem plesne sivej zabrániť aj šíreniu tohto patogénu.

#### Podakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka podpore MPRV SR v rámci kontraktu č. 433/2020/MPRVSR-5000; RPVV 14 a ÚOP 19.

## BEZPEČNOSŤ SUŠENÝCH DATLÍ

Tomáš Kuchta – Jana Minarovičová

Sušené datle sú nutrične aj organolepticky celkom zaujímavá potravina. U nás sa síce nekonsumujú v takých množstvách ako napríklad v arabských krajinách, predsa však patria k ponuke sušeného ovocia, ktorá obohacuje sortiment na trhu. Dovážajú sa najviac z Tuniska, Alžírsku a Izraela. Keďže podmienky zberu, sušenia, spracovania a balenia datlí v princípe umožňujú kontamináciu plesňami a sekundárne mykotoxínmi, venuje sa im pri dovoze

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

#### Korešpondencia:

RNDr. Tomáš Kuchta, DrSc., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 25, 82475 Bratislava 26. E-mail: tomas.kuchta@nppc.sk

do EÚ príslušná pozornosť. V nedávnej štúdii sa sušenými datľami v súvislosti s plesňami a mykotoxínmi detailne zaoberali talianski výskumníci.

Datle sú plody datľovníka (*Phoenix dactylifera*), čo je kvitnuci druh palmy. Do EÚ sa najviac dovážajú datle kultivaru Deglet Nour, ale tiež kultivarov Kenta, Medjool, Hayani a Bahri. Rozlišujú sa tri stupne zrelosti, a to Chalal (nezrelé plody s obsahom vody približne 50 %), Rutab (zrelé plody s obsahom vody 30–35 %) a Tamr (plne zrelé plody, sušené, s obsahom vody 10–30 %). V poslednom zmienenom stupni Tamr je záujem dosiahnuť sušením čo najnižší obsah vody, keďže sa tým predlžuje údržnosť datlí. V tomto ohľade sa jednotlivé kultivary líšia a preto sa na Európskom trhu uplatňujú prakticky výlučne kultivary Deglet Nour a Medjool, ktorých plody vo vysušenom stave obsahujú maximálne 20 % vody.

Čerstvé plody datlí sa sušia na slnku, čo znamená inkubáciu pri teplote 30–50 °C a relatívnej vlhkosti vzduchu 60–85 % počas 7–10 dní. Je zrejmé, že pritom ľahko môže dôjsť ku kontaminácii (povrchovej) alebo infekcii (vnútropletivovej invázii) plodov plesňami. Toto riziko sa ďalej zvyšuje v prípade spracovania datlí odkôstkovaním. Sušené datle sa tradične balia do kartónových alebo plastových krabičiek a v posledných rokoch sa používajú aj hermeticky uzatvorené obaly.

Výskumníci z Univerzity v Perugii analyzovali 20 druhov balených sušených datlí, a to z hľadiska identifikácie plesní a ich sekundárnych metabolitov, predovšetkým mykotoxínov. Mikrobiologicky analyzovali plesne na povrchu plodov (kontaminujúce) a tiež vo vnútri plodov (po dezinfekcii povrchu plodov). Jednak inkubovali datle v komore s vysokou vlhkosťou vzduchu tak, aby začali plesnivieť, a tiež s použitím kultivačných médií. Spomedzi stoviek izolovaných plesní vybrali na základe morfológie kolónií 26 reprezentatívnych kmeňov a tie molekulárno-biologicky identifikovali na základe sekvencie medzerníkovej oblasti (ITS) ako aj na základe sekvencií niekoľkých ďalších génov. Ukázalo sa, že veľkú väčšinu izolátov tvoria *Aspergillus tubingensis*, ďalej sa vyskytujú rôzne druhy rodu *Penicillium* (*P. expansum*, *P. chrysogenum*, *P. crustosum* a iné), rodu *Cladosporium* (*C. herbarum*, *C. limoniforme*, *C. halotolerans* a iné) a našiel sa aj jeden kmeň *A. flavus*.

Na detailnú analýzu sekundárnych metabolitov plesní použili autori štúdie vysokoúčinnú kvapalinovú chromatografiu s tandemovou hmotnostnou spektrometriou (HPLC-MS-MS), pričom analyzovali jednak kultivačné médiá jednotlivých izolátov plesní a tiež príslušné vzorky sušených datlí. V kultivačných médiách identifikovali desiatky charakteristických látok, ktoré sú však zo zdravotného hľadiska neškodné. Jediné zdravotne nebezpečné látky boli aflatoxíny B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, M<sub>1</sub> a Q<sub>1</sub>, ktoré podľa očakávania produkoval v kultivačnom médiu *A. flavus*. Maximálne povolené hodnoty aflatoxínov v sušenom ovocí určuje Nariadenie komisie (ES) č. 1881/2006. Dobrou správou je, že žiadne aflatoxíny a ani žiadne iné sekundárne metabolity plesní sa nezistili priamo v sušených datľoch. Tento jav je spôsobený tým, že ani toxogénne kmene netvoria mykotoxíny v určitých environmentálnych podmienkach a na určitých substrátoch. Sušené datle zjavne „neprovokujú“ plesne k tvorbe sekundárnych metabolitov.

Celkove zo štúdie vyplynulo, že hoci v žiadnom z výrobkov nebol voľným okom pozorovateľný rast plesní, v skutočnosti 85 % balení plesne obsahovalo. Vo veľkej väčšine však šlo o zdravotne neškodný druh *A. tubingensis* a žiadne balenie neobsahovalo mykotoxíny. Z hľadiska výskytu plesní sa ukázalo, že najlepšie na tom boli celé datle (nevykôstkované) a najmä ak boli v hermeticky uzavretom obale. Pozitívne zistenia vyplývajúce z uvedenej štúdie treba ale vnímať v kontexte toho, že na Európsky trh sa zjavne importujú iba tie najkvalitnejšie výrobky tejto komodity a v dôkladnej kontrole dovážaných sušených datlí treba pokračovať.

#### 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.



## ŠETRNÉ SPÔSOBY ELIMINÁCIE BAKTERIÁLNYCH KONTAMINANTOV Z OLEJNATÝCH SEMIEN

Janka Koreňová – Tomáš Kuchta

Voda v potravinách, predovšetkým jej aktívna časť, ktorá je dostupná pre biologické využitie, je limitujúcim faktorom rozmnožovania mikroorganizmov v potravinách. Medzi potraviny s nízkou aktivitou vody ( $a_w < 0,60$ ) a potraviny so strednou aktivitou vody ( $a_w 0,60–0,85$ ) patria napríklad suché semená rastlín (zrniny), orechy, koreniny a sušené ovocie. Mnohé z týchto komodít sú určené na priamu konzumáciu, to znamená na konzumáciu bez ďalšej tepelnej úpravy. Stále sú to však len výrobky primárnej poľnohospodárskej produkcie s rôznym stupňom opracovania a môžu predstavovať zdravotné riziko pre spotrebiteľov. Vzhľadom na nízku hodnotu aktivity vody tieto potraviny síce nepodporujú rozmnožovanie patogénnych mikroorganizmov, ale niektoré odolné kmene môžu na nich prežívať aj dlhšie obdobie. Nákazy, ktoré súvisia s konzumáciou týchto potravín, spôsobujú najmä patogény *Listeria monocytogenes*, *Salmonella enterica* a toxínogénne kmene *Escherichia coli*.

Analýza rizík predzberovej a pozberovej kontaminácie rastlinných poľnohospodárskych produktov určených na priamu spotrebu po základnom opracovaní vedie k skúmaniu podmienok ich skladovania a ošetrovania. V súčasnosti sa na ošetrovanie týchto produktov používa niekoľko technických postupov devitalizácie mikroorganizmov, predovšetkým nízkoteplotná pasterizácia a pasterizácia s propylénoxidom. V niektorých prípadoch sa používa aj ošetrovanie gama-žiarením. Používané postupy predstavujú určitý kompromis, keď sa dosiahne pomerne vysoký stupeň devitalizácie mikroorganizmov a pritom nedochádza k väčším chemickým zmenám produktu.

Nízkoteplotná pasterizácia pomocou nasýtenej pary, známa ako vákuová parná pasterizácia, dodáva materiálu efektívne teplo v kratšom časovom období v porovnaní s prúdením suchého vzduchu alebo inými tepelnými procesmi. Ukázalo sa, že je účinná pri redukcii patogénov na potravinách s nízkou aktivitou vody a s nerovnomerným povrchom, i keď stupeň inaktivácie bakteriálnych patogénov je pre rôzne komodity variabilný. Americkí vedci skúmali redukciiu patogénov *L. monocytogenes*, *S. enterica* a toxínogénnych *E. coli* na povrchu umelo kontaminovaných makadamských orechov, sušených marhuliach a sušených hrozienkach. Na zníženie obsahu patogénov o 5 desiatkových poriadkov (v kolóniu tvoriacich jednotkách na gram, KTJ/g) bola v prípade makadamských orechov potrebná teplota 72 °C alebo 82 °C a doba pôsobenia 38 min resp. 12 min. V prípade sušených marhúľ pri uvedených teplotách postačovala doba pôsobenia 20 min resp. 5 min. Požadovanú dekontamináciu sušených hrozienok bolo možné dosiahnuť už pri teplotách 62 °C alebo 72 °C a pri dobe pôsobenia 20 min resp. 5 min. Zo štúdie vyplynulo, že nízkoteplotná parná pasterizácia pomocou vákua je účinným a pritom šetrným spôsobom zvýšenia bezpečnosti sušeného ovocia a orechov. Výsledky experimentov a modelových predikcií však nie je z bezpečnostného hľadiska vhodné extrapolovať na akúkoľvek inú komoditu. Odporúča sa pre každý výrobok urobiť vlastné procesné validácie, pretože konfigurácia času a teploty sa môže líšiť.

**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 25, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: janka.korenova@nppc.sk

Propylénoxid je v USA registrovaný fumigant na redukciu baktérií, kvasiniek a plesní na orechoch. Pokyny pre pasterizáciu mandlí pomocou propylénoxidu stanovuje schválený štandardný operačný postup. Je to proces ošetrovania plodov mandlí vstrekaním propylénoxidu vo vákuovej komore za teploty 47–51 °C počas 4 hodín s nasledujúcou ventiláciou 2–5 dní. Dodržaním predpísaných parametrov pasterizácie sa dosiahne redukcia patogénov o 5 desiatkových poriadkov (v KTJ/g). Ak proces pasterizácie nespĺňa požiadavky štandardného operačného postupu, musia sa vykonať nezávislé štúdie, ktoré potvrdia redukciu salmonel minimálne o 4 desiatkové poriadky (v KTJ/g).

V našich laboratórnych experimentoch sme použili na ošetrovanie zrna sóje pred spracovaním mokrou cestou 3 % roztok peroxidu vodíka. Pôsobenie ošetrovacieho roztoku počas 9 min až 18 min zabezpečilo redukciu celkového počtu mikroorganizmov o 4 desiatkové poriadky (v KTJ/g). Pri kratšom pôsobení roztoku, počas 1 min až 3 min, došlo k redukcii mikroflóry len o 2 desiatkové poriadky (v KTJ/g). Ošetrovanie sóje roztokom peroxidu vodíka počas 9 min resp. 18 min má pre výrobcu postačujúci efekt. Redukcia celkového počtu mikroorganizmov o 4 desiatkové poriadky zabezpečí vyhovujúce prostredie počas namáčania sóje pred jej ďalším spracovaním.

Na záver je dôležité upozorniť, že pre poloprevádzkový režim sledovania vplyvu ošetrovania potravín s nízkou aktivitou vody na redukciu prítomných patogénov je vhodné experimentálne identifikovať nepatogénny, „náhradný“ mikroorganizmus, ktorého inaktivačné parametre sú porovnateľné s cieľovými patogénmi. Významne sa tak zníži možnosť nežiadúcej kontaminácie zariadení patogénmi. V prípade sledovania účinku nízkoteplotnej pasterizácie vo vákuu na elimináciu listérií, salmonel a *E. coli* je overeným náhradným mikroorganizmom *Pediococcus acidilactici*.

#### 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.

## ZEFEKTÍVNENIE SÉROTYPIZÁCIE SALMONEL VYUŽITÍM VEĽKOKAPACITNÉHO SEKVENOVANIA DNA

Tomáš Kuchta – Janka Koreňová

Salmonely patria k najvýznamnejším bakteriálnym potravinovým patogénom. Pri ich výskyte v potravinách je predmetom podrobného skúmania sérovar daného kmeňa salmonely a zdroj kontaminácie. Užitočným nástrojom je dlhé roky používaná metóda sérotypizácie, pomocou ktorej sa jednotlivé izoláty salmonel zaraďujú do sérovarov. Týmto spôsobom sa získajú užitočné informácie o najbežnejších zdrojoch, nosičoch, virulencii a patogénite izolovaných kmeňov. Jedným z najčastejšie sa vyskytujúcich sérovarov v celosvetovom meradle je *Salmonella enterica* sérovar Enteritidis, ktorý sa typicky vyskytuje v slepačích vajciach. Po požití kontaminovanej potraviny spôsobuje ľudskú salmonelózu.

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

#### Korešpondencia:

RNDr. Tomáš Kuchta, DrSc., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 25, 82475 Bratislava 26. E-mail: tomas.kuchta@nppc.sk

Sérotypizácia je imunochemická metóda založená na charakterizácii povrchových štruktúr bakteriálnych buniek. V prípade salmonel sa určuje tzv. O-antigén (čo je časť povrchového lipopolysacharidu) a H-antigén (čo je časť proteínu bičíka). Hoci samotné tieto štruktúry nespôsobujú ochorenie, ich variabilita koreluje s typickými vlastnosťami salmonel, s ich virulenciou a patogenitou. Existujú stovky variantov O- a H-antigénov, ktorých kombinácie eviduje tzv. White-Kauffmannova schéma a na jej základe sú jednotlivým sérovarom pridelené názvy. V súčasnosti zahŕňa vyše 2 600 sérovarov salmonel.

V laboratóriu sa sérotypizácia vykonáva ako rad sérologických skúšok, pri ktorých sa k bakteriálnym bunkám na sklíčku pridávajú špecifické O- a H-antiséra (protilátky). Pozitívna reakcia sa prejavuje aglutináciou (zrazením), čo je možné odčítať voľným okom. Metóda je laboratórne jednoduchá, avšak materiálne vybavenie potrebné na identifikáciu väčšiny sérovarov, vrátane tých menej bežných, je cenovo náročné.

Alternatívou k tradičnej aglutinačnej sérotypizácii salmonel je nedávno vypracovaná metóda založená na polymerázovej reťazovej reakcii (PCR) a sekvenovaní DNA. Metóda využíva variabilitu sekvencií génov zodpovedných za zloženie O- a H-antigénov. Podstatné sú dvojice génov pre O-antigén, resp. pre H-antigén (*wzx* a *wzy* resp. *fliC* a *fljB*). Molekulárno-biologický prístup preukázal dobré identifikačné parametre a viacero výhod, avšak vo svojej pôvodnej verzii je zdĺhavý, prácny a drahý. Získané poznatky sa využili pri vývoji najnovšej metódy, ktorá využíva technológiu veľkokapacitného sekvenovania DNA a je založená na bioinformatickej analýze celogenómových sekvencií DNA.

Súčasná technológia veľkokapacitného sekvenovania DNA umožňuje rýchle sekvenovanie celého genómu kmeňov salmonel za prijateľnú cenu. Vo výskumných laboratóriách boli vypracované príslušné pracovné postupy a samotné sekvenovanie už vykonávajú špecializované pracoviská vo forme služby. Na spracovanie získaných dát sú k dispozícii užívateľsky zrozumiteľné softvérové nástroje, napríklad programy SISTR a SeqSero2, ktoré sú bezplatné. Tieto počítačové programy pracujú na mierne odlišných princípoch. SISTR (*Salmonella in silico* typing resource) využíva pri klasifikácii väčší počet génov, o ktorých sa vie, že sú charakteristické pre daný sérovar. SeqSero2 je druhý vývojový variant programu, ktorý na klasifikáciu využíva hlavne sekvencie génov kódujúcich O- a H-antigén.

Nemeckí mikrobiológovia pod vedením Dr. Malornyho otestovali uvedené počítačové programy, pričom retrospektívne analyzovali vyše 1 600 kmeňov zahrňujúcich 72 sérovarov. Pomocou programu SISTR sa im podarilo správne sérotypicky klasifikovať 94 % kmeňov a pomocou SeqSero2 to bolo 87 % kmeňov. Oba programy sa ukázali ako rýchle, dobre ovládateľné a vhodné na rutinné použitie. Súčasťou výsledkov štúdie boli návrhy na zdokonalenie laboratórnych postupov pri celogenómovom sekvenovaní, ktorými je možné zvýšiť úroveň správnosti bioinformatickej sérotypizácie. K takýmto patrí napríklad použitie inej ako enzymatickej fragmentácie DNA pri príprave sekvenačných knižníc, aby sa zabránilo vyriedeniu fragmentov génov kódujúcich O-antigén, ktorý má veľmi nízky obsah GC-párov.

Hlavnou výhodou opísaného postupu založeného na využití celogenómového sekvenovania je možnosť sérotypicky klasifikovať ľubovoľný izolovaný kmeň salmonel, vrátane raritných alebo neočakávaných sérovarov. Ťažisko sa v ňom presúva z mikrobiologickej laboratórnej práce, kde je veľmi dôležitá správna príprava bakteriálnej kultúry s exprimovanými antigénmi, do molekulárno-biologického laboratória a k bioinformatickému spracovaniu dát. Hoci sa zatiaľ nepodarilo dosiahnuť úplnú zhodu novej metódy s klasickou, na ďalšom vývoji sa pracuje a v blízkej budúcnosti ju môžeme očakávať.

#### Podakovanie

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SiFood, 313011V336 (313V33600010), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## AKO SPRÁVNE NASTAVIŤ DOBU TRVANLIVOSTI POTRAVINÁRSKÝCH VÝROBKOV

Jana Minarovičová – Janka Koreňová

Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1169/2011 zabezpečuje ochranu spotrebiteľa vo vzťahu k informáciám o potravinách. Dobu trvanlivosti potravinových výrobkov uvedených na trh určuje pojmom ako dátum minimálnej trvanlivosti, resp. dátum spotreby. Dátum minimálnej trvanlivosti je uvádzaný najčastejšie na trvanlivých potravinách (rastlinný olej, čokoláda, mrazené, sušené, konzervované potraviny). Potraviny po dátume minimálnej trvanlivosti sa môžu skonzumovať, ak boli správne skladované a obal nebol poškodený. Dátumom spotreby sa označujú potraviny, ktoré podliehajú rýchlej skaze (čerstvé mäso, čerstvé syry, mäsové a mliečne výrobky). Po uplynutí dátumu spotreby už potravina nie je zo zdravotného hľadiska bezpečná, t. j. neodporúča sa ju konzumovať a to ani za predpokladu, že boli dodržané podmienky skladovania.

Výrobcovia potravín, ktorí inovujú svoje výrobky, vyvíjajú nové výrobky alebo dodávajú do obchodnej siete čerstvé potraviny, by mali mať exaktne určenú bezpečnú dobu trvanlivosti svojich produktov. Nariadenia komisie (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériách pre potraviny umožňuje správne určenie týchto dôležitých parametrov na základe tzv. skladovacích testov (challenge tests) a vedeckých štúdií určenia doby trvanlivosti (shelf-life studies).

Pri vypracovaní vedeckej štúdie sa zohľadňujú fyzikálno-chemické vlastnosti produktu (hodnota pH, aktivita vody, obsah soli, koncentrácia konzervačných látok) a obalového systému, pričom sa zohľadňujú tiež podmienky spracovania, skladovania a riziká kontaminácie. Experimentálne štúdie na určenie správnej doby trvanlivosti trvanlivých potravín sú zamerané na vybrané mikroorganizmy prirodzene sa vyskytujúce vo výrobku, ktoré môžu predstavovať hygienické alebo zdravotné riziko. Experimentálne je potrebné vykonať skladovací test na zistenie schopnosti rastu alebo prežívania príslušného mikroorganizmu v produkte za rôznych podmienok skladovania. Výsledky analýzy sa spracujú matematickým modelovaním do prediktívneho modelu a doplnia sa informáciami z vedeckej literatúry. Takéto štúdie musia zohľadňovať variabilitu produktu, príslušných mikroorganizmov a špecifické podmienky spracovania a skladovania.

Príkladom z našej výskumnej praxe je využitie skladovacieho testu na nastavenie a overenie správnej doby trvanlivosti výrobkov z nepasterizovaného ovčieho mlieka. Pre tento typ výrobkov je z hľadiska zdravotnej bezpečnosti limitované množstvo patogénnej baktérie *Listeria monocytogenes* počas ich uchovateľnosti na menej ako 100 KTJ/g. Uchovateľnosť je termín definovaný legislatívou ako obdobie zodpovedajúce lehote predchádzajúcej dátum spotreby alebo dátum minimálnej trvanlivosti. V umelo kontaminovaných ovčích hrudkových syroch vyrobených z nepasterizovaného mlieka sme zistili rastový potenciál *L. monocytogenes* pri rôznych teplotách skladovania. Na základe prediktívneho modelu sme potom určili bezpečnú teplotu (do 6 °C) a dobu skladovania výrobku (maximálne 24 h), počas kto-

**Jana Minarovičová, Janka Koreňová**, 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 25, 82475 Bratislava 26. E-mail: jana.minarovicova@nppc.sk



rej sa množstvo potenciálne prítomnej *L. monocytogenes* nezvýši nad hodnotu 100 KTJ/g. Rozmnožovanie *L. monocytogenes* je v tomto prípade obmedzované nielen nízkou teplotou skladovania, ale aj prítomnosťou prirodzenej kyslomliečnej mikroflóry.

Obdobné vedecké štúdie sme vypracovali aj na určenie správnej doby trvanlivosti letnej, zimnej a ovčej bryndze vyrobených z ovčieho hrudkového syra z nepasterizovaného mlieka. Overili sme, že takto vyrobená bryndza je potravinou, ktorá nepodporuje rozmnožovanie *L. monocytogenes*. Znamená to, že je bezpečná počas 14 dní, ak sa skladuje pri teplote do 6 °C.

Príkladom aplikácie štúdie trvanlivosti, ktorú sme tiež realizovali na našom pracovisku, je stanovenie doby trvanlivosti inovovaných pekárskych výrobkov (trdelník, kokosové sušienky). V prípade jemných pekárskych výrobkov predstavuje potenciálne nebezpečenstvo výskyt vláknitých húb, kvasiniek, sporulujúcich baktérií *Bacillus cereus* a koliformných baktérií. Experimentálnou štúdiou sme pre trdelník potvrdili správne nastavenie doby trvanlivosti 7 dní pri teplote skladovania do 25 °C a relatívnej vlhkosti 55 %. V prípade kokosových sušienok sme potvrdili správne nastavenie doby trvanlivosti 8 dní pri teplote skladovania do 20 °C a relatívnej vlhkosti 60 %. Pri týchto podmienkach skladovania výrobky splnili legislatívou stanovené mikrobiologické kritériá pre požadovaný stupeň hygieny výroby.

Experimentálne nastavenie podmienok skladovania a vypracovanie vedeckej štúdie určenia doby trvanlivosti potravín predstavujú pre výrobcov vedecky podložené a overené údaje pre nastavenie správnej doby trvanlivosti produktov uvádzaných na trh. Výrobcom týmto spôsobom vedú zabezpečiť zdravotnú a hygienickú bezchybnosť svojich výrobkov počas celej doby ich trvanlivosti.

#### Podakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood, 313011V336 (313V33600010), spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## SÚČASNÉ MOŽNOSTI MIKROBIÁLNEJ DEGRADÁCIE PLASTOVÝCH OBALOV

Tomáš Kuchta – Janka Koreňová

Význam obalov z hľadiska zachovania kvality potravín je nesporný a známy od nepamäti. Obal chráni potravinu pred chemickým alebo fyzikálnym poškodením, pred kontamináciou mikroorganizmami alebo škodcami, napomáha zachovaniu formy, tvaru, textúry, arómy, reguluje obsah vody v potravine a predlžuje jej trvanlivosť. Obal plní dôležitú funkciu aj z legislatívneho a marketingového hľadiska, ako nosič informácií o potravine určených pre spotrebiteľov. Tým, že obal potravinu chráni pred poškodením a predlžuje jej trvanlivosť, prispieva k minimalizácii odpadu z potravín. Na druhej strane však samotný obal po použití vytvára odpad.

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

#### Korešpondencia:

RNDr. Tomáš Kuchta, DrSc., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 25, 82475 Bratislava 26. E-mail: tomas.kuchta@nppc.sk

Obaly sa stále vyvíjajú, majú lepšie vlastnosti, nižšiu hmotnosť, hľadajú sa možnosti ako ich po využití lepšie spracovať – recyklovať. V posledných rokoch sa podstatne zdokonalili najmä plastové obaly potravinárskych výrobkov a v súčasnosti je pre výrobcov k dispozícii ich veľký výber. S rastúcou globálnou spotrebou, nízkou mierou recyklácie či opakovaného použitia a prirodzenou odolnosťou plastov proti degradácii sa však začala ich nadmerná akumulácia v životnom prostredí. V súčasnosti už predstavuje veľkú ekologickú hrozbu, pritom ekologická likvidácia plastového odpadu nie je doteraz vyriešená a je predmetom výskumu. Jednou z atraktívnych možností je využitie mikroorganizmov na degradáciu plastov a tejto téme sa venuje viacero vedeckých inštitúcií vo svete.

K najčastejšie používaným materiálom v oblasti potravinárskych obalov patria polyetyléntereftalát, polyetylén a polystyrén. Na ich degradáciu treba počítať s použitím rôznych mikroorganizmov, ktoré disponujú príslušnými enzýmami. Vo všeobecnosti však ide v princípe o veľmi pomalý proces, keďže polyméry sú rezistentné k enzýmovému ataku. Súvisí to so značnou veľkosťou ich molekúl, pevnosťou väzieb C-C a vysokou hydrofóbnosťou povrchu. K vyššej efektívnosti degradácie prispieva mechanické drvenie na menšie častice, čím sa zväčšuje reakčný povrch.

Polyetyléntereftalát (PET) sa používa hlavne na výrobu fliaš. Jeho ročná produkcia je viac ako 30 miliónov ton. Je to polárny, lineárny polymér opakujúcich sa jednotiek aromatickej kyseliny tereftalovej a etylénglykolu. Je to termoplast a má čiastočne kryštalickú štruktúru. Degradovať ho dokáže len niekoľko druhov baktérií a húb. Spomedzi baktérií sú to najmä Gram-pozitívne aktinobaktérie z rodov *Thermobifida* a *Thermomonospora*. Využívajú na to enzýmy serínové hydrolázy, medzi ktoré patria kutinázy, lipázy a karboxylesterázy. Tieto enzýmy majú charakteristickú štruktúru s katalytickým miestom osahujúcim triádu serín-histidín-aspartát.

Ďalšou zaujímavou baktériou degradujúcou PET je *Ideonella sakaiensis*, patriaca medzi Burkholderiales, ktorá dokáže využívať PET ako hlavný zdroj uhlíka a energie. Okrem hydrolázy produkuje aj unikátny enzým umožňujúci vnútrobunkový metabolizmus hydrolyzovaných monomérov. Medzi huby, ktoré dokážu degradovať PET, patria zástupcovia rodov *Fusarium* a *Humicola* disponujúci kutinázami.

V posledných rokoch sa na vyhľadávanie mikroorganizmov schopných degradácie plastov používajú moderné molekulárno-biologické metódy, ktorými sa najprv osekvenujú celé genómy veľkého počtu mikrobiálnych kmeňov a potom sa v nich bioinformatickými metódami vyhľadávajú gény obsahujúce štruktúrne motívy zo známych degradačných enzýmov. Takýmto spôsobom sa napríklad podarilo identifikovať perspektívnu kutinázu u *Pseudomonas pseudoalcaligenes* a lipázu u *Pseudomonas pelagia*. Uvedené kmene preukázali degradáciu PET aj experimentálne.

Polyetylén (PE) sa používa hlavne na výrobu obalových fólií a vreciek. Jeho ročná produkcia je viac ako 100 miliónov ton. Je to dlhoreťazcový polymér etylénu a vyrába sa v rôznych verziách, najmä ako PE s nízkou hustotou (low-density PE, LD-PE) a s vysokou hustotou (high-density PE, HD-PE), pričom rozdiel je vo frekvencii rozvetvení molekuly. Rôzne druhy PE majú odlišné fyzikálne vlastnosti v pomerne širokom rozsahu, čo je výhodné. V literatúre sa opisuje nečakane veľa druhov mikroorganizmov, ktoré údajne degradujú PE. Sú to jednak Gram-negatívne baktérie z rodov *Pseudomonas*, *Ralstonia* a *Stenotrophomonas*, Gram-pozitívne baktérie z rodov *Rhodococcus*, *Staphylococcus*, *Streptomyces* a *Bacillus*, a tiež huby z rodov *Aspergillus*, *Cladosporium* a *Penicillium*. Najnovšie štúdie však vniesli do predchádzajúcich poznatkov pochybnosti, pretože sa ukázalo, že pravdepodobne nešlo o degradáciu PE, ale o metabolizmus aditív, ktoré predstavujú značný podiel hmoty komerčných plastových materiálov. Degradáciu samotného PE sa doteraz podarilo preukázať len použitím lakkázy z *Penicillium simplicissimum*.

Polystyrén (PS) sa používa na výrobu krabíc, pričom časť je vo forme penového PS, ktorý má tepelno-izolačné vlastnosti. Ročne sa ho vyrobí okolo 14 miliónov ton. Je to vyso-

komolekulový polymér styrénu. Hoci dosiaľ nie je známy žiadny enzým, ktorý by ho dokázal degradovať, zistilo sa, že huby *Gloeophyllum trabeum* a *Gloeophyllum striatum* ho dokážu depolymerizovať. Hoci sú v literatúre zmienky aj o degradácii PS baktériami, podobne ako v prípade PE sa na výskum nepoužili vedecky korektné metódy a je pravdepodobné, že šlo iba o metabolizmus aditív. Na druhej strane je zaujímavé, že monomér styrén dokáže metabolizovať pomerne veľa druhov baktérií, menovite rody *Pseudomonas*, *Xanthobacter*, *Rhodococcus* a *Corynebacterium*. Využívajú na to enzýmy styrénonooxygenázu, styrénoxidizomerázu a fenylacetaldehyddehydrogenázu, ktoré atakujú vinylový bočný reťazec styrénu. Na rozloženie samotného aromatického jadra využívajú enzýmy 2,3-dioxygenázu a 2,3-dihydrodioldehydrogenázu s nasledujúcou degradáciou pomocou nešpecifických enzýmov. Alternatívnu metódu degradácie PS predstavuje mikrobiálny metabolizmus tzv. styrenového oleja, ktorý sa pripravuje pyrolýzou a vzniknutý substrát degradujú baktérie *Pseudomonas putida* alebo *Rhodococcus zopfii*. Negatívnou stránkou tejto technológie však je, že pyrolýza PS sa uskutočňuje pri 520 °C a je teda energeticky veľmi náročná.

Celkove možno povedať, že poznatkov o mikrobiálnej degradácii súčasných bežných plastových materiálov je stále nedostatok a príslušná technológia nebude k dispozícii v blízkej budúcnosti. Dovtedy sa preto treba venovať zefektívneniu používania ťažko degradovateľných plastových obalových materiálov a možnostiam ich recyklácie či opätovného použitia, hoci práve v potravinárstve sú možnosti obmedzené. Zaoberať sa treba tiež vývojom nových, ľahšie degradovateľných a pritom funkčných potravinárskych obalových materiálov.

#### 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.

## AKÚTNE ZDRAVOTNÉ RIZIKÁ spojené s prítomnosťou kyanogénnych glykozidov v surových marhuľových jadrách a vo výrobkoch z nich získaných

Angela Světlíková – Danko Šalgovičová

Glykozidy predstavujú rozsiahlu skupinu sekundárnych metabolitov rastlín. Ich molekula je tvorená sacharidovou zložkou (tzv. glykón) a nesacharidovou zložkou (tzv. aglykón), vzájomne prepojených glykozidickou väzbou. Aglykón je biologicky účinná a nezriedka až prudko jedovatá látka, uvoľňujúca sa hydrolytickým štiepením. Glykozidy sú v rastlinách bohato zastúpené, nachádzajú sa v koreňoch, listoch, plodoch aj v semenách rastlín. Hromadia sa v pokožke a parenchýme listov, v pletivách okolo cievnych zväzkov, v kôre drevín a v podzemných orgánoch rastlín. Glykozidy majú väčšinou horkú až pálčivú chuť, špecifickú vôňu či zápach. Niektoré toxické glykozidy pôsobia vo fyziologických dávkach na ľud-

**Angela Světlíková, Danko Šalgovičová**, Odbor hodnotenia rizika, potravinových databáz a spotrebiteľského výskumu, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Angela Světlíková, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 25, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: angela.svetlikova@nppc.sk

ský organizmus (resp. na niektoré orgány) priaznivo, väčšina z nich však pre svoju jedovatosť nenachádza v medicíne uplatnenie.

Z kyanogénnych glykozidov sa hydrolýzou okrem glukózy odštiepuje aj vysoko toxický aglykón kyanovodík (HCN). Kyanovodík v ľudskom organizme blokuje mnoho dôležitých enzýmov. Z toxikologického hľadiska je najpodstatnejšia inhibícia dýchacieho enzýmu cytochrómoxidázy v mitochondriách. Tkanivá a bunky následne nevedia využiť kyslík, ktorý je transportovaný krvou a dochádza k „vnútornému duseniu“ (porucha prenosu kyslíka ku tkanivám).

Hlavným kyanogénnym glykozidom prítomným v surových marhuľových jadrách je amygdalín, ktorý sa pri žuvaní alebo mletí rozkladá na kyanid. Kyanid je pre ľudí vysoko toxický. Vedecká skupina pre kontaminanty v potravinovom reťazci (CONTAM) Európskeho úradu pre bezpečnosť potravín (European Food Safety Authority, EFSA) vychádzala pri posudzovaní akútnych zdravotných rizík spojených s prítomnosťou kyanogénnych glykozidov v surových, nespracovaných celých, drvených, mletých, lúpaných a sekaných marhuľových jadrách z akútnej referenčnej dávky (Acute Reference Dose, *ARfD*) 20 µg/kg telesnej hmotnosti.

Amygdalín zaujíma vedcov už viac ako 200 rokov. Bol objavený vďaka ázijskému kmeňu Hunza, žijúcemu na pakistansko-indickom pomedzí. Ľudia žijúci v tomto kmeni sa dožívajú veľmi vysokého veku a prakticky netrpia žiadnym typom rakoviny. Hunzovia vo veľkom konzumujú marhule a ich jadrá, ktoré sú bohatým zdrojom amygdalínu. Amygdalín sa nachádza okrem jadier marhúľ tiež v jadrách jabĺk, broskyň, sliviek, červených čerešniach, horkých mandliach, ľanových semiačkach, černiciach, malinách alebo strukovinách.

Amygdalín na liečbu rakoviny prvýkrát použili v Rusku a neskôr aj v USA. Americkí vedci vyhlásili, že amygdalín bráni vzniku onkologických ochorení a selektívne zabíja nádorové bunky a následne ho pomenovali vitamín B17. V 50. rokoch minulého storočia americkí vedci vytvorili čistenú formu amygdalínu, známu ako Laetril, ktorá sa následne stala v 60. a 70. rokoch populárnou alternatívnou liečbou rakoviny. To všetko sa dialo bez predošlého preukázania účinnosti. Podanú žiadosť o testovanie prostriedku na ľuďoch americký Úrad pre kontrolu potravín a liečiv (FDA, Food and Drug Administration) zamietol z dôvodu nedostačujúcich výsledkov predklinických experimentov na zvieratách. Z tohto dôvodu od roku 1980 je Laetril na liečbu rakoviny v mnohých krajinách, v USA a v Európe zakázaný.

Klinické príznaky akútnej intoxikácie kyanidom u ľudí zahŕňajú rýchle dýchanie, pokles krvného tlaku, rýchly pulz, závrat, bolesť hlavy, bolesť žalúdka, vracanie, hnačku, duševnú zmätenosť, zášklby a kŕče. Smrť v dôsledku otravy kyanidom môže nastať vtedy, keď hladina kyanidu prekročí limit, ktorý môže jedinec detoxikovať. Akútna smrteľná dávka kyanovodíka pre ľudí je 0,5–3,5 mg na kilogram telesnej hmotnosti. V minulosti v Austrálii a na Novom Zélande došlo k mnohým otravám po konzumácii surových marhuľových jadier, ktoré obsahovali vysoké hladiny kyanovodíka. Prítomnosť HCN je regulovaná nariadením (ES) č. 1334/20081 o arómach a určitých zložkách potravín s aromatickými vlastnosťami, na použitie v potravinách. Maximálna hladina HCN je 50 mg/kg v nugáte, marcipáne alebo v jeho náhradách, alebo v podobných výrobkoch, 5 mg/kg v konzervovanom kôstkovom ovocí a 35 mg/kg v alkoholických nápojoch. Ak sa vezmú do úvahy do EFSA nahlásené hodnoty obsahu kyanogénnych glykozidov v nespracovaných marhuľových jadrách, *ARfD* by bola prekročená už po konzumácii veľmi malého množstva nespracovaných marhuľových jadier.

Aj na základe týchto faktov Európska komisia požiadala vedeckú skupinu pre kontaminanty v potravinovom reťazci (CONTAM) EFSA o hodnotenie akútneho rizika kyanogénnych glykozidov v surových marhuľových jadrách a vo výrobkoch z nich získaných. K hodnoteniu akútneho rizika sa využili toxikologické údaje pre kyanovodík. Žiaľ, v databáze EFSA neboli k dispozícii žiadne údaje o spotrebe marhuľových jadier. Na posúdenie expozície sa preto použil najvyšší počet jadier podporovaný predajcami marhuľových jadier pre bežnú populá-



ciu a pacientov s rakovinou (10 a 60 jadier) spolu s najvyššími a najnižšími priemernými hodnotami obsahu kyanidu v horkých marhuľových jadrách.

Záverom hodnotenia bolo odhadnutie maximálneho množstva marhuľových jadier (alebo surového marhuľového materiálu), ktoré je možné konzumovať bez prekročenia *ARfD*, a to 0,06 g u batoliat a 0,37 g u dospelých. Takýmto spôsobom uskutočnené hodnotenie rizika sa vníma ako nadhodnotený a odporúča sa zopakovať ho s novými údajmi. K uskutočneniu presnejšieho hodnotenia akútneho rizika bude potrebné doplnenie údajov o výskyte kyanidu v sladkých a horkých marhuľových jadrách, údajov o výskyte kyanidu v celých surových marhuľových jadrách a vo výrobkoch z nich získaných, a tiež údajov o spotrebe výrobkov pripravených zo surových marhuľových jadier rôznymi skupinami spotrebiteľov (muži, ženy, deti).

## AKTUALIZÁCIA HODNOTENIA RIZIKA NIKLU V POTRAVINÁCH A PITNEJ VODE

Danka Šalgovičová – Angela Svätliková

Európska komisia požiadala Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA, European Food Safety Authority), aby aktualizoval svoje predchádzajúce vedecké stanovisko z roku 2015 k rizikám pre verejné zdravie v súvislosti s prítomnosťou niklu v potravinách a pitnej vode, s prihliadnutím na nové údaje o výskyte, usmernenie k aktualizovanej najnižšej karcinogénnej dávke (*BMD*, benchmark dose) a všetky novo dostupné vedecké informácie. Vedecká skupina pre kontaminanty v potravinovom reťazci (CONTAM) vypracovala návrh vedeckého stanoviska, ktoré prešlo verejnou konzultáciou od 4. júna 2020 do 15. júla 2020. Obdržané pripomienky sú súčasťou vedeckého stanoviska EFSA z roku 2020 vrátane ich posúdenia, vyhodnotenia a zapracovania.

Nikel je rozšírenou súčasťou zemskej kôry a je v biosfére všadeprítomný. Jeho prítomnosť v potravinách a pitnej vode môže pochádzať z prírodných aj antropogénnych zdrojov. Nikel sa vyskytuje v rôznych oxidačných stavoch. V potravinách a pitnej vode sa nikel zvyčajne vyskytuje v dvojmocnej forme, čo je najstabilnejší oxidačný stav. Nikel sa zvyčajne meria v potravinách ako celkový obsah niklu a existuje len málo štúdií o stanovovaní iných foriem niklu v potravinách. Všeobecne sa predpokladá, že nikel sa v potravinách vyskytuje vo forme komplexne viazaného organického niklu, ktorý má odlišné fyzikálno-chemické a možno aj odlišné biologické vlastnosti ako anorganický nikel.

Nikel je kov, ktorý sa nachádza v prírode vo forme zlúčenín so sírou, arzénom a kyslíkom. Nachádza sa vo vode a v mnohých potravinách (napr. vnútornosti, sója, rôzne druhy ovocia a zeleniny, čokoláda, kakao, rôzne druhy orechov alebo v potravinách v poniklovaných konzervách). Človek prijíma potravou malé množstvo niklu, ktoré je nevyhnutné pre jeho zdravie. Vyskytuje sa v pôde, do ovzdušia sa dostáva vplyvom sopečnej činnosti. Používa sa v mnohých zliatinách a chemických zlúčeninách. Hlavným zdrojom expozície človeka je kontaminovaná potrava a pitná voda a priamy kontakt s pokožkou pri používaní výrobkov s obsahom niklu. Najbežnejšími symptómom negatívneho účinku niklu v závislosti od dávky je

**Danka Šalgovičová, Angela Svätliková**, Odbor hodnotenia rizika, potravinových databáz a spotrebiteľského výskumu, 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

výskyt alergických reakcií, sčervenanie pokožky, tvorba vyrážok, chronická bronchitída a zníženie funkcie pľúc.

Na výpočet chronickej a akútnej expozície v potravinách a pitnej vode EFSA použil viac ako 47 000 analytických výsledkov o výskyte niklu. Analytické výsledky z databázy EFSA pochádzali z 26 krajín z rokov 2009–2019. Celkove 63 % analýz o výskyte niklu sa týkalo potravín a 37 % sa týkalo pitnej vody. Čo sa týka analytických výsledkov o výskyte niklu, Slovensko poskytlo za Nemeckom najviac údajov. K hodnoteniu rizika EFSA využil údaje o spotrebe rôznych skupín spotrebiteľov taktiež z databázy EFSA Comprehensive Database, ktorá je klasifikovaná so systémom FoodEx. Údaje o spotrebe pochádzali z 23 krajín. Na vyhodnotenie výsledkov EFSA použil počítačový program SAS Statistical Software.

Panel CONTAM uplatnil všeobecné zásady identifikácie a charakterizácie nebezpečenstva pre chemické látky v potravinách, ako sú opísané v WHO/IPCS (2009), ako aj rôzne usmerňovacie dokumenty EFSA týkajúce sa hodnotenia rizika niklu. EFSA vykonal komplexné vyhľadanie literatúry pre recenzovaný pôvodný výskum týkajúci sa nepriaznivých účinkov na zdravie experimentálnych zvierat a ľudí po orálnej expozícii. Stratégia vyhľadávania bola navrhnutá na identifikáciu vedeckej literatúry zaoberajúcej sa toxikokinetikou, toxicitou a spôsobom účinku. Toto vedecké stanovisko je aktualizáciou predchádzajúceho vedeckého stanoviska k niklu v potravinách a pitnej vode, ktoré bolo zverejnené v roku 2015 a pre ktoré sa hľadanie literatúry uskutočnilo v roku 2013. Bolo rozhodnuté, že sa hľadanie literatúry neobmedzilo na publikácie v angličtine.

Ako kritický účinok pre charakterizáciu chronického rizika bol identifikovaný zvýšený výskyt postimplantačných strát u potkanov. Ako referenčný bod pre stanovenie hodnoty bola vybraná  $BMDL_{10}$  1,3 mg/kg telesnej hmotnosti denne a tolerovateľný denný príjem (TDI, Tolerable Daily Intake) 13 µg/kg telesnej hmotnosti. Za kritický účinok na charakterizáciu rizika akútnej orálnej expozície sa považovali kožné ekzematózne reakcie vyvolané u ľudí postihnutých systémovou kontaktnou dermatitídou (SCD, Systemic Contact Dermatitis). Ako referenčný bod bola vybraná najnižšia pozorovaná úroveň nepriaznivých účinkov 4,3 µg/kg telesnej hmotnosti. Použil sa prístup rozpätia expozície (MOE, Margin of Exposure) a jeho hodnota 30 alebo vyššia sa považovala za ukazovateľ nízkej obavy o zdravie.

Najvyššie priemerné obsahy niklu boli namerané pre kategóriu potravín „Strukoviny, orechy a olejniny“, najmä pre sójové bôby, múku zo sójových bôbov, gaštany a kešu oriešky a pre kategóriu potravín „Výrobky na špeciálne výživové použitie“, najmä pre rastlinné výťažky a minerálne doplnky. Priemerná chronická expozícia niklu v rôznych stravovacích prieskumoch sa pohybovala od 1,57 µg/kg do 1,89 µg/kg telesnej hmotnosti za deň u starších osôb a od 12,5 µg/kg do 14,6 µg/kg telesnej hmotnosti za deň u batoliat. Pritom 95. percentil chronickej expozície niklu v rôznych stravovacích prieskumoch sa pohyboval od 3,35 µg/kg do 3,93 µg/kg telesnej hmotnosti za deň u starších osôb a od 28,1 µg/kg do 29,9 µg/kg telesnej hmotnosti za deň u dojčiat.

Záverom je možné povedať, že na zníženie neistoty pri hodnotení akútneho a chronického rizika je potrebných viac informácií o perorálnej dostupnosti niklu u ľudí pri rôznom režime dávok (t.j. nalačno a po jedle). Odporúča sa vykonať nové štúdie s väčším počtom jedincov citlivých na nikel a s rôznym režimom a úrovňou dávok, čo umožní lepšiu charakterizáciu reakcie na dávku. Takéto štúdie by vytvorili základ pre presnejšie hodnotenie rizika u osôb citlivých na nikel. Potrebné sú aj informácie o možnej prítomnosti nanočastíc niklu v potravinách a pitnej vode.

Nie je známe, že by orálna expozícia niklu senzibilizovala, ale nikel môže u osôb citlivých na nikel po perorálnom užití vyvolať kožné ekzematózne reakcie. Predchádzajúce stanovisko z roku 2015 naznačuje, že môže existovať súvislosť medzi expozíciou niklu a nepriaznivými reprodukčnými a vývojovými výsledkami. V niekoľkých dostupných štúdiách neboli hlásené žiadne jasné príznaky neurotoxicity. Nie sú k dispozícii žiadne údaje, ktoré by spájali rakovinu u ľudí s orálnou expozíciou niklu.

## EÚ PLÁNUJE ZMENY V OZNAČOVANÍ POTRAVÍN

Anna Giertlová

Európska komisia prijala 20. mája 2020 „Stratégiu od farmy po vidličku“ (Farm to Fork Strategy). Cieľom tejto stratégie je znížiť environmentálnu a klimatickú stopu celého potravinového systému a pomôcť pri prechode na zdravú a dlhodobu udržateľnú stravu v krajinách EÚ. Stratégia sa zameriava na celý potravinový reťazec, ale zdôrazňuje najmä potrebu stimulovať udržateľné spracovanie potravín a reformuláciu potravinárskych výrobkov, posilniť postavenie spotrebiteľov prostredníctvom informácií na etiketách a znižovať plytvanie potravinami. „Stratégia od farmy po vidličku“ oznámila, že Európska komisia navrhla niekoľko opatrení vrátane nasledujúcich.

### Návrh harmonizovaného povinného označenia výživovej hodnoty na prednej strane obalu

Spotrebitelia nie vždy rozumejú výživovým údajom uvedeným na zadnej strane obalu. Údaje nie sú jasné a zrozumiteľné a spotrebiteľ nie je schopný si vybrať zdravšie potraviny na základe týchto údajov. Zámerom je zaviesť harmonizovaný spôsob označovania výživových údajov na prednej strane obalu, ktorý by pomohol spotrebiteľovi porozumieť výživovým hodnotám a následne vybrať zdravšie potraviny pri nákupe. V súčasnosti sú v EÚ zaužívané štyri rôzne doplnkové grafické systémy označovania výživovej hodnoty na prednej strane obalu ako napr. NutriScore založený vo Francúzsku alebo taliansky systém NutriInform Battery. Ako podklad na tvorbu harmonizovaného návrhu povinného označenia výživovej hodnoty na prednej strane obalu budú použité existujúce grafické systémy, ktoré budú dôsledne prehodnotené.

### Zavedenie „výživových profilov“, ktoré by obmedzovali zdravotné a výživové tvrdenia na propagáciu potravín s vysokým obsahom tukov, cukrov alebo soli

Cieľom zavedenia výživového profilu potraviny tzv. nutrient profiles je predísť situáciám keď výživové a zdravotné tvrdenia na potravine môžu maskovať skutočný nutričný status potraviny a zmiasť spotrebiteľa pri snahe o výber zdravšej potraviny. Zámerom týchto krokov je stimulovať výrobcov k reformulácii produktov na zdravšie a uľahčiť spotrebiteľovi výber zdravších potravín. V súčasnosti každá potravina môže mať uvedené výživové a zdravotné tvrdenia bez ohľadu na to koľko obsahuje tukov, nasýtených mastných kyselín, cukrov alebo soli. To, že potravina resp. výrobok obsahuje jednu konkrétnu živinu, napr. „obsahuje vlákninu“ alebo je „nízkotučná“, to z nej ešte nerobí zdravšiu potravinu. Na zloženie výrobku sa musíme pozerieť komplexne z pohľadu viacerých kľúčových živín a obzvlášť kriticky na tie živiny, ktoré pri vyššej spotrebe vplyvajú nepriaznivo na naše zdravie. Spotrebiteľ bude môcť pri nákupe ľahko porovnať jeden výrobok s druhým.

**Anna Giertlová**, Odbor hodnotenia rizika, potravinových databáz a spotrebiteľského výskumu, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

*Korešpondencia:*

Ing. Anna Giertlová, Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 25, 82475 Bratislava 26.  
E-mail: anna.giertlova@nppc.sk

### Zvážiť povinné označenie pôvodu potraviny aj pre ďalšie kategórie potravín

Spotrebiteľov pri nákupe potravín čoraz viac zaujíma pôvod potraviny ako aj dĺžka dodávateľského reťazca. V súčasnosti je označovanie pôvodu povinné pre mäso, ryby, vajcia, ovocie, zeleninu či med. Rastie však požiadavka od spotrebiteľov poznať pôvod aj ďalších kategórií potravín. Podľa dostupných údajov by spotrebiteľia ocenili informáciu odkiaľ pochádza ryža, králičie mäso či divina, ale aj pôvod niektorých surovín použitých na výrobu potravinárskych výrobkov, napr. pôvod mlieka či mäsa vo výrobkoch, tvrdej pšenice použitej na výrobu cestovín, či pôvod paradajok v paradajkových výrobkoch.

### Revízia pravidiel EÚ o označení dátumu („spotrebujte do“ a „minimálna trvanlivosť do“)

Ďalším problémom súčasného označovania je, že mnoho spotrebiteľov nechápe rozdiel medzi dátumom spotreby a minimálnou trvanlivosťou potraviny. Podľa Eurobarometra 2015 len menej než polovica spotrebiteľov rozumie, čo znamená „spotrebujte do“, t.j. dátum, do ktorého je bezpečné potravinu zjesť, a „minimálna trvanlivosť do“, t.j. dátum, do ktorého si potravina uchováva optimálnu kvalitu, hoci aj po tomto dátume je bezpečná na konzumáciu. V Európe sa vyhadzuje až 20 % potravín. Odhaduje sa, že nesprávne chápanie dátumov na obale potraviny prispieva k celkovej produkcii potravinového odpadu podielom asi 10 %. Jedným z návrhov na riešenie tohto problému je zrušenie dátumu minimálnej trvanlivosti a ponechanie len jedného dátumu, do ktorého by bola potravina zdravotne bezpečná na konzumáciu (v súčasnosti ide o dátum „spotrebujte do“).

Európska komisia pozýva do pripomienkového konania všetky zainteresované osoby, ktorých sa tieto plánované zmeny týkajú. Posúdenie vplyvu týchto návrhov pripraví Európska komisia v roku 2021 a legislatívne návrhy sú očakávané v poslednom kvartáli roka 2022.

## ÚLOHA EFSA PRI SCHVAĽOVANÍ NOVÝCH POTRAVIN NA EURÓPSKOM TRHU

Lenka Bartošová

Na naše stoly neustále prichádzajú nové potraviny. Je to spôsobené najmä zvyšujúcou sa globalizáciou, rastúcou etnickou rozmanitosťou, ale aj hľadaním nových alternatív a netradičných zdrojov živín. Pojem „nová potravina“ (z angl. novel food) však nie je módnym výstrelkom posledných rokov či marketingovým ťahom predajcov potravín, sprevádza nás v priebehu storočí – napríklad kukurica, zemiaky či rajčiny sa ku nám dostali ako nová potravina po objavení Ameriky. Ryža, čaj alebo rôzne druhy korenia pricestovali z Indie či Ázie, káva k nám prišla z Afriky. V tom čase boli novými potravinami, tak ako sú pre nás dnes novými potravinami napríklad chia semiačka, quinoa či plody baobabu a machovky peruánskej (physalis).

Čo presne zahŕňa pojem nová potravina? Podľa legislatívy EÚ sa za novú považuje taká potravina, ktorá nebola v Únii pred 15. májom 1997 vo významnej miere používaná na ľudskú spotrebu, a to bez ohľadu na dátumy pristúpenia členských štátov k Únii. Do tejto kate-

**Lenka Bartošová**, Odbor hodnotenia rizika, potravinových databáz a spotrebiteľského výskumu, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

*Korešpondencia:*

RNDr. Lenka Bartošová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 25, 82475 Bratislava 26. E-mail: lenka.bartosova@nppc.sk



górie sú zaradené nové potraviny alebo potraviny z nových zdrojov, napríklad olej z krillov (kôrovce) bohatý na omega-3 mastné kyseliny, nové zložky používané na zlepšenie výživového profilu potravín a taktiež nové spôsoby a technológie výroby potravín, napríklad využitie nanotechnológií. Patria sem aj tradičné potraviny z rôznych kútov sveta – v súčasnosti sa veľkej pozornosti tešia napríklad rôzne alternatívne zdroje bielkovín, akými sú larvy, červy, cvrčky a podobne.

Svoje prvé vedecké stanovisko týkajúce sa žiadosti o uvedenie novej potraviny na trh v EÚ publikoval Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA, European Food Safety Authority) v roku 2004. V novembri 2015 bolo prijaté Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 2015/2283 o nových potravinách, v ktorom sa zavádza centralizovaný postup ich posudzovania a autorizácie. Na základe tohto nariadenia je Európska komisia od 1. januára 2018 zodpovedná za povoľovanie nových potravín a v rámci postupu môže požiadať úrad EFSA o vykonanie vedeckého posúdenia rizika s cieľom zistiť ich bezpečnosť.

EFSA vykonáva hodnotenie bezpečnosti nových potravín na základe dokumentácie poskytnutej žiadateľom. Táto dokumentácia musí obsahovať podrobné údaje o novej potravine, menovite zloženie potraviny, výživové údaje, toxikologické vlastnosti, obsah alergénov, ako aj informácie o príslušných výrobných postupoch a navrhovanom použití u cieľovej skupiny. Špecifickou podmnožinou nových potravín sú tradičné potraviny z krajín mimo EÚ. Úrad EFSA súbežne s členskými štátmi hodnotí bezpečné použitie tradičných potravinárskych výrobkov na základe informácií poskytnutých žiadateľom a dostupných údajov z literatúry. Tieto podklady musia preukazovať bezpečné používanie tradičných potravín najmenej v jednej krajine mimo EÚ po dobu minimálne 25 rokov.

Svet je rozmanitý a tak k nám budú aj naďalej prichádzať nové potraviny. Úrad EFSA zohráva dôležitú úlohu v procese schvaľovania nových potravín na európskom trhu s cieľom zabezpečiť spotrebiteľovi bezpečné potraviny, ktoré mu poskytnú nové možnosti, gastronomické zážitky i zdroj živín dôležitých pre naplnenie výživových potrieb v súlade s princípmi trvalej udržateľnosti.

## DUŽISTOPKA SLADKÁ – JAPONSKÝ HROZIENKOVÝ STROM

Lenka Bartošová

Dužistopka sladká (*Hovenia dulcis*), známa aj ako japonský či orientálny hrozienukový strom, pochádza z oblasti južnej a východnej Ázie. Jej domovom je Japonsko, Čína a Severná a Južná Kórea, prirodzene sa vyskytuje aj v Thajsku a severnom Vietname. V súčasnosti je možné pestovať ju na celom svete. Je to opadavý strom, ktorý odoláva mrazom až do teploty  $-25^{\circ}\text{C}$ . Rastie pomerne rýchlo a môže dosahovať výšku 10–30 metrov. Dužistopka má hnedé alebo čierno-fialové vetvičky s nenápadnými lenticelami a veľké, špicaté a lesklé listy. Počas júla sa vytvoria zhluky krémovo zafarbených hermafroditických kvetov. Plody sa objavujú na koncoch jedlých dužinatých ovocných stopiek.

Pestuje sa najmä pre svoje liečivé účinky, avšak nachádza uplatnenie aj ako okrasná rast-

**Lenka Bartošová**, Odbor hodnotenia rizika, potravinových databáz a spotrebiteľského výskumu, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

RNDr. Lenka Bartošová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 25, 82475 Bratislava 26. E-mail: lenka.bartosova@nppc.sk

lina. Vďaka rýchlemu rastu sa dužistopka využíva pri znovuzalesňovaní plôch. Poskytuje útočisko pre niektoré druhy vtákov a cicavcov, ktoré sa živia semenami či listami a humifikuje pôdu, čím zvyšuje jej úrodnosť. Poskytuje tiež jemné a pevné drevo, ktoré sa používa na stavbu budov alebo výrobu nábytku.

Plody dužistopky sú šťavnaté a majú lahodnú sladkú chuť, podobnú zrelým hruškám. Konzumujú sa surové, varené alebo sušené. Extrakt zo semien, vetvičiek a mladých listov sa môže použiť ako náhrada medu či na výrobu cukroviniek. Dá sa z neho pripraviť aj džús alebo nechať prekvasiť na víno alebo ocot. Sušené plody pripomínajú chuťou aj vzhľadom hrozienka a v našich zemepisných šírkach je možné ich kúpiť v obchodoch so zdravou výživou.

V tradičných čínskych, kórejských a japonských liekoch sa používa na liečbu horúčky, parazitárnych infekcií, ako prehľadadlo, na liečbu chorôb pečene a na liečenie stavov spôsobených nadmernou konzumáciou alkoholu. Jej používanie je rozšírené aj v oblasti južnej Brazílie. Práve v súvislosti s konzumáciou alkoholu viaceré štúdie potvrdili u myší a potkanov veľmi zaujímavé účinky dužistopky. Existujú štúdie, v ktorých sa uvádza, že po podaní dužistopky dochádza ku zníženiu hladiny alkoholu v krvi u myší. Dužistopka totiž zvyšuje aktivitu enzýmov alkoholdehydrogenáza a acetaldehyddehydrogenáza, čo má za následok rýchlejšie odbúranie alkoholu a zmiernenie stavu spôsobeného intoxikáciou. Podľa inej štúdie u potkanov zabraňuje svalovej relaxácii spôsobenej konzumáciou alkoholu. Boli potvrdené aj ochranné účinky na pečeň, keď u myší infikovaných hepatitídou C podávanie dužistopky znížilo výskyt fibrózy a nekrózy pečene. Podávanie šťavy alebo octu znížilo u myší poškodenie pečene spôsobené konzumáciou alkoholu. Podávanie dužistopky tiež pomáhalo potkanom lepšie prekonávať abstinenčné príznaky.

Ľudia používajú dužistopku na liečivé účely už tisíce rokov, takže je málo pravdepodobné, že by dochádzalo k vedľajším účinkom či dokonca ku intoxikácii. Pravdou však je, že doposiaľ neboli vykonané žiadne rozsiahlejšie štúdie, ktoré by potvrdili spomínané účinky aj u ľudí. Na používanie dužistopky v potravinárstve či vo forme nápojov, extraktov a výživových doplnkov si teda budeme ešte musieť počkať.

## **„ZELENÉ“ METÓDY EXTRAKCIE POLYFENOLOV Z BIOMASY BOBUĽOVÉHO OVOCIA**

**Lívia Janotková – Svetlana Schubertová – František Kreps**

Polyfenoly možno nájsť v širokej škále potravín, vo veľkých množstvách sú tiež prítomné v bobuľovom ovocí. Tieto zlúčeniny možno rozdeliť do štyroch hlavných tried, akými sú stilbény, fenolové kyseliny, flavonoidy a lignány. Väčšina z nich má zdraviu prospešné účinky, napríklad pri prevencii rakoviny alebo kardiovaskulárnych ochorení. Čiastočne sa pripisujú schopnostiam polyfenolov pôsobiť ako silné antioxidanty a zachytávače reaktívnych foriem kyslíka, ktoré sú vytvárané v podmienkach oxidačného stresu. Práve zdraviu prospešné

**Lívia Janotková, Svetlana Schubertová, František Kreps**, Oddelenie potravinárskej technológie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita, Bratislava.

*Korešpondencia:*

Ing. Lívia Janotková, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, 81237 Bratislava.  
E-mail: livia.janotkova@stuba.sk

účinky podnecujú použitie prírodných fenolových zlúčenín vo výživových doplnkoch, prísadách funkčných potravín.

Jednou z možností využitia bobuľového ovocia je spracovanie na šťavu, pričom vzniká približne 20–30 % vedľajšieho produktu. Zvyšky zo spracovania bobuľovej šťavy, bežne označované ako výlisky alebo rastlinná biomasa, predstavujú však stále cenný zdroj obsahujúci bohato zastúpené fenolové zlúčeniny s významnou antioxidačnou kapacitou. Tieto časti bobúľ, ktoré zostávajú vo zvyšku po lisovaní, sú predovšetkým semená, šupky a stonky. Vo výliskoch je zadržovaných viacero fenolových zlúčenín obsiahnutých najmä v šupkách a semenách. Vzhľadom k tomu, že výlisky majú približne 50 % obsah vlhkosti, sú náchylné na mikrobiálne znehodnotenie. Na zabezpečenie potrebnej trvanlivosti je potrebné čiastočné spracovanie výliskov zahŕňajúce sušenie a mletie. Na získanie výliskov vo forme prášku je dôležité upraviť podmienky spracovania počas sušenia (spôsob, čas a teplota sušenia), keďže sa ľahko odbúravajú antokyány. Navyše sa mikromletím výliskov získa materiál s časticami veľkosti niekoľko nanometrov, čím sa zvyšuje extrahovateľnosť fenolových zlúčenín a antioxidačná kapacita. Ďalším spôsobom valorizácie výliskov je extrakcia polyfenolov z tejto odpadovej biomasy.

Polyfenoly sú rozpustné vo vode a v alkohole, preto väčšina extrakčných metód používa ako extrahovadlo vodu, etanol alebo ich zmesi. Pomer rozpúšťadla k materiálu je zvyčajne od 4:1 do 20:1, pričom doba extrakcie je od 1 hodiny pri teplote 60–70 °C až po 24 hodín pri laboratórnej teplote. Bežné extrakčné metódy, akými sú macerácia, digestia alebo Soxhletova extrakcia, zvyčajne vyžadujú veľké množstvo rozpúšťadla a sú časovo náročné. Navyše môžu spôsobiť degradáciu niektorých žiadaných zlúčenín. Z tohto dôvodu sa považujú za konvenčné metódy.

V súčasnosti je trendom skúmanie nových „zelených“ metód extrakcie polyfenolov. Ich cieľom je skrátenie času extrakcie, zníženie spotreby energie, redukcia negatívneho vplyvu na životné prostredie a zvýšenie bezpečnosti. K takýmto metódam patrí extrakcia vysoko- napäťovým elektrickým výbojom, pulzným elektrickým poľom alebo extrakcia podporená ultrazvukom, ktoré skracujú čas spracovania, zvyšujú výťažnosť a zlepšujú funkčnosť extraktov.

**Metóda vysokonapäťového elektrického výboja** bola doposiaľ použitá na extrakciu polyfenolov z vedľajších vínnych produktov, šupiek z granátového jablka, arašidových škrupín alebo zo šupiek z papáje. Vhodná je pre procesy, kde sú vysoké teploty nežiaduce. Jej princíp je založený na dvoch fázach, a to proces zväzku korónového výboja známy ako fáza pred rozpadom a proces oblúkového výboja známy ako fáza rozpadu. Počas fázy pred rozpadom je možné pozorovať relatívne slabé rázové vlny a tvorbu malého počtu bublín malých rozmerov. Vzniká tiež silné UV žiarenie a aktívne radikály. V prípade, že je intenzita elektrického poľa mierna, ovplyvní to iba účinnosť deštrukcie buniek. Zosilnená elektrohydraulická fáza nastáva počas prechodu fázy pred rozpadom na fázu rozpadu, čo má za následok niekoľko účinkov, a to silné rázové vlny, silné UV žiarenie, produkciu vysoko koncentrovaných voľných radikálov, bubliny s plazmou vo vnútri a silné turbulencie kvapaliny. Zmienенý účinok môže spôsobiť fragmentáciu produktu, mechanické zničenie bunkových tkanív ako aj oxidáciu buniek.

**Extrakcia pomocou pulzného elektrického poľa** je založená na javoch elektroporácie. Presnejšie povedané, spočíva v expozícii rastlinného pletiva elektrickému poľu strednej intenzity (obvykle 0,5–10 kV/cm) a relatívne nízkej energie (1–10 kJ/kg) vo forme veľmi krátkych opakujúcich sa impulzov napätia (trvajúcich zvyčajne od niekoľkých mikrosekúnd do 1 ms). Tento jav spôsobí permeabilitu bunkových membrán, čo uľahčuje uvoľňovanie polyfenolov z vnútorných častí buniek. Vďaka svojmu netepelnému vplyvu na požívateľiny môže táto úprava vyvolávať selektívnu permeabilitu membrán (tonoplastov a plazmatických membrán), zatiaľ čo bunková stena zostáva nenarušená, čo zvyšuje čistotu a výťažnosť extraktov. Táto metóda sa používa na extrakciu polyfenolov z vedľajších produktov pri spracovaní

bobuľového ovocia, pomarančovej kôry, zemiakov s fialovou dužinou, hroznových jadierok a vedľajších produktov z hrozna.

**Extrakcia podporená ultrazvukom** predstavuje všeobecne akceptovanú metódu na získanie polyfenolov z rastlinnej odpadovej biomasy. Vďaka svojej jednoduchosti, nízkym nákladom a vyššej efektívnosti vyniká ako udržateľná alternatíva v porovnaní s konvenčnými metódami. Jej princíp spočíva v akustickej kavitácii zahŕňajúcej tvorbu, rast a implóziu bublín poškodzujúcich bunkové steny rastlinnej matrice, čím zároveň podporuje uvoľňovanie bioaktívnych zlúčenín. Výsledok tejto extrakcie ovplyvňujú predovšetkým faktory, akými sú teplota, tlak, frekvencia a dĺžka pôsobenia ultrazvuku.

Spomedzi uvedených „zelených“ extrakčných metód sa podľa najnovších výskumov javí ako najslubnejšia extrakcia pomocou pulzného elektrického poľa. Výsledky naznačujú, že môže zlepšiť výťažok polyfenolov z výliskov až o 50 %.

#### Podakovanie

Táto práca bola podporená Operačným programom integrovanej infraštruktúry v rámci projektu: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny Drive4SIFood 313011V336 spolufinancovaným z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

## BIOLOGICKY AKTÍVNE POLYFENOLY Z ODPADOVÝCH PRODUKTOV SPRACOVANIA REPY A ICH ZDRAVOTNÉ BENEFITY

Marianna Potočnáková – Svetlana Schubertová – František Kreps

Repa obyčajná (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris*) patrí medzi veľmi obľúbené druhy zeleniny s bohatým využitím. Ide o dvojročnú rastlinu pestovanú predovšetkým pre jej podzemnú časť. Patrí do čelade laskavcovitých, pričom je možné ju ďalej rozdeliť podľa viacerých kultivarových typov. Na krmné účely sa používa repa krmná, ktorú zastupujú kultivary patriace do skupiny Rapacea, Crassa. Na technické spracovanie s cieľom získania cukru sa využíva repa cukrová (*Beta vulgaris* var. *altissima*), pod ktorú spadá aj skupina kultivarov Altissima. Ako koreňová zelenina na konzumáciu a prípravu rôznych jedál a štiav sa pestuje repa červená (*Beta vulgaris* var. *vulgaris*), reprezentovaná skupinou kultivarov Conditiva. Poslednou významnou skupinou je skupina listovej zeleniny, kam patrí mangold (*Beta vulgaris* var. *cicla*), kultivarová skupina Cicla.

Medzi významné biologicky aktívne zlúčeniny v repe patrí kyselina askorbová, karotenoidy, fenolové kyseliny, flavonoidy a skupina vysoko bioaktívnych pigmentov, betalaíny. Farbivá repy zastupujú betakyanínové (červenofialové) a betaxantínové (žltlooranžové) farbivá, pričom obe skupiny sa vyznačujú významnými antioxidačnými a protizápalovými vlastnosťami.

Bohatým zdrojom biologicky aktívnych látok nie je len samotná repa, ale aj odpad vznikajúci pri jej spracovaní. Nesprávna likvidácia poľnohospodársko-priemyselných odpadov môže viesť k znečisteniu prostredia, vôd a v neposlednom rade k znehodnoteniu biomasy

**Marianna Potočnáková, Svetlana Schubertová, František Kreps**, Oddelenie potravinárskej technológie, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie, Slovenská technická univerzita, Bratislava.

#### Korešpondencia:

Ing. Marianna Potočnáková, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, 81237 Bratislava. E-mail: marianna.potocnakova@stuba.sk



využiteľnej ako možný zdroj biologicky aktívnych zlúčenín. Odpadová biomasa zo spracovania potravín predstavuje veľké množstvo relatívne lacnej suroviny bohatej na bioaktívne látky. Biomasa zo spracovania repy tvorí 15–30 % suroviny, pričom ide z veľkej miery predovšetkým o výlisky, dužinu alebo štavu, ktoré sa spravidla spotrebujú ako krmivo alebo hnojivo. Šupky tvoriace odpad sú stále bohaté na L-tryptofán, kyselinu *p*-kumarovú a ferulovú, deriváty cyklo-dopa-5-O-glukozidu a predstavujú až 50 % celkového množstva fenolických látok.

Pred stanovením obsahu polyfenolov prítomných vo vedľajších a odpadových produktoch repy je nutná príprava (vodno)alkoholických extraktov rastlinného tkaniva. Samotnej extrakcii môže predchádzať sušenie, a to na vzduchu, mikrovlnné, infračervené alebo mrazové. S klesajúcou aktivitou vody dochádza k eliminácii pôsobenia enzýmov schopných degradovať prítomné fenoly. Extrakcia z odpadových produktov repy predstavuje extrakciu typu tuhá látka – kvapalina, pričom na samotnú extrakciu z tkaniva sa používa spravidla macerácia alebo Soxhletova extrakcia. Medzi najbežnejšie používané organické rozpúšťadlá patria etanol, metanol, dietyléter, hexán a etylacetát, ktoré môžu byť použité v kombinácii s vodou. Pri optimalizácii metódy je nutné dbať na nastavenie teploty extrakcie, ktorá by nemala viesť k degradácii prítomných polyfenolov. Okrem uvedených neselektívnych extrakčných metód sa do povedomia dostávajú aj nekonvenčné techniky, akými je napríklad extrakcia superkritickou tekutinou (SFE), ultrazvuková extrakcia, zrýchlená extrakcia rozpúšťadlom (ASE) alebo extrakcia pulzným elektrickým poľom.

Analýze bioaktívnych zlúčenín v odpadových produktoch spracovania repy sa venovali Vodnar a kol. z Fakulty potravinárskych vied a technológií Univerzity poľnohospodárskych vied a veterinárneho lekárstva v Cluj-Napoca v Rumunsku. Na izoláciu biologicky aktívnych látok z odpadu spracovania poľnohospodárskych produktov využili extrakčnú zmes kyselina chlorovodíková/metanol/voda v pomere 1 : 80 : 19. Extrakcia prebiehala pri 40 °C po dobu 30 minút v ultrazvukovom kúpeli. Fernandez a kol. z Fakulty inžinierstva Univerzity Buenos Aires, Argentína, študovali antioxidačnú a antimikróbnu aktivitu extraktov z vedľajších produktov spracovania repy po obohatení zeleninových štiav. Ako extrakčné činidlo bol použitý 80 % etanolický roztok s hodnotou pH 6. Extrakcia prebiehala v miešanom termostatickom kúpeli po dobu 40 minút, pri 80 °C s frekvenciou miešania 1 Hz.

Po extrakcii nasleduje centrifugácia, filtrácia supernatantu a odparenie prebytočného rozpúšťadla pomocou vákuovej odparky. Takto pripravená vzorka bola rozpustená v metanole (Vodnar a kol.) alebo v destilovanej vode (Fernandez a kol.) a skladovaná pri teplote do 4 °C. V pripravenej vzorke je možné analyzovať celkový obsah fenolov a flavonoidov, antioxidačnú kapacitu, antimutagénnu, antifungálnu a antibakteriálnu aktivitu. Celkový obsah fenolov je možné stanoviť s pomocou reagentu Folin-Ciocalteu, kde sa ako štandard využíva spravidla kyselina gallová. Metóda stanovenia celkového obsahu flavonoidov využíva ako štandard kvercetín. Kompletnú analýzu celkového obsahu fenolov je možné uskutočniť s použitím vysokoúčinnnej kvapalinovej chromatografie s využitím detektoru diódového poľa v tandeme s hmotnostnou spektrometriou, resp. s použitím detektora s nastaviteľnou vlnovou dĺžkou. Na stanovenie antioxidačného potenciálu môže byť použitá metóda zachytávania radikálu DPPH (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl), prípadne FRAP metóda (ferric reducing antioxidant power) založená na redukcii komplexného železitého iónu TPTZ (2,4,6-tri (2-pyridyl)-1,3,5-triazín). Často využívanou metódou je aj ABTS test, kde sa 2,2'-azino-bis (3-kyselina etylbenzotiazolín-6-sulfónová) oxiduje na zafarbený radikálový kation.

V posledných rokoch pozorujeme narastajúcu tendenciu využitia polyfenolov v rôznych potravinárskych ako aj farmaceutických odvetviach. Podmienkou pre zachovanie účinnosti fenolov je zachovanie ich stability a biologickej aktivity. Fenoly patria k látkam rýchlo podliehajúcim oxidácii. Tento proces je sprevádzaný zmenou farby (hnednutím), prípadne vznikom nežiaducich pachov a príchutí. Jedným z vhodných spôsobov zachovania stability fenolov pre potravinárske a farmaceutické použitie je ich mikroenkapsulácia. Materiál steny kapsuly

predstavuje fyzikálnu bariéru pre molekulárny kyslík a ďalšie difúzne pochody, čím výrazne napomáha zachovaniu stability prítomných fenolov.

V súčasnom jedálnom lístku Európanov predstavuje repa bohato zastúpenú surovinu, pričom sa hojne využíva aj ako farbivo potravín označené pod kódom E162 (betalaínová červená). Jedným z hlavných benefitov je obsah dusičnanov v repe, ktorý priaznivo pôsobí na kardiovaskulárny systém, ako prevencia pred hypertenziou. Pre zdravie prospešné sú aj ďalšie biologicky aktívne látky prítomné v plodinách repy obyčajnej, schopné predchádzať vzniku a rozvoju chronických zápalov. Štúdie uskutočnené v uplynulých rokoch poskytli dôkazy o tom, že priaznivé fyziologické účinky konzumácie repy sa odzrkadlili aj na klinických výsledkoch v prípade viacerých patologických stavov akými sú napríklad hypertenzia, ateroskleróza, cukrovka 2. typu a demencia. Významné výsledky boli pozorované pri terapii hypertenzie, kde konzumácia repy vo forme šťavy alebo pečiva či chleba viedla k zníženiu systolického aj diastolického tlaku krvi.

#### Podakovanie

Táto práca bola podporená Operačným programom integrovanej infraštruktúry v rámci projektu: Dopytovo-orientovaný výskum pre udržateľné a inovatívne potraviny Drive4SIFood 313011V336 spolufinancovaným z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.



Analýza prchavých aróma-aktívnych látok plynovou chromatografiou – olfaktometriou,

# Znižovanie mikrobiálnej kontaminácie zrna sóje



Príprava vzoriek namáčanej sóje na mikrobiologickú analýzu.



Vzorky máčacej vody, namáčanej sóje a okary, vedľajšieho produktu pri spracovaní sóje.





Fluorometrická kvantifikácia DNA izolovanej zo vzoriek potravín.



Detekcia mikrobiálnych kontaminantov polymerázovou reťazovou reakciou.

ISSN 1336-085X



9 771336 085009