

TRENDY

N P
P C

v potravinárstve

číslo 2/2025
ročník XXX.





EuroFoodChem XXIII – Prednáška Dr. Michaely Musilovej o potravinách v extrémnych podmienkach.

← Na prednej strane obálky:
EuroFoodChem XXIII
Záverečný gong kongres v Bratislave uzavrel.
Diskusia z pléna pri úvodnom bloku plenárnych prednášok.
(Fotografie na obálke: Dominik Kurina)

TRENDY V POTRAVINÁRSTVE

Ročník XXX., 2025, č. 2

Registrácia

ISSN 1336-085X (tlačené vydanie)

ISSN 2989-3844 (online)

EV 5999/21

EV 307/24/EPP

Vydáva

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

Tel.: 02/50237036

E-mail: riaditel.vup@nppc.sk

www.vup.sk

www.nppc.sk

Redakčná rada

Ing. Martin Polovka, PhD.

Ing. Stanislav Baxa, PhD.

Ing. Eva Kačíková, CSc.

Ing. Blanka Tobolková, PhD.

RNDr. Lenka Bartošová, PhD.

doc. Ing. Stanislav Šilhár, CSc.

Redakcia:

Ing. Zuzana Lichnerová

Vychádza 2x ročne.

Vyšlo v októbri 2025.

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

NEPREDAJNÉ



NÁRODNÉ POĽNOHOSPODÁRSKE
A POTRAVINÁRSKE CENTRUM
VÝSKUMNÝ ÚSTAV
POTRAVINÁRSKY

OBSAH

EuroFoodChem XXIII – Slovensko hostilo prestížny kongres o potravinárskom výskume Ciesarová, Z.	38
Potravinová pyramída verzus personalizovaná výživa Porubská, J.	43
Spotrebiteľské segmenty a cesty k prevencii plýtvání potravinami Tobolková, B.	47
Budúce trendy v nakladaní s potravinovým odpadom Skláršová, B.	50
Nová éra triedění ovoce hmatové senzory pro přesné posuzování kvality Tobolková, B. – Zhang, X.	53
Jedlé obaly v potravinárstve Véghová, A.	56
Riziko kontaminácie potravín baktériami s rastúcou antibiotickou rezistenciou Kačíková, E. 61	59
Výskumný experiment priamo na salaši Koreňová, J. – Kukurová, K.	62
Antibakteriálny potenciál medu Minarovičová, J. – Kukurová, K. – Ciesarová, Z.	65
Aflatoxíny a klimatická zmena – neviditeľné riziko na našom tanieri Bartošová, L.	69
Účinky sulforafanu na konzumenta Čaplová, Z.	71
Zlaté žltnutie viniča ako karanténna hrozba pre vinohradníkov Ženišová, K. – Jankura, E.	73
Ako čuch usmerňuje vnútorný svet človeka Sádecká, J. – Kopuncová, M. 79	77



EUROFOODCHEM XXIII – SLOVENSKO HOSTILO PRESTÍŽNY KONGRES O POTRAVINÁRSKOM VÝSKUME

Zuzana Ciesarová

Bratislava sa v júni 2025 stala centrom európskej potravinárskej vedy. Prestížny kongres EuroFoodChem XXIII, ktorý sa konal prvýkrát na Slovensku, priviedol do hlavného mesta viac ako 250 vedcov z 37 krajín sveta. Počas troch dní rezonovali témy udržateľnej výroby, bezpečnosti a kvality potravín, ako aj nové prístupy spájajúce vedu, inovácie a prax.

Tradícia a význam kongresu

História potravinárskej chémie v Európe siaha do polovice 70. rokov, keď rakúsky chemik prof. Peter Czedit-Eysenberg (1929–2001) založil v rámci Federácie európskych chemických spoločností (dnes Európska chemická spoločnosť – EuChemS) pracovnú skupinu pre potravinársku chémiu. Tá sa neskôr stala Divíziou pre potravinársku chémiu (Division of Food Chemistry – DFC), ktorej cieľom je podporovať rozvoj potravinárskej vedy a prepájať odborníkov naprieč kontinentom.

Vlajkovým podujatím DFC je kongres EuroFoodChem, ktorý sa od roku 1981 koná každé dva roky a stal sa jedinečnou platformou pre výmenu poznatkov, diskusiu o trendoch i nadväzovanie medzinárodnej spolupráce. Slovenské hlavné mesto sa tak v roku 2025 zaradilo medzi metropoly, ktoré hostili toto významné vedecké fórum.

Organizácia a partneri

Príprava kongresu trvala viac než dva roky a vyžadovala úzku spoluprácu akademickej i vedeckej obce. Organizáciu zastrešili tri kľúčové inštitúcie: Slovenská chemická spoločnosť, Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU (FCHPT STU) a Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum – Výskumný ústav potravinársky (NPPC – VÚP). Prezidentkou kongresu sa stala Ing. Zuzana Ciesarová, PhD., zástupkyňa Slovenska v DFC EuChemS.

Významnú podporu poskytlo Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, ktoré financovalo účasť mladých vedeckých pracovníkov a pozvaných rečníkov. Kongres sa uskutočnil v priestoroch FCHPT STU, ktoré ponúkli ideálne zázemie pre paralelné sekcie. Vynovená aula akademika Aurela Stodolu na Stavebnej fakulte STU hostila plenárne prednášky aj spoločenské podujatia.

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

Korešpondencia:

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



Zuzana Ciesarová, prezidentka kongresu, a Joana Amaral, predsedníčka Divízie pre potravinársku chémiu EuChemS, pri otváracom ceremoniáli kongresu

Vedecký rámec a program

Hlavnou témou kongresu sa stali aktuálne otázky potravinárskeho výskumu zhrnuté v akronyme WInSAF – Waste-less Innovative Safe Attractive Food Production (Bezodpadová, inovatívna, bezpečná a atraktívna výroba potravín). Tento rámec odrážal snahu o prepojenie vedeckého pokroku s princípmi udržateľnosti a ochrany zdravia spotrebiteľa.

Vedecký výbor, zložený z jedenástich členov DFC EuChemS, pripravil program, ktorý pokrýval široké spektrum tém – od bezpečnosti potravín a redukcie kontaminantov až po inovácie vo výrobe a hodnotenie senzorických vlastností.

Plenárni rečníci z popredných európskych univerzít a inštitúcií predstavili inovatívne prístupy v potravinárskej chémii:

- Prof. Vincenzo Fogliano (Wageningen University, Holandsko) otvoril kongres prednáškou o budúcnosti potravinového dizajnu a upcyklovaní.
- Prof. Michael Murkovic (Graz University of Technology, Rakúsko) priblížil problematiku karcinogénov vznikajúcich počas tepelnej úpravy potravín.
- Prof. Peter Šimko (FCHPT STU, Slovensko) predstavil nové prístupy k znižovaniu rizík prostredníctvom interakcií kontaminantov s obalovými materiálmi.
- Prof. Vural Gökmen (Hacettepe University, Turecko) analyzoval toxikologické aspekty Maillardových produktov.
- Dr. Michaela Musilová (XtremeFrontiers, Slovensko/USA) predstavila víziu potravín pre extrémne prostredia.
- Dr. Elisabeth Koch (German Federal Institute for Risk Assessment, Nemecko), laureátka ceny EuChemS Young Researcher Award, sa venovala problematike oxidovaných mastných kyselín v jedlých olejoch.



Prof. Vincenzo Fogliano (Holandsko)



Prof. Michael Murkovic (Rakúsko)



Prof. Peter Šimko (Slovensko)



Prof. Vural Gökmen (Turecko)



Dr. Michaela Musilová (Slovensko/USA)



Dr. Elisabeth Koch (Nemecko)



Dr. Robert Wolff (Nórsko)



Prof. Manuel A. Coimbra (Portugalsko)

- Dr. Robert Wolff (SINTEF, Nórsko) sa zameril na zhodnocovanie vedľajších produktov spracovania morských živočíchov pre zdravé potravinové výrobky.
- Prof. Manuel A. Coimbra (Univerzity of Aveiro, Portugalsko) upútal pozornosť stratégiou uplatnenia sacharidov v potravinách s označením „clean labels“.

Program doplnili tematické sekcie venované valorizačným procesom, alternatívnym zdrojom bielkovín, senzorickým analýzam či analytickým metódam v kontrole kvality potravín.

Z viac ako 260 prihlásených príspevkov bolo vybraných 100 ústnych prezentácií a 160 posterov. Kvalita prezentácií potvrdila vysokú úroveň európskeho potravinárskeho výskumu a zároveň poskytla priestor mladým vedcom pre prvé medzinárodné vystúpenia.

Odborné workshopy a sprievodný program

Popri hlavnom programe prebehli aj tri tematické workshopy:

- Predkonferenčné školenie Juliany Bezákovej (Centrum vedecko-technických informácií SR, Slovensko) bolo zamerané na efektívne vyhľadávanie vedeckých informácií a patentov.
- Mid-konferenčný workshop s názvom How to Be Successful in Science and Business priniesol inšpiratívnu diskusiu Michaely Musilovej (XtremeFrontiers, Slovensko/USA) a Jána Hrouzeka (Hermes LabSystems, Slovensko) o prepájaní vedy a podnikania.
- Pokonferenčný seminár Dr. Davida Peraltu (Wiley-VCH, Nemecko) poskytol praktické rady pre publikovanie vo vedeckých časopisoch.

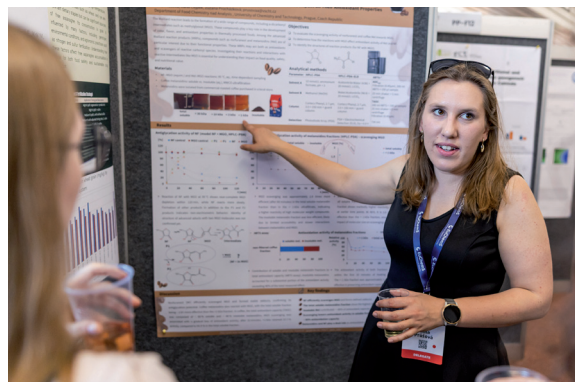
Osobitnú pozornosť si získali posterové sekcie, ktoré umožnili mladým vedcom prezentovať originálne práce. Súťaž o najlepšie postery ocenila viacero talentovaných výskumníkov – medzi nimi Annu Průšovou (Česko) a Minu Janković (Srbsko), ktorí získali cenu DFC EuChemS, ako aj víťazov cien časopisov Foods a ChemFoodChem a ceny Slovenskej chemickej spoločnosti.

Kultúrny a spoločenský rozmer

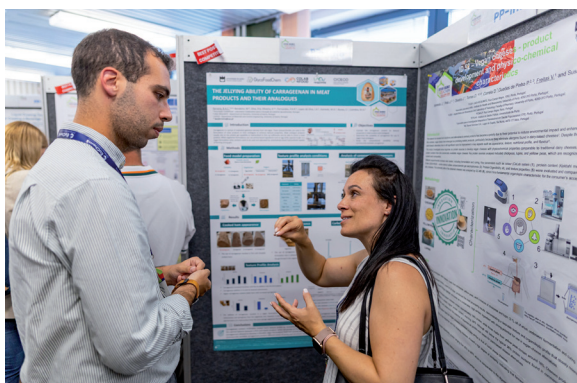
EuroFoodChem XXIII nebol iba vedeckým, ale aj spoločenským a kultúrnym podujatím. Slávnostný večer sa niesol v duchu spojenia vedy a umenia – účastníkov nadchlo vystúpenie členov Slovenského komorného orchestra pod vedením Ewalda Danela a speváckeho zboru Technik STU, ktoré ponúkli pôsobivý prierez slovenskou hudbou od klasiky po modernu.



Interaktívna diskusia
po každom bloku prednášok



Anna Průšová (Česko)
získala cenu za najlepší poster



Diskusia v posterovej sekcii





Prezentácia firmy Shimadzu



Účastníčky kongresu
z Výskumného ústavu potravinárskeho



Pivo z produkcie mladých výskumníkov
z Ústavu biotechnológie FCHPT STU



Spevácky súbor Technik sa s účastníkmi
rozlúčil sugestívnym kultúrnym programom

Atmosféru kongresu dotvárali aj neformálne stretnutia počas prestávok a večerných programov, ktoré podporili tvorbu nových vedeckých partnerstiev a priateľstiev naprieč generáciami i krajinami.

Organizácia kongresu EuroFoodChem XXIII predstavovala pre Slovensko veľkú výzvu, no zároveň aj výnimočnú príležitosť ukázať odborný potenciál našej vedeckej komunity. Podujatie sa stalo symbolom európskej spolupráce, otvorenosti a hľadania spoločných riešení pre budúcnosť potravinárskej vedy.

„Bez účastníkov, rečníkov a partnerov by sme to nedokázali. EuroFoodChem XXIII bol pre nás všetkých dôkazom, že vedecká komunita v Európe je silná, tvorivá a zjednotená v úsilí o kvalitné a bezpečné potraviny pre budúce generácie,“ uviedla na záver Zuzana Ciesarová, prezidentka kongresu.

Najbližší ročník EuroFoodChem XXIV sa uskutoční 15.–18. júna 2027 v talianskej Parme, kde bude diskusia o trendoch v potravinárskej chémii pokračovať.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci projektu PVV 11 „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č.1131/2024/MPRVSR-930.

Fotografie: Dominik Kurina

POTRAVINOVÁ PYRAMÍDA VERZUS PERSONALIZOVANÁ VÝŽIVA

Janka Porubská

Výživové odporúčania formou grafických pomôcok vydávajú odborníci pre vyváženú stravu, ktorá podporuje zdravie a chráni jedinca pred vznikom chorôb. Sú určené pre celú populáciu bez rozdielu veku a pohlavia a zohľadnenia zdravotného stavu. V dôsledku globalizácie sa celosvetovo zvýšil výskyt civilizačných ochorení, najmä obezity. Vhodnosť všeobecných výživových odporúčaní tak stráca význam. Vedecké výskumy naznačujú, že zdravie populácie je späté s určitým typickým spôsobom stravovania a zastúpením lokálnych druhov potravín, ktoré sa v danej krajine konzumovali v minulosti a dlhodo- bo. Ako prevencia civilizačných ochorení sa do popredia dostáva personalizovaná výživa, resp. stravovacie modely vypracované na mieru jedinca a návrat k tradičným spôsobom stravovania, na ktoré je každá populácia v danom regióne aj geneticky naviazaná.

Potravinová pyramída je dobre známou zaužívanou grafickou pomôckou pre naplnenie zásad zdravej výživy. Ilustruje frekvenciu, odporúčané množstvá (porcie) a preferenciu potravín a nápojov podľa potravinových skupín. Univerzálna potravinová pyramída neexistuje. Jej koncept sa zvykne prispôbovať konkrétnej krajine, kultúrnym a stravovacím zvyklostiam, dostupnosti potravín, zdravotnému stavu populácie a veku. Stretneme sa tak so špecifickými potravinovými pyramídami pre seniorov, deti, vegetariánov, športovcov či etnické skupiny. Jej rozvrstvenie, počet poschodí i zastúpenie potravín sa, od jej prvého uvedenia v 70. rokoch 20. storočia vo Švédsku, postupne menilo a stále sa prispôbuje novým vedeckým poznatkom o výžive a potravinách.

Zatiaľ posledné oficiálne grafické prevedenie potravinovej pyramídy SR vydalo Ministerstvo zdravotníctva SR (MZ SR) spolu s inými odbornými organizáciami v roku 2022. Najvýznamnejšou zmenou v štruktúre oproti predchádzajúcim verziám je zmena základne pyramídy, kde cereálie vystriedala zelenina a ovocie. Pravidelná pohybová aktivita s ohľadom na pravidelné silové cvičenie a aeróbnu aktivitu a nekonzumovanie alkoholu, sladených nápojov a sladkostí patrí medzi dlhodobé odporúčania (Obr. 1). Zaujímavým inovatívnym prvkom talianskej potravinovej pyramídy, ktorá bola práve publikovaná, je hľadisko zdravého a udržateľného stredomorského životného štýlu. V priestore pod pyramídou sú graficky znázornené prvky poukazujúce na potrebu dostatočnej hydratácie, najlepšie s využitím verejného vodovodu, hodnotu spoločenských vzťahov a pravidelnej fyzickej aktivity na kontrolu telesnej hmotnosti a podporu zdravia, uprednostňovanie čerstvých sezónnych produktov pred vysoko spracovanými potravinami, používanie čerstvých korenín a aromatických bylín na dochucovanie potravín. Súčasťou odporúčaní talianskej potravinovej pyramídy je aj potreba znížiť plytvanie potravinami a podpora potravín rešpektujúci prírodnú biodiverzitu. Jej cieľom je nielen zlepšiť zdravie obyvateľstva, ale aj zachovať kultúrne tradície stravovania a zároveň riešiť nutričné a ekologické výzvy našej doby.

Alternatívou ku potravinovej pyramíde sú ďalšie grafické pomôcky ako tanier, kruh, pagoda, či dúha. Práve „zdravý tanier“ sa v poslednom období presadzuje ako vhodnejšia

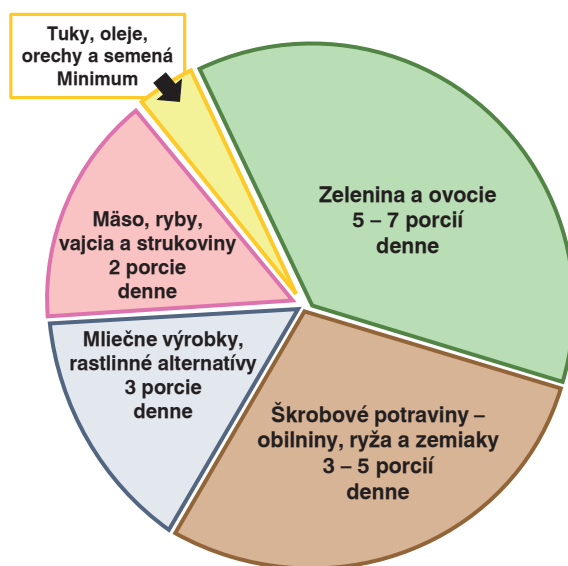
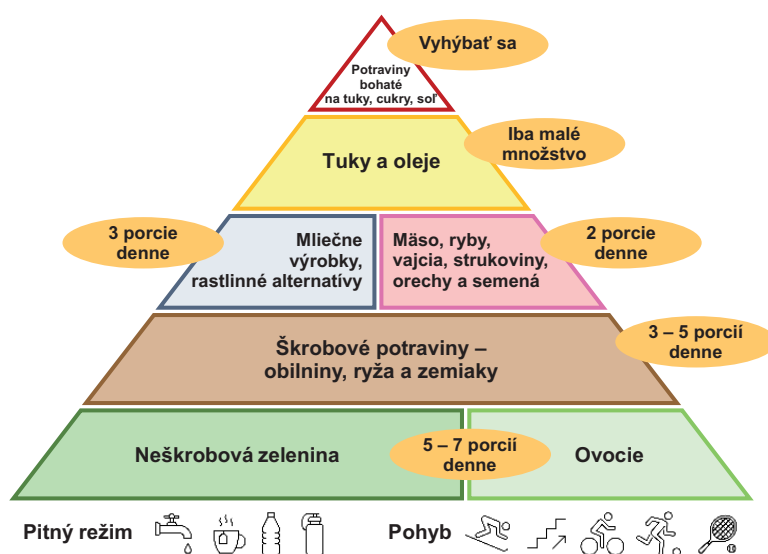
Janka Porubská, Odbor potravinových databáz, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

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

grafická pomôcka než pyramída, hoci na overenie tohto názoru neexistuje veľa vedeckých štúdií. Kým potravinová pyramída definuje frekvenciu konzumácie jednotlivých komodít formou počtu porcií, zdravý tanier naznačuje podiel jednotlivých potravinových skupín formou kruhového diagramu. Takéto grafické prevedenie evokuje zloženie konkrétneho jedla na tanieri, čo si spotrebiteľ vie ľahšie predstaviť pri príprave a servírovaní pokrmov. Treba však poznamenať, že aj v prípade tejto grafickej pomôcky sa zastúpenie potravín v závislosti od cieľovej krajiny, či vekovej skupiny líši. Na Slovensku zdravý tanier ako grafickú pomôcku predstavila Potravinová komora Slovenska ešte v roku 2020 a zastúpením potravín je ekvivalentná potravinovej pyramíde MZ SR (Obr. 1).

Nové trendy vo výžive, snaha o udržateľnosť životného prostredia, náklady na zdravotníctvo, ako aj výskyt obezity, alergií a intolerancií nabúravajú myšlienku vhodnosti všeobecných odporúčaní pre celú populáciu celoplošne. Všeobecné odporúčania v stravovaní sú platné skôr pre zdravú populáciu, a preto sa aktuálne trendy orientujú skôr na tzv. „personalizovanú výživu“, ktorá je plánovaná na mieru konkrétneho človeka



Obr. 1. Dve odlišné grafické zobrazenia pre všeobecné nutričné odporúčania.

s ohľadom na jeho zdravotný stav, pohlavie, zamestnanie, zvyky a genetiku. To všetko by malo byť modulované pri dodržaní princípov udržateľnosti a ochrany životného prostredia. Cieľom personalizovanej výživy je vytvorenie a udržanie zdravých stravovacích návykov pre konkrétneho jedinca a to na základe testov DNA, analýzy črevnej mikrobióty a predispozícií chorôb na prevenciu stravou podmienených ochorení. Pri formulovaní týchto stravovacích modelov sa uplatňujú interdisciplinárne poznatky nutrigenetiky, nutrigenomiky, mikrobiológie a metabolomiky.

Nutrigenetika skúma vplyv genetickej výbavy človeka na trávenie a spracovanie živín z potravy. Príkladom nutrigenetickej interakcie je intolerancia laktózy, kde nefunguje gén pre produkciu enzýmu laktáza, ktorý štiepi laktózu na galaktózu a glukózu. Podobne, iné genetické faktory vplyvajú na obezitu, zvýšenú chuť na jedlo, emočné stravovanie, čo následne negatívne ovplyvňuje hmotnosť jedinca.

Nutrigenomika sa orientuje na identifikáciu génov, ktoré ovplyvňujú riziko ochorení v súvislosti so stravou v celom genóme, teda predispozície pre niektoré ochorenia. Skúma vplyv biologicky aktívnych látok na expresiu génov a následnú zmenu metabolizmu jedinca.

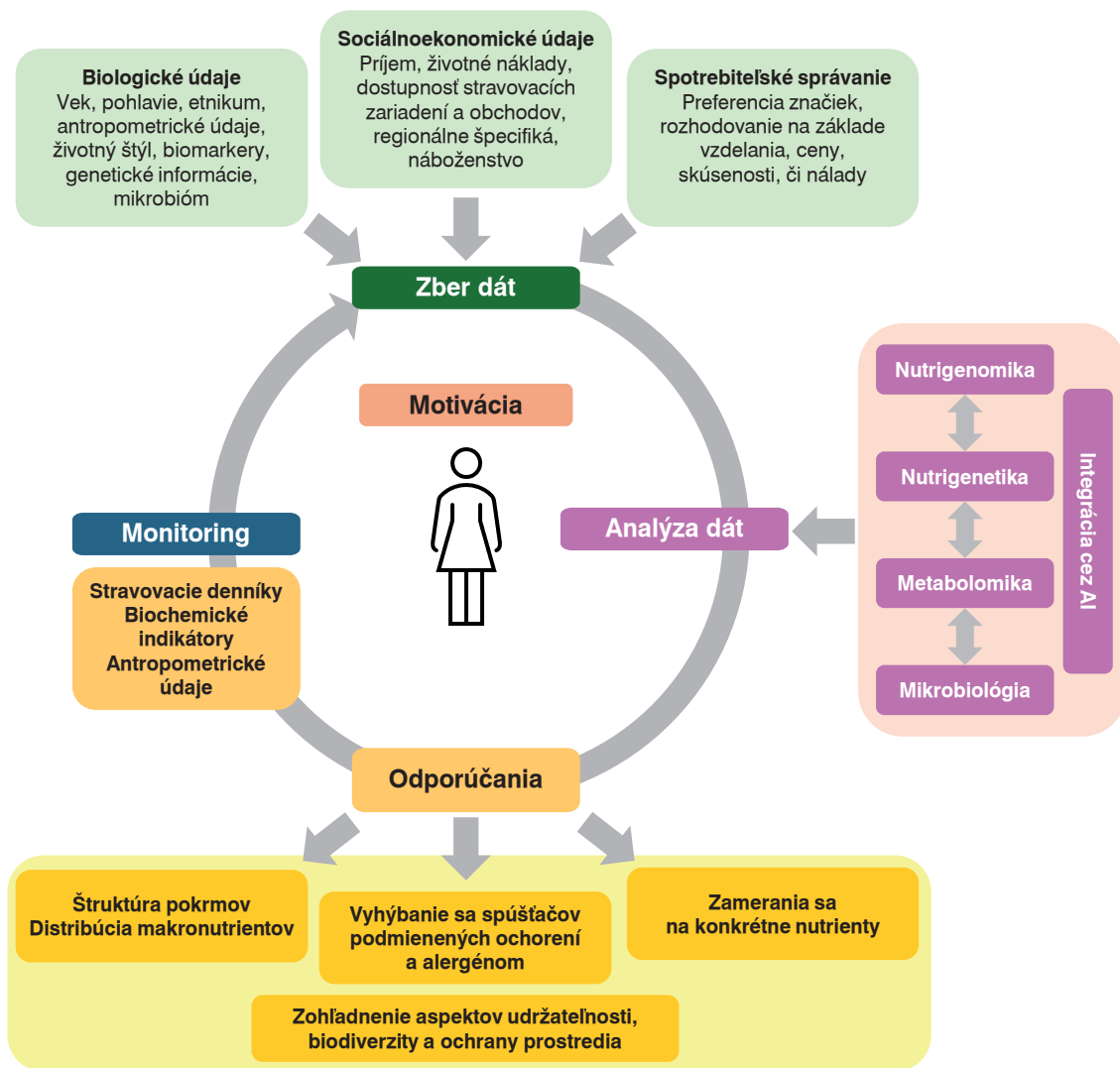
Mikrobiológia má pri personalizovanej výžive význam pri analýze mikrobiómu. Zastúpenie mikroorganizmov v črevnom trakte človeka (mikrobióm) je variabilné a mení sa v priebehu života, po požití liekov, v dôsledku stresu a iných faktorov. Mikroorganizmy sa aktívne podieľajú na rozkladaní zložiek potravy a asimilácii nutričných látok črevnými bunkami. Na mikrobióm však vplyva aj samotná strava a jej zloženie a podľa toho, aké nutrienty v nej prevládajú, mení sa aj zastúpenie jednotlivých kmeňov mikrobiómu. Predpokladá sa, že mikrobióm má veľký vplyv na imunitu človeka a tak jeho zloženie následne môže ovplyvňovať zdravotný stav človeka.

Pod analýzou metabolizmu si môžeme predstaviť meranie koncentrácií metabolitov v moči či krvi. Mnohé metabolity sú známe a využívajú sa pri diagnostike rôznych ochorení. Existuje ešte mnoho takých, ktorých význam nie je známy a metabolomika skúma ich vplyv na prejavy chorôb, či účinok liekov.

V tomto smere sa javí ako významný krok vpred snaha o prepojenie všetkých spomínaných vied pre vypracovanie postupov personalizovanej výživy. Okrem toho sa pri plánovaní personalizovanej výživy zohľadňuje celkový životný štýl a to fyzická aktivita, sociálne hľadisko (miera stresu, emócie) a expozícia kontaminantmi. Jednou z metód, ktoré smerujú k personalizovanej výžive je aj návrat populácie k pôvodným základným potravinám, ktoré v minulosti ovplyvnili ľudskú DNA. Ani tu nemôžeme očakávať univerzálnosť, pretože tieto základné potraviny sú špecifické pre určitú geografickú oblasť, kultúrne tradície a etnikum. Z toho dôvodu uplatniť pravidlá tradičnej stredomorskej, japonskej, či severskej stravy na zníženie výskytu chronických ochorení mimo ich regiónu nemusí vôbec priniesť želané výsledky, ako by sa mohlo očakávať.

Príkladom pozitívneho výsledku na zníženie rizika chronických ochorení je štúdia z Mexika, kde sa aplikoval výskum génov mexickej populácie a ich prejavy, napr. tvorbu enzýmov. Zistilo sa, že pôvodná mexická strava založená na fazuli, kukurici, listovej zelenine a paprike prospieva metabolizmu mexickej populácie, ktorá sa vyznačuje napr. tým, že má problém štiepiť laktózu (dojnice boli privezené až prvými kolonizátormi). Komplexné sacharidy vo fazuli a kukurici, ktoré daná populácia dlhodobo konzumovala spôsobila vysokú citlivosť na inzulín. Problémom so steatózou pečene, ktorá je pre mexickú populáciu typická, pretože pôvodná strava pozostávala prevažne z potravín bohatých na sacharidy, je možné predchádzať vyššou konzumáciou zelenej listovej zeleniny. Štúdia poukazuje aj na potrebu vrátiť sa k starým kulinárskym receptom našich predkov, ktoré zvyčajne obsahujú pôvodné potraviny.

Konkrétny postup personalizovanej výživy pozostáva zo štyroch základných krokov – zber dát (genetika, zdravotný stav, predispozícia ochorení, životný štýl, prostredie i osobné preferencie), analýza a interpretácia dát, vypracovanie nutričného plánu a monitoring (Obr. 2).



Obr. 2. Postup tvorby modulov personalizovanej výživy.

Využívanie nástrojov strojového učenia je samozrejmé, avšak odborníci sa zamýšľajú aj nad etickým hľadiskom a ochranou osobných údajov. Pilotné štúdie prebiehajú v rámci výskumných programov a komerčné služby nie sú zatiaľ veľmi dostupné pre širokú verejnosť, keďže sú finančne náročné. Doterajšie výsledky naznačujú, že personalizovaná výživa môže viesť k zlepšeniu zdravia človeka, ale treba uskutočniť ďalšie štúdie napr. na rozsiahlejšiu analýzu bioindikátorov, lepšiu integráciu výsledkov jednotlivých disciplín pri formulovaní odporúčaní a tiež vytvoriť štruktúru pre obsahovo zrozumiteľné nutričné plány, ktoré majú cieľové osoby dodržiavať. Dôležitá je aj dostupnosť špecializovaných rutinných programov pre formulovanie personálnej výživy. Motivácia jednotlivcov pre využitie takýchto služieb sa môže líšiť. Kým niekto má záujem o redukciu hmotnosti, iný môže mať záujem o prevenciu dedičných ochorení alebo o kontrolovaný príjem cukrov.

Podakovanie

Táto práca vznikla v rámci projektu ÚOP č.16 „Informačný systém o cudzorodých látkach v potravinách a o zložení potravín“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č. 131/2024/MPRVSR–930.

SPOTŘEBITELSKÉ SEGMENTY A CESTY K PREVENCÍ PLÝTVÁNÍ POTRAVINAMI

Blanka Tobolková

Plýtvání potravinami je jedním z nejvýznamnějších globálních problémů současnosti s vážnými ekonomickými, sociálními a environmentálními důsledky. Každoročně se v Evropské unii (EU) vyhodí obrovské množství potravin, přičemž více než polovina tohoto odpadu pochází z domácností. Podle nedávné evropské studie nebudou k dosažení cíle Organizace spojených národů (OSN), kterým je snížit do roku 2030 množství potravinového odpadu na polovinu, stačit pouze obecné informační kampaně. Klíčové je porozumět tomu, proč lidé potravinami plýtvají a jaké je jejich chování.

Význam zkoumání plýtvání potravinami

Potravinový odpad je celosvětový problém, který je spojený s velkými ztrátami zdrojů, finančními náklady a negativními dopady na životní prostředí. V roce 2022 se v EU vyprodukovalo více než 59 milionů tun potravinového odpadu, z čehož 54 % pocházelo z domácností. Toto číslo podtrhuje důležitost výzkumu zaměřeného na domácnosti a na hledání praktických řešení, která by snížila plýtvání v každodenním životě. Snaha o snížení plýtvání je podporována strategií „Farm to fork“ (Z farmy na stůl) a cílem OSN snížit potravinový odpad na polovinu do roku 2030.

Výsledky národního monitoringu NPPC-VÚP

NPPC-VÚP se od roku 2017 věnuje problematice monitoringu a kvantifikace potravinových odpadů v různých segmentech potravinového řetězce, včetně domácností. V roce 2017 byla vyvinuta a otestována metodika kvantifikace potravinového odpadu vznikajícího v domácnostech. Do výzkumu se zapojilo 505 domácností z různých regionů Slovenska, které si po dobu jednoho měsíce vedly denní záznamy o množství a struktuře vyhozených potravin. Výzkum proběhl ve dvou fázích (červen a říjen), což umožnilo posoudit vliv sezónnosti. Monitoring ukázal, že v červnu 2017 domácnosti vyhodily celkem 4 242 kg odpadu, zatímco v říjnu to bylo jen 2 000 kg, což představuje 52% pokles. Částečně byl tento pokles přičítán vzdělávacímu efektu a „seberegulaci“ chování respondentů, kteří si uvědomili, že jsou monitorováni.

Slovenský výzkum rovněž potvrdil, že dominantní kategorií potravinového odpadu tvoří ovoce a zelenina (červen – 61 %, říjen – 62,5 %). Dalšími nejvíce zastoupenými kategoriemi byl chléb a pečivo a hotová jídla. Analýza také ukázala, že s rostoucím příjmem domácnosti se zvyšuje i množství jedlých potravin, které skončí v koši. Hlavními důvody, proč byly potraviny vyhazovány bylo kažení potravin – nepřímo spojené s nesprávným skladováním, překročení datumu spotřeby, nadměrné nakupování – nákup většího množství než se spotřebuje, nevhodné zpracování nebo příprava.

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

Korešpondencia:

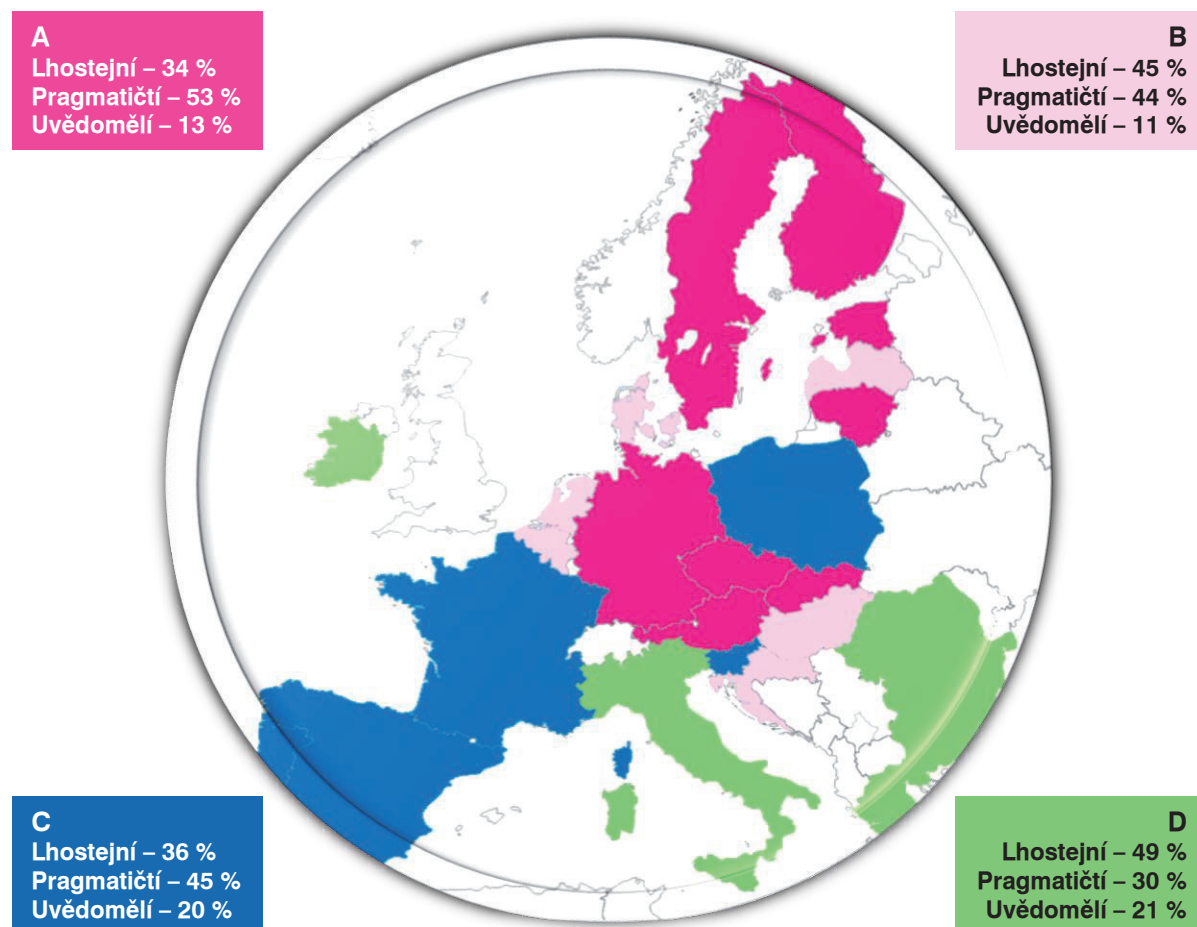
Ing. Blanka Tobolková, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P. O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: blanka.tobolkova@nppc.sk

Ačkoli si většina domácností problém s plýtváním potravinami uvědomuje, 59 % dotázaných uvedlo, že se jich tento problém netýká. Detailní analýza ale ukázala, že jídlo vyhazuje až 80 % respondentů. K nejčastějším důvodům patřilo, jak již bylo uvedeno, zkažení jídla a příliš velký nákup či objem uvařených pokrmů. Tyto údaje ukazují, že mezi vnímáním problému a skutečností existuje významný rozdíl.

Evropská perspektiva: Spotřebitelské segmenty

Evropská komise na začátku roku 2025 provedla rozsáhlou segmentační studii, která zahrnovala více než 25 000 respondentů z 27 členských států EU. Tato studie identifikovala tři hlavní skupiny spotřebitelů podle jejich chování a motivací ve vztahu k plýtvání potravinami:

- **Lhostejní plýtváci (40 %)** – tato skupina vykazuje nejvyšší frekvenci plýtvání a má nízké povědomí o jeho dopadech. Tuto skupinu tvoří převážně muži mladší 35 let.
- **Pragmatičtí plýtváci (44 %)** – největší skupina, která je motivována především ekonomickými aspekty a plýtvá středně. Příslušníci této skupiny častěji žijí ve venkovských oblastech a jedná se převážně o ženy starší 35 let.
- **Uvědomělí plýtváci (16 %)** – přestože si tato skupina uvědomuje etické, ekologické i ekonomické důsledky plýtvání, stále potraviny vyhazuje, ale v menší míře než předchozí skupiny. Dominantně tuto skupinu tvoří vzdělané ženy starší 35 let, které potraviny vyhazují kvůli nedostatečnému plánování nebo nesprávnému skladování.



Obr. 1. Rozdělení krajín EU podle míry zastoupení jednotlivých skupin spotřebitelů.

Studie rovněž odhalila regionální rozdíly v zastoupení jednotlivých segmentů spotřebitelů, což odráží kulturní a ekonomická specifika (Obr. 1). Slovensko, Česká republika, Německo, Rakousko, Švédsko, Estonsko, Litva a Finsko patří mezi země s vysokou mírou pragmatických (≈ 53 %) a lhostejných plýtváčů (≈ 34 %). Naopak Itálie, Řecko, Irsko, Bulharsko nebo Rumunsko mají vysokou míru lhostejných (≈ 49 %) a uvědomělých plýtváčů (≈ 21 %).

Každý typ spotřebitele má odlišné chování a úroveň porozumění datu spotřeby. Studie ukázala, že uvědomělí plýtváci kontrolují datum spotřeby nejčastěji (73 % z nich), zatímco pragmatictí plýtváci ho kontrolují méně (46 % z nich). Uvědomělí plýtváci (> 16 % z nich) také nejlépe rozlišují mezi označením „minimální trvanlivost do“ a „spotřebujte do“, přičemž nesprávné rozlišování těchto termínů je jedním z nejčastějších důvodů, společným pro všechny skupiny, proč potraviny končí v koši.

Cílená opatření a doporučení

Výsledky slovenského i evropského výzkumu se shodují v několika klíčových bodech:

- největší objem odpadu tvoří čerstvé produkty (ovoce a zelenina),
- je zde nízká míra porozumění termínům „minimální trvanlivost do“ a „spotřebujte do“;
- klíčovým faktorem je chování domácností, které je možné ovlivnit edukací,
- plošné kampaně jsou méně efektivní než cílené intervence respektující různé motivace spotřebitelů.

Oba výzkumy potvrzují, že pro tvorbu účinných preventivních strategií je zásadní pochopit „kde, kdo a proč“ produkuje potravinový odpad. Na základě těchto zjištění lze formulovat konkrétní doporučení pro efektivní snižování plýtvání potravinami. Je nutné kombinovat různé přístupy, které zohlední specifické motivace jednotlivých spotřebitelských segmentů. Zatímco pro uvědomělé plýtváče mohou být účinné nástroje jako digitální nákupní seznamy nebo aplikace pro správné skladování potravin, pro lhostejné plýtváče je potřebné realizovat osvětové kampaně nebo workshopy, které zdůrazní etické, ekologické i ekonomické dopady plýtvání potravinami.

Závěr

Plýtvání potravinami v domácnostech je prokázaný problém. Ať už na evropské, nebo národní úrovni, výzkumy poukazují na nutnost změnit náš přístup k potravinám. Kombinace měření, osvěty a cílených intervencí, založených na důkladné analýze chování spotřebitelů, je jedním ze způsobů, jak se přiblížit k stanovenému cíli snížit plýtvání potravinami do roku 2030 a přispět tak k udržitelnější budoucnosti.

Poděkování

Tato publikace vznikla v rámci projektu výzkumu a vývoje „Rozpracovanie postupov kvantifikácie tvorby odpadov z potravín vo vybraných segmentech potravinového reťazca“ (PVV 12) podporovaného MPRV SR (kontrakt č. 1131/2024/MPRVSR-930).

BUDÚCE TRENDY V NAKLADANÍ S POTRAVINOVÝM ODPADOM

Božena Skláršová

Plytvanie potravinami je celosvetový problém, ktorý ovplyvňuje aj Slovensko. Stojí nás peniaze, plytvá prírodnými zdrojmi a prispieva k zmene klímy. Našťastie, moderné technológie a inovatívne prístupy nám ukazujú cestu vpred. Tento článok sa zameriava na kľúčové budúce trendy, ktoré by mohli radikálne zmeniť spôsob, akým sa správame k potravinám – od inteligentných riešení v dodávateľských reťazcoch až po zmeny v správaní spotrebiteľov.

Súčasný stav plytvania potravinami

Každý rok skončí v koši až jedna tretina všetkých potravín, čo je približne 1,3 miliardy ton. Tento odpad má obrovský dopad na životné prostredie. Okrem toho, že plytváme jedlom, ktoré by mohlo nasýtiť milióny ľudí, plytvanie potravinami je zodpovedné za 8–10 % emisií skleníkových plynov, čo významne prispieva k zmene klímy. Navyše, všetky zdroje – voda, energia, pôda a práca – použité na výrobu tohto jedla sú premárnené.

Ak nezmeníme náš prístup, zmena klímy sa zrýchli a naše zdroje sa vyčerpajú. Ak vlády, firmy a jednotlivci spoja svoje sily, môžeme nájsť účinné riešenia, ktoré nám pomôžu správne nakladať s odpadom. Vďaka tomu môžeme vytvoriť udržateľnejšiu planétu pre budúce generácie.

Technológie, ktoré pomáhajú riešiť plytvanie potravinami

Moderné technológie zohrávajú kľúčovú úlohu v boji proti plytvaniu potravinami. Vďaka nim môžeme s potravinovým odpadom bojovať oveľa efektívnejšie. Rôzne riešenia, od inteligentných senzorov až po mobilné aplikácie, nám pomáhajú znižovať množstvo jedla, ktoré končí v koši. Stručný prehľad týchto technológií je zhrnutý v Tab. 1 a v schéme na Obr. 1.

- **Umělá inteligencia (AI) a strojové učenie:** Využívanie AI v boji proti plytvaniu potravinami pomáha firmám lepšie riadiť dodávateľské reťazce, znižovať nadprodukciiu a presnejšie odhadovať dopyt. Algoritmy strojového učenia dokážu určiť, kedy sa potraviny pokazia alebo dokedy sa môžu spotrebovať, čo umožňuje robiť efektívnejšie rozhodnutia a znižovať finančné straty. V praxi sa AI využíva napríklad na prediktívnu analytiku pri správe zásob alebo v inteligentných chladiacich systémoch, ktoré sledujú teplotu, vlhkosť a množstvo potravín.
- **Pokroky v biotechnológiách:** Nové biotechnologické postupy pomáhajú obmedziť plytvanie potravinami tým, že premieňajú organický odpad na obnoviteľné zdroje energie, ako je bioplyn alebo biopalivá. Vyvíjajú sa aj biologicky rozložiteľné obaly, ktoré znižujú množstvo odpadu a zároveň predlžujú trvanlivosť potravín. Geneticky modifikované organizmy (GMO) umožňujú upraviť plodiny tak, aby boli odolnejšie voči škodcom a chorobám, vďaka čomu sa aj menej kazia.

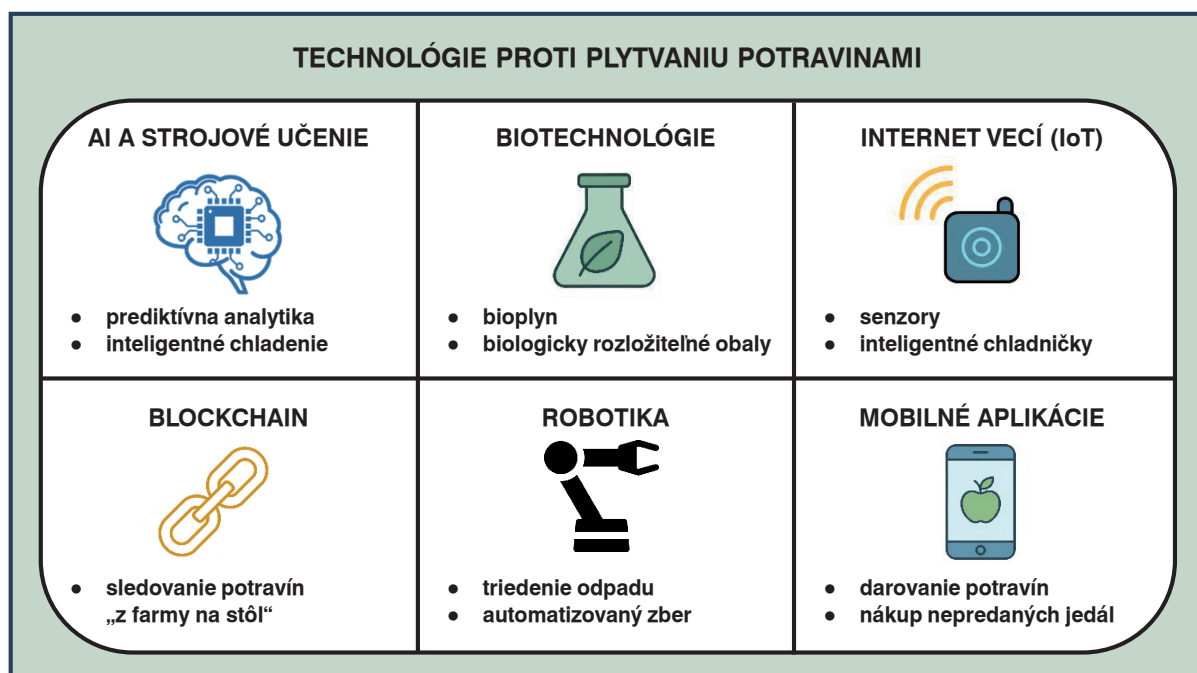
Božena Skláršová, Odbor chémie a analýzy potravín, Výskumný ústav potravinársky, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

Ing. Božena Skláršová, PhD., Výskumný ústav potravinársky NPPC, Priemyselná 4, P.O. Box 31, 82475 Bratislava 25. E-mail: bozena.sklarsova@nppc.sk

Tab. 1. Prehľad technológií v boji proti plytvaniu potravinami.

Technológia	Popis a mechanizmus	Príklady riešení
Umelá inteligencia (AI) a strojové učenie	Optimalizácia dodávateľských reťazcov, predikcia dopytu, monitorovanie skladovacích podmienok	Prediktívna analytika, inteligentné chladiace systémy
Biotechnológie	Využitie odpadu na bioplyn, dlhšie trvanlivé obaly, genetická modifikácia pre odolnosť	Bioplynové stanice, bioobaly, GMO plodiny
Internet vecí (IoT)	Senzory na čerstvosť a sledovanie podmienok v pôde a chove	Inteligentné senzory, smart farmy, dátumovo sledované chladničky
Blockchain	Transparentné sledovanie potravín v reťazci, predchádzanie podvodom	Blockchain „farm-to-table“, QR kódy pre spotrebiteľa
Robotika a automatizácia	Automatizované triedenie odpadu a úroda, znižovanie strát	Roboty so senzormi, automatické triedenie ovocia a zeleniny
Mobilné aplikácie a platformy	Podpora efektívneho nákupu, darovanie a predaj nepotrebných potravín	Aplikácie na redistribúciu potravín, platformy darovania jedál


Obr. 1. Technológie proti plytvaniu potravinami.

- **Zariadenia internetu vecí (IoT):** Inteligentné senzory môžu byť zapojené do rôznych výrobných procesov, vrátane skladovania, čo umožňuje výrobcom sledovať čerstvosť potravín vďaka priamemu monitoringu teploty, vlhkosti a ďalšie faktorov prostredia. V poľnohospodárstve sú aplikácie IoT obzvlášť užitočné - umožňujú monitorovať pôdne podmienky s cieľom optimalizovať načasovanie zberu úrody alebo napomáhajú sledovať zdravie hospodárskych zvierat. Rovnako sa rozširuje používanie „inteligentných chladničiek“, ktoré pomáhajú domácnostiam aj firmám sledovať dátumy spotreby a tým znižovať množstvo odpadu.

- **Technológia blockchain:** Blockchain umožňuje podnikom sledovať cestu potravinových výrobkov v reálnom čase, čím sa zlepšuje transparentnosť a sledovateľnosť v potravinovom dodávateľskom reťazci. Sledovaním produktov „z farmy až na stôl“ môže blockchain obmedziť podvody a zlepšiť bezpečnosť potravín, čím sa stáva kľúčovým nástrojom v boji proti plytvaniu potravinami.
- **Robotika a automatizácia:** Roboty môžu pomáhať pri triedení a spracovaní potravinového odpadu, čo uľahčuje jeho recykláciu a opätovné využitie a zároveň znižuje množstvo odpadu končiaceho na skládkach. V poľnohospodárstve je možné zaviesť automatizované systémy, ktoré zefektívňujú zber úrody a minimalizujú straty – napríklad roboty vybavené senzormi a umelou inteligenciou dokážu zbierať len produkty definovanej kvality, a tým zlepšujú procesy triedenia a klasifikácie.
- **Mobilné aplikácie a platformy:** Stále pribúdajú ďalšie aplikácie a platformy, ktoré pomáhajú znižovať plytvanie potravinami. Ide napríklad o aplikácie na nákup potravín, darovanie prebytočných potravín, alebo nákup nepredaných jedál z miestnych reštaurácií za zvýhodnenú cenu. Tieto nástroje môžu využívať nielen spotrebiteľia, ale aj firmy, a poskytujú praktické riešenia na efektívnejšie hospodárenie s potravinami.

Posilnenie postavenia spotrebiteľov: Edukácia

Rastúce povedomie spotrebiteľov o udržateľnosti je dôležitým krokom k znižovaniu množstva potravinového odpadu. Tieto pozitívne zmeny podporujú vzdelávacie kampane, vládne nariadenia a mestské iniciatívy zamerané na environmentálne zodpovedné správanie.

Očakáva sa, že trend znižovania plytvania potravinami bude naďalej pokračovať, najmä vďaka rastúcemu počtu školských a komunitných programov propagujúcich postupy znižovania odpadu a presadzujúcich životný štýl nulového odpadu.

Trend upcyklácie a pridanej hodnoty

Upcyklácia predstavuje moderný prístup k spracovaniu potravinového odpadu, pri ktorom sa nevyužitú suroviny premieňajú na nové produkty s vyššou pridanou hodnotou. Tento prístup podporuje obehové hospodárstvo a znižuje množstvo odpadu končiaceho na skládkach. Dôležité je zároveň informovať spotrebiteľov o bezpečnosti a výživovej hodnote upcyklovaných výrobkov, aby sa tieto produkty stali bežnou súčasťou trhu.

Záver

Hoci budúcnosť nakladania s potravinovým odpadom je sľubná, na dosiahnutie udržateľnej zmeny je nevyhnutná spolupráca všetkých sektorov spoločnosti. V tomto úsilí zohráva kľúčovú úlohu aj NPPC-VÚP, ktorý sa aktívne venuje výskumu a monitorovaniu plytvania potravinami. Jeho odborníci pracujú na kvantifikácii potravinového odpadu, aby poskytli presné dáta potrebné pre tvorbu efektívnych stratégií na národnej úrovni. Výskumné projekty NPPC-VÚP sa zameriavajú na hľadanie inovatívnych riešení pre zníženie plytvania v celom potravinovom reťazci – od poľnohospodárskej prvovýroby až po spotrebiteľa. Týmto prístupom prispieva nielen k znižovaniu odpadu, ale aj k ochrane životného prostredia a podpore obehového hospodárstva. Jeho zapojenie je dôkazom, že vedecký prístup a systematické meranie sú kľúčové pre dosiahnutie skutočného pokroku v tejto oblasti. Tým sa napĺňa vízia budúcnosti, kde je potravinový odpad nielen minimalizovaný, ale aj efektívne využívaný ako cenný zdroj.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci projektu PVV 12 „Rozpracovanie postupov kvantifikácie tvorby odpadov z potravín vo vybraných segmentoch potravinového reťazca“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č. 1131/2024/MPRVSR-930.

NOVÁ ÉRA TŘÍDĚNÍ OVOCE HMATOVÉ SENZORY PRO PŘESNÉ POSUZOVÁNÍ KVALITY

Blanka Tobolková – Xiaoshuan Zhang

Klimakterické ovoce (jablka, banány, mango, kiwi nebo rajčata) po sklizni dále dozrává a prochází výraznými fyziologickými změnami. Tyto změny ovlivňují jeho kvalitu, možnosti skladování a tržní hodnotu. Proto je přesné třídění ovoce podle stupně zralosti, ale i velikosti, klíčové pro snížení ztrát a zachování jednotné kvality v celém dodavatelském řetězci. V posledních letech se rozvíjí sensorové technologie, které umožňují sledovat vlastnosti ovoce neinvazivně, rychle a často i on-line. Tyto moderní přístupy mohou zásadně zefektivnit proces hodnocení kvality.

Současné problémy při třídění ovoce: subjektivita a neefektivita

Kvalita a stupeň zralosti ovoce jsou klíčové jak pro spokojenost zákazníků, tak pro správné řízení logistiky od sklizně až po prodej. Zejména u klimakterického ovoce, které dále dozrává i po sklizni, je nutné přesně určit stupeň zralosti, aby se optimalizovalo skladování a omezilo plýtvání. Současné metody třídění v průmyslové praxi však mají řadu omezení:

- Manuální třídění je neefektivní, pomalé, subjektivní a závislé na zkušenostech pracovníků, kterých je často nedostatek.
- Strojové třídění založené na technologii strojového vidění (machine vision) sice proces automatizuje, avšak je citlivé na světelné podmínky, vyžaduje nákladnou údržbu a může být náchylné k chybám způsobených okolním prostředím.
- Destruktivní testování (např. pomocí penetrometrů) poskytuje přesné údaje o pevnosti dužiny, avšak poškozuje testované plody, je časově náročné a často umožňuje analýzu jen malého počtu vzorků.

Z těchto důvodů je nezbytné hledat stabilní, objektivní a nedestruktivní metody hodnocení kvality a stupně zralosti ovoce. Právě tímto směrem se ubírá projekt bilaterální slovensko-čínské spolupráce SK-CN-23-0013, realizovaný NPPC-VÚP ve spolupráci s Čínskou zemědělskou univerzitou v Pekingu.

Hmatové senzory – napodobení lidského dotyku

Tvrdość (nebo pevnost) plodu je jedním z nejspolehlivějších ukazatelů zralosti klimakterického ovoce. Během dozrávání se ve stěnách buněk snižuje obsah hemicelulózy a dochází k rozkladu pektinu. Tím se pletiva postupně změkčují a snižuje se celková pevnost dužiny.

Flexibilní hmatové senzory jsou inspirovány lidskou kůží – její schopností vnímat dotek, tlak i vibrace. Dokážou zachytit statický tlak při uchopení plodu, který úzce souvisí s jeho tvrdostí. Umožňují detekovat, lokalizovat a kvantifikovat různé mechanické podněty, jako

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

Xiaoshuan Zhang, College of Engineering, China Agricultural University, Beijing, China.

Korešpondencia:

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

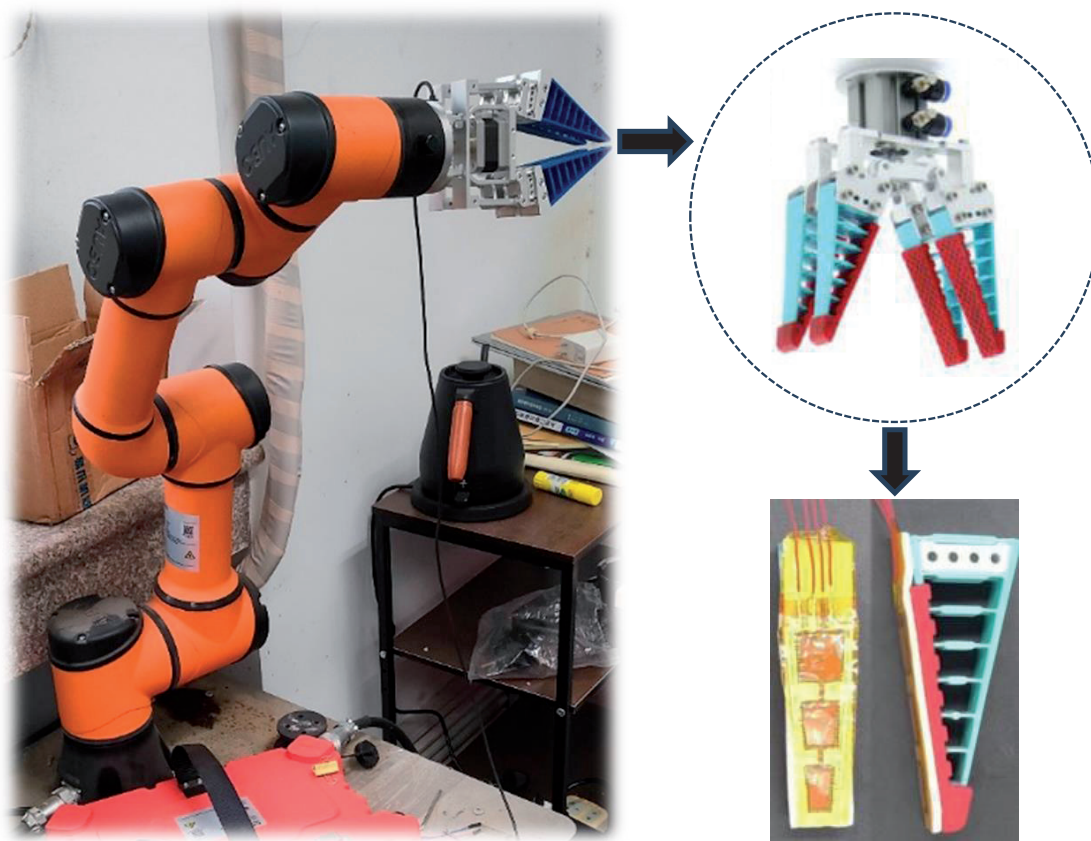
jsou tlak, síla, vibrace anebo textura povrchu. Díky své ohebnosti se snadno přizpůsobí tvaru a povrchu ovoce, a proto jsou ideální pro automatizované třídění a kontrolu kvality.

Při hodnocení kvality ovoce se hmatové senzory zaměřují především na měření tlaku a deformací, které vznikají při kontaktu s povrchem plodu. V potravinářství se nejčastěji uplatňují tři typy senzorů:

- **Kapacitní senzory** – měří změnu elektrické kapacity mezi vodivými deskami při působení tlaku. Deformace izolační vrstvy (dielektrika) mění kapacitu, která je přímo úměrná síle stlačení. Tyto senzory jsou velmi citlivé a dokážou zachytit i velmi nízké tlaky.
- **Piezeelektrické senzory** – využívají materiály, které při mechanickém namáhání vytvářejí elektrický náboj. Jsou vhodné zejména pro detekci rychlých změn a vibrací, jež mohou upozornit na vnitřní poškození nebo křehkost plodu.
- **Piezorezistivní senzory** – pracují na principu změny elektrického odporu vodivého materiálu při deformaci. Stlačení se zmenšuje vzdálenost mezi vodivými částicemi v polymerním kompozitu, což vede ke snížení odporu.

Ačkoli existuje více konstrukčních variant flexibilních hmatových senzorů podle použitého principu měření, většina z nich má podobnou vícevrstvou strukturu. Typicky se skládá z následujících vrstev:

- **Vrchní elastická (ochranná) vrstva** – chrání sensor před mechanickým poškozením, prachem a vlhkostí. Zároveň zajišťuje přenos tlaku na aktivní část senzoru. Nejčastěji se používají materiály jako polydimetylsiloxan (PDMS), silikonový elastomer, polyuretan nebo Ecoflex.



Obr. 1. Design mechanického ramene s flexibilním manipulátorem se čtyřmi „prsty“.

- **Senzorová (aktivní) vrstva** – reaguje na mechanické podněty (tlak, ohyb, deformaci) a převádí je na elektrický signál.
 - U piezorezistivních senzorů obsahuje vodivý kompozit, např. PDMS s uhlíkovými nanotrubicemi, grafenem nebo stříbrnými nanodrátky.
 - U kapacitních senzorů se skládá z vodivých elektrod oddělených dielektrickou vrstvou, která mění kapacitu při deformaci. Běžnými materiály jsou PDMS nebo polyimid (PI).
 - U piezoelektrických senzorů je aktivním prvkem piezoelektrický materiál, například polyvinylidenfluorid (PVDF) nebo zirkoničitan olovnatý (PZT).
- **Elektrodová vrstva** – zachycuje elektrickou odezvu senzoru. Vyrábí se z vodivých materiálů jako jsou uhlíkové nanotruby, zlato, stříbro, měď nebo grafen. Elektrody se často nanášejí ve formě tenkého filmu, tištěného vodivého inkoustu nebo nanovláknenné sítě.
- **Nosná vrstva (substrát)** – zajišťuje mechanickou oporu a pružnost celé struktury senzoru. Musí být tenká, pružná a odolná vůči opakovanému ohýbání. Nejčastěji se používají materiály jako polyethylentereftalát PI, PDMS nebo termoplastický polyuretan.

Aplikací těchto senzorů na povrch ovoce a měřením síly potřebné na vyvolání standardizované minimální deformace, je možné objektivně určit tuhost plodu. Platí, že čím menší deformace nastane při stejném tlaku, tím je plod tužší, méně zralý a obvykle i vhodnější pro delší skladování.

Integrovaný systém: vícebodová detekce a strojové učení pro vyšší přesnost

Pro efektivní a stabilní detekci je zásadní propojit hmatové senzory s robotickým systémem. Využívá se flexibilní manipulátor se dvěma nebo čtyřmi „prsty“, které se na rozdíl od pevných ramen lépe přizpůsobují tvaru a velikosti ovoce. Ohebné prsty jemně obepínají plod, čímž umožňují bezpečné uchopení i křehkých a nepravidelných objektů. Každý prst manipulátoru obsahuje integrované pole miniaturních senzorických jednotek s různým rozlišením, obvykle až 12 senzorických jednotek. Díky tomu je možné měřit tvrdost plodu ve více bodech současně a získat tak komplexní obraz o jeho mechanických vlastnostech (Obr. 1). Tento přístup poskytuje výrazně přesnější výsledky než měření jediným senzorem. Tento systém navíc dokáže kromě zralosti vyhodnotit i velikost ovoce. Ta se určuje podle vztahu mezi naměřenou tvrdostí v jednotlivých bodech a změnou odporu nejvýše umístěné senzorové jednotky, která indikuje, jak plod vyplňuje prostor mezi prsty manipulátoru.

Každé uchopení plodu generuje velké množství surových dat o změnách, např. elektrického odporu. Aby bylo možné tato data převést na smysluplné výsledky, využívají se algoritmy strojového učení. K tomu jsou využívány různé modely, které jsou trénovány na datových souborech, kde je každému měření tvrdosti přiřazena referenční hodnota zralosti získaná destruktivní metodou. Strojové učení umožňuje mnohem přesnější a flexibilnější klasifikaci než metody založené na jediné prahové hodnotě. Kromě samotného rozpoznávání zralosti dokáže také adaptivně upravovat parametry manipulátoru, aby bylo uchopení plodu vždy stabilní a bezpečné.

Budoucnost logistiky ovoce

Spojení flexibilních hmatových senzorů, inteligentních manipulátorů a technologií strojového učení představuje zásadní krok k plně automatizovanému a stabilnímu systému třídění ovoce. Hlavní přínosy tohoto řešení jsou:

- **Nedestruktivní detekce** – plody lze hodnotit a třídít bez jakéhokoli poškození jejich povrchu či dužiny.
- **Vysoká přesnost a spolehlivost** – kombinace hodnocení stupně zralosti a velikosti dosahuje vysoké přesnosti, která výrazně převyšuje výsledky manuálního třídění.
- **Efektivita a udržitelnost** – automatizace zrychluje proces třídění, snižuje provozní

náklady a prispíva k lepšiemu využitiu zdrojů. Důsledné třídění zároveň omezuje plýtvání a ztráty při distribuci, čímž podporuje udržiteľný rozvoj potravinárskeho průmyslu.

Moderní hmatové senzory pro hodnocení kvality a zralosti klimakterického ovoce se stávají klíčovou technologií s významem pro potravinářství, logistiku i maloobchod. Jejich zavedení může výrazně zvýšit konkurenceschopnost celého odvětví a zajistit, že se ke spotřebitelům dostane ovoce v nejlepší možné kvalitě a optimální zralosti.

Poděkování

Tato publikace vznikla v rámci projektu SK-CN-23-0013 „Pokročilé inteligentné technológie kontroly dozrievania klimakterického typu ovocia“

JEDLÉ OBALY V POTRAVINÁRSTVE

Adriana Véghová

Počas skladovania podliehajú potravinárske výrobky rôznym zmenám spôsobeným fyzikálnymi, chemickými a mikrobiálnymi faktormi. Na zachovanie ich kvality sa využívajú obaly, ktoré znižujú riziko kazení a predlžujú trvanlivosť. Syntetické plastové obaly sú však významným zdrojom znečistenia životného prostredia, preto sa výskum v oblasti balenia potravín zameriava na vývoj obalov z materiálov získaných z prírodných zdrojov. Tieto inovatívne obaly predstavujú riešenie na zníženie environmentálnej záťaže.

Obaly v potravinárskom priemysle majú primárnu úlohu zabezpečiť bezpečnosť a hygienu potravinárskych výrobkov. Ich funkciou je chrániť potraviny pred fyzickým poškodením, výkyvmi teplôt, chemickou a mikrobiálnou kontamináciou a predlžovať ich trvanlivosť. Okrem toho slúžia aj ako zdroj informácií pre spotrebiteľov, keďže poskytujú údaje o nutričnej hodnote, zložení, dátume spotreby a spôsobe skladovania. Medzi najpoužívanéjšie materiály na balenie potravín patria plast, sklo, kov a papier, pričom plastové obaly sú najrozšírenejšie. Plast je považovaný za vhodný materiál pre svoju nízku cenu, nízku hmotnosť, vysokú mechanickú pevnosť, ľahké tvarovanie a odolnosť voči teplu.

Napriek týmto výhodám majú plasty negatívny vplyv na životné prostredie a predstavujú závažný ekologický problém, keďže sú prakticky nerozložiteľné, ťažko recyklovateľné a ich odpad sa hromadí v prírode, vrátane potravinového reťazca. Hoci boli vyvinuté syntetické polymérne plasty ako polyetylén, polystyrén a polyvinylchlorid, ktoré nie sú toxické, ich nerozložiteľnosť stále predstavuje významný dôvod na obmedzenie ich použitia pri balení potravín.

V posledných rokoch sa výrazne zvýšilo povedomie spotrebiteľov o negatívnom vplyve syntetických obalov na životné prostredie, čo podnietilo potravinársky priemysel hľadať alternatívy zamerané na minimalizáciu používania plastov. Tento trend viedol k vývoju jedlých

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

Korešpondencia:

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

obalov, ktoré majú potenciál čiastočne nahradiť biologicky nerozložiteľné syntetické obaly. Vzhľadom na rastúce environmentálne obavy a neudržateľnosť plastových obalov si jedlé obaly získavajú čoraz väčšiu pozornosť.

Jedlé obaly sú tenké vrstvy z prírodných potravinárskych materiálov, ktoré sa aplikujú na potraviny vo forme povlakov alebo filmov. Výber spôsobu aplikácie závisí od typu jedlého obalu a charakteru potraviny, na ktorú sa má aplikovať. Jedlé povlaky sa nanášajú priamo na povrch potravín striekaním, namáčaním alebo natieraním, zatiaľ čo jedlé filmy sa najprv vyrábajú procesmi, ako je odlievanie a sušenie, a následne sa obalia okolo potraviny. Takéto obaly sa po použití buď skonzumujú spolu s potravinou, alebo sa prirodzene rozložia, čím pomáhajú znižovať environmentálny dopad plastového odpadu. Jedlé obaly poskytujú fyzickú ochranu potravín pred mechanickým poškodením a mikrobiálnou kontamináciou, znižujú riziko ich znehodnotenia a pôsobia ako ochranné bariéry proti vonkajším faktorom (strata vlhkosti, oxidácia lipidov, výmena plynov). Tým predlžujú trvanlivosť potravín a zároveň prispievajú k zachovaniu ich nutričných a senzorických vlastností a celkovej kvalite. Predĺžením trvanlivosti a čerstvosti tiež pomáhajú znižovať plytvanie potravinami.

Tab. 1. Charakteristika jedlých obalov a ich využitie v potravinárstve.

Typ jedlého obalu		Charakteristické vlastnosti	Aplikácia
Polysacharidy	Škrob Pektín Chitosan Celulóza	Dobrá bariéra proti kyslíku, citlivosť na vlhkosť, nízka mechanická pevnosť, nosiče funkčných látok	Ovocie, zelenina, sušené mäso, syry
Proteíny	Sójový proteín Srvátkový proteín Želatína Kolagén	Dobrá bariéra proti kyslíku, nízka odolnosť proti vlhkosti, vysoká mechanická pevnosť	Syry, mäsové výrobky, pekárenské výrobky
Lipidy	Vosky Oleje Mastné kyseliny Živice	Výborná bariéra proti vlhkosti, slabá bariéra proti kyslíku, nízka mechanická pevnosť	Ovocie, cukrovinky, pekárenské výrobky
Kompozity	Kombinácia polysacharidov, proteínov, lipidov	Optimalizované vlastnosti – zlepšená pevnosť a bariérové vlastnosti, zložitejšia výroba	Mäso, balené hotové jedlá, syry

Na výrobu jedlých obalov sa používajú prírodné biopolyméry, ktoré musia byť biologicky odbúrateľné, ekologické, zdravotne nezávadné, netoxické a vhodné na kontakt s potravinami. Na rozdiel od plastov a iných syntetických materiálov nepredstavujú riziko kontaminácie potravín. Tieto prírodné biopolyméry možno rozdeliť do troch hlavných skupín: polysacharidy, lipidy a proteíny, ktoré sa používajú buď samostatne, alebo sa navzájom kombinujú (Tab. 1). Ich kombinácia umožňuje optimalizovať vlastnosti obalov, napríklad zlepšiť pružnosť, pevnosť alebo bariérové vlastnosti. Do obalov je možné zapracovať aj rôzne funkčné bioaktívne zlúčeniny vrátane antioxidantov, antimikrobiálnych látok, minerálov, aróm, vitamínov, farbív, esenciálnych olejov a prospešných mikroorganizmov. Tieto látky zlepšujú funkčnosť obalov a môžu mať aj z nutričného hľadiska značný význam pre zdravie človeka.

Jedlé obaly sú najmä prospešné pre potraviny podliehajúce skaze, ako je čerstvé alebo minimálne spracované ovocie a zelenina. Pri týchto potravinách môžu vytvárať ochrannú

bariéru, ktorá spomaľuje výmenu plynov, chráni pred stratou vlhkosti, spomaľuje hnednutie a mäknutie, obmedzuje mikrobiálnu kontamináciu, zabraňuje zmene farby a udržiava vzhľad počas predaja minimalizáciou kontaktu s nečistotami a prachom. Mnohé výskumy sa zameriavajú na výrobu jedlých obalov práve pre ovocie a zeleninu. Pektínové povlaky aplikované na ovocí, ako sú jablká, slivky, maliny, jahody, preukázali zníženie mikrobiálneho rastu a spomalenie kazenía. Použitie jedlého povlaku na báze chitosanu na banánoch predĺžilo ich trvanlivosť znížením hniloby a spomalením procesu dozrievania. Iný výskum ukázal, že povlaky zo srvátkových proteínov na plátkoch jabĺk a zemiakov pôsobili ako kyslíkové bariéry a oddialili hnednutie. Povlaky na báze lipidov, ako je včelí vosk, sa často aplikujú na ovocie, napríklad jablká, kde pomáhajú spomaliť oxidáciu, zabraňujú hnednutiu a minimalizujú stratu živín.

V prípade mliečnych výrobkov, najmä syrov, môžu jedlé obaly zlepšovať kvalitu zrenia, zabraňovať nežiaducim organoleptickým zmenám, predlžovať trvanlivosť a zvyšovať bezpečnosť počas skladovania. Ak sú obaly obohatené o antimikrobiálne látky alebo antioxidanty môžu inhibovať rast nežiaducej mikrobioty a potláčať oxidačné procesy. V rôznych štúdiách zistili, že chitosan, ktorý má antimikrobiálne vlastnosti, sa môže použiť ako jedlý potahový materiál na inhibíciu rastu mikroorganizmov na povrchu syra. Povlaky na báze chitosanu sa často používajú v kombinácii s inými materiálmi a sú vhodné pre rôzne druhy syrov. Napríklad syr Ricotta potiahnutý jedlým povlakom z chitosanu a srvátkového proteínu, skladovaný pri teplote 4 °C počas 30 dní, vykazoval významné zníženie počtu mezofilných a psychrotrofných baktérií v porovnaní s kontrolnou vzorkou.

V prípade mäsových výrobkov môžu jedlé obaly zlepšiť kvalitu čerstvého, mrazeného a spracovaného mäsa, vrátane morských plodov a rýb tým, že spomaľujú stratu vody, znižujú oxidáciu lipidov a zabraňujú zmene farby. Pridanie antioxidantov do jedlých obalov môže pomôcť s predĺžením trvanlivosti týchto výrobkov. Vo viacerých štúdiách sa preto do obalov pridávali esenciálne oleje s prirodzenými antimikrobiálnymi a antioxidačnými vlastnosťami, ako sú tymianový, rozmarínový alebo oreganový olej. Účinky týchto olejov skúmali na povrchu kuracieho mäsa, kde takéto jedlé obaly znížili výskyt baktérií *Listeria innocua*, *Pseudomonas fragi*, *Staphylococcus aureus* a *Staphylococcus enteritis*, pričom oreganový olej vykazoval najsilnejší účinok. Podobne sa trvanlivosť morčacieho mäsa predĺžila pridaním esenciálneho oleja do obalu na báze želatíny a chitosanu. V ďalšej štúdií zistili, že hovädzie mäso potiahnuté rastlinným škrobom si zachovalo farbu a pH, pričom sa zvýšila jeho odolnosť voči mikroorganizmom. Jedlé obaly zo srvátkových proteínov tiež významne znižovali oxidáciu lipidov a inhibovali rast mikroorganizmov spôsobujúcich kazenie a patogénnych mikroorganizmov v mäsových výrobkoch.

Jedlé obaly predstavujú perspektívnu a udržateľnú alternatívu k tradičným plastovým obalom. Ponúkajú ekologické výhody a inovatívne riešenie v oblasti balenia potravín. Aj keď čelia rôznym výzvam spojeným s technologickým spracovaním či legislatívnymi požiadavkami, ich výskum a vývoj neustále napreduje a v budúcnosti môžu zohrávať kľúčovú úlohu pri ochrane potravín.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci projektu PVV 11 „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č.1131/2024/MPRVSR-930.

RIZIKO KONTAMINÁCIE POTRAVÍN BAKTÉRIAMI S RASTÚCOU ANTIBIOTICKOU REZISTENCIOU

Eva Kaclíková

Potraviny sú základným predpokladom ľudského života a zdravia, no zároveň predstavujú významný vektor prenosu mikroorganizmov. Zatiaľ čo riziko alimentárnych infekcií bolo vždy prítomné, v posledných desaťročiach sa čoraz viac hovorí o ďalšej dimenzii tohto problému, ktorou je prítomnosť baktérií rezistentných na antibiotiká v potravinovom reťazci. Tento jav nepredstavuje iba individuálne zdravotné riziko pre spotrebiteľa, ale má aj celospoločenský a globálny význam, keďže rezistentné kmene môžu cirkulovať medzi ľuďmi, zvieratami a životným prostredím, ktoré sa stáva ich nebezpečným rezervoárom. Rezistencia baktérií na antibiotiká je dnes považovaná za jednu z najväčších výziev verejného zdravotníctva a jej prepojenie s potravinovou bezpečnosťou robí z tejto problematiky vysoko aktuálnu tému.

Zdroje kontaminácie

Kontaminácia potravín rezistentnými baktériami môže nastať v rôznych fázach potravinového reťazca. Už vo fáze primárnej produkcie sa stretávame s používaním antibiotík vo veterinárnej medicíne, často aj v prípadoch, keď to nie je nevyhnutné. Takéto postupy vytvárajú selekčný tlak, ktorý podporuje vznik a udržiavanie rezistentných kmeňov v črevnej mikróflóre hospodárskych zvierat. Následne sa tieto mikroorganizmy môžu dostať do živočíšnych produktov, ako sú mäso, mlieko alebo vajcia. Druhou fázou, kde dochádza k riziku, je spracovanie a distribúcia potravín. Nedostatočná hygiena na bitúnkoch, v mliekarniach alebo vo výrobe polotovarov umožňuje prenos baktérií z kontaminovaných surovín na konečný produkt. Nezanedbateľnú úlohu zohráva aj konečný článok, teda domácnosť alebo gastronomické zariadenia, kde nesprávna manipulácia s potravinami, krížová kontaminácia či nedostatočná tepelná úprava môžu viesť k tomu, že spotrebiteľ skonzumuje baktérie, ktoré sú odolné voči viacerým druhom antibiotík.

Rezistentné baktérie v potravinách

Medzi najčastejšie baktérie, ktoré sa nachádzajú v potravinách a súčasne vykazujú rezistenciu na antibiotiká, patrí predovšetkým rod *Salmonella*. Tento patogén sa často spája s hydinou a vajcami a čoraz častejšie sa u neho dokumentuje rezistencia voči cefalosporínom a fluorochinolónom, čo výrazne komplikuje liečbu salmonelózy. Podobne významným patogénom je aj *Escherichia coli*, najmä kmene produkujúce enzýmy typu ESBL (Extended-Spectrum Beta-Lactamases), ktoré sú schopné inaktivovať široké spektrum β -laktámových antibiotík. Tieto kmene sa môžu nachádzať v hovädzom mäse, hydinových produktoch, ale aj v čerstvej zelenine. *Campylobacter* sp., ktorý je jednou z hlavných príčin väčšiny bežných bakteriálnych hnačiek v Európe, sa spája predovšetkým s hydinovým mäsom a známe sú

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

Korešpondencia:

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

jeho rezistentné kmene voči makrolidom a chinolónom. V potravinách sa môžu objavovať aj enterokoky, pričom obzvlášť závažné sú kmene rezistentné voči vankomycínu, ktoré predstavujú závažný problém v nemocničnom prostredí. Najvýznamnejšie potravinové patogénne baktérie rezistentné na určité antibiotiká a ich zdroje sú sumarizované v Tab. 1.

Riziká pre spotrebiteľa

Konzumácia potravín kontaminovaných rezistentnými baktériami predstavuje pre spotrebiteľa viacero rizík. V prvom rade môže dôjsť k priamej infekcii, pričom liečba je komplikovaná, pretože bežne používané antibiotiká nemusia byť účinné. Infekcie spôsobené rezistentnými baktériami majú tendenciu trvať dlhšie, spôsobujú ťažší priebeh ochorenia a zvyšujú riziko hospitalizácie. Okrem priameho rizika existuje aj nepriame nebezpečenstvo, ktoré spočíva v prenose génov rezistencie. Baktérie, ktoré sa dostanú do črevného traktu človeka, môžu svoje genetické mechanizmy rezistencie odovzdávať iným mikroorganizmom, a tým prispievať k šíreniu antimikrobiálnej rezistencie v populácii. Z hľadiska verejného zdravia je dôležité aj epidemiologické riziko, keďže kontaminované potraviny sú často distribuované v rámci širokého trhu a môžu sa dostať do rôznych krajín, čo umožňuje rýchle a nekontrolované šírenie rezistentných kmeňov naprieč regiónmi a kontinentmi.

Dôsledky pre verejné zdravie

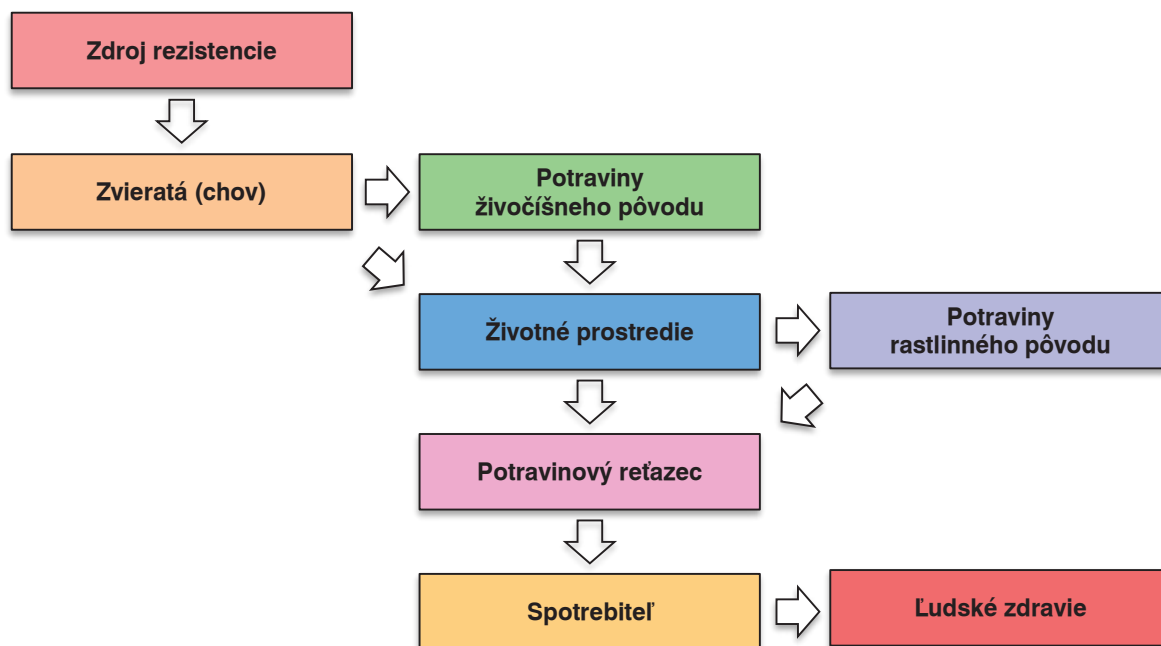
Dôsledky prítomnosti rezistentných baktérií v potravinách sú mnohostranné. Pre pacienta znamenajú náročnejšiu a menej úspešnú liečbu, predĺženie ochorenia a v ťažkých prípadoch aj zvýšenú úmrtnosť. Pre zdravotnícky systém to predstavuje vyššie ekonomické náklady spojené s hospitalizáciami, predlžovaním liečby, či používaním drahších antibiotík či alternatívnych terapií. Z dlhodobého hľadiska dochádza k obmedzovaniu terapeutických možností a k oslabeniu účinnosti antibiotík, ktoré patria medzi kľúčové piliere modernej medicíny.

Prevenčia a opatrenia

Prevenčia kontaminácie potravín rezistentnými baktériami musí byť komplexná a vychádzať z princípu „One Health“, ktorý zdôrazňuje prepojenie zdravia ľudí, zvierat a životného prostredia (Obr. 1). Na úrovni veterinárnej praxe je nevyhnutné obmedziť nadmerné používanie antibiotík a podávať ich iba v odôvodnených prípadoch. Rovnako dôležitý je systematický monitoring rezistentných kmeňov v potravinách a vo výrobe, ktorý umožní včas identifikovať hrozby. Z hľadiska spotrebiteľa je kľúčová dôsledná hygiena

Tab. 1. Najvýznamnejšie potravinové patogény rezistentné na antibiotiká a ich zdroje.

Baktéria	Typ rezistencie	Zdroj
<i>Salmonella</i> sp.	Cefalosporíny, fluorochinolóny	Hydina, vajcia
<i>Escherichia coli</i>	β -laktámové antibiotiká	Hovädzie mäso, hydina, zelenina
<i>Campylobacter</i> sp.	Makrolidy, chinolóny	Hydina
<i>Enterococcus</i> sp.	Vankomycín	Mäso, mliečne produkty
<i>Listeria monocytogenes</i>	Penicilín, aminoglykozidy	Nepasterizované mlieko, mäkké syry, údeniny
<i>Staphylococcus aureus</i>	Meticilín, ďalšie β -laktámové antibiotiká	Mäso, mliečne produkty, hotové jedlá
<i>Clostridium perfringens</i>	Tetracyklíny	Mäso, polotovary, hotové jedlá
<i>Clostridium botulinum</i>	Tetracyklíny (rezistencia zriedkavá)	Konzervy, údeniny, med



Obr. 1. Schéma šírenia rezistentných baktérií v potravinovom reťazci.

pri príprave jedál, dostatočná tepelná úprava a predchádzanie krížovej kontaminácii. Edukácia verejnosti zohráva významnú úlohu, keďže informovaný spotrebiteľ dokáže lepšie chrániť seba a svojich blízkych. Na globálnej úrovni je nevyhnutná spolupráca medzi štátmi a zapojenie medzinárodných organizácií, ako sú WHO, EFSA alebo ECDC, ktoré koordinujú dohľad a výskum v oblasti antimikrobiálnej rezistencie.

Záver

Kontaminácia potravín baktériami s rastúcou rezistenciou na antibiotiká predstavuje vážnu hrozbu, ktorá sa netýka len jednotlivcov, ale celej spoločnosti. Jej zvládnutie si vyžaduje systémové opatrenia na všetkých úrovniach – od poľnohospodárstva a veterinárnej medicíny cez potravinársky priemysel až po domácnosti a zdravotníctvo. Ak sa neprijmú účinné opatrenia, môže dôjsť k situácii, keď budú bežné infekcie opäť smrteľné pre nedostatok účinných antibiotík. Preto je nevyhnutné vnímať túto problematiku ako prioritu verejného zdravia a konať koordinovane, aby sme zachovali účinnosť antibiotík pre budúce generácie.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci projektu PVV 11 „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č.1131/2024/MPRVSR-930.

VÝSKUMNÝ EXPERIMENT PRIAMO NA SALAŠI

Janka Koreňová – Kristína Kukurová

V rámci výskumu ovčích hrudkových syrov sme testovali prídavok doplnkovej kultúry *Lactobacillus helveticus*. Po úspešných modelových experimentoch v laboratórnych podmienkach sme realizovali poloprevádzkové fermentácie priamo na salaši. Do čerstvého ovčieho mlieka sme pridali overenú kultúru a pripravili syry, ktoré boli podrobené mikrobiologickej a senzorickej analýze. Získané výsledky potvrdzujú, že cieľená aplikácia vybraných mikroorganizmov môže prispieť k stabilizácii a podpore kvality tradičných salašnických syrov.

Bežná priemyselná výroba syrov z pasterizovaného mlieka nevyhnutne vyžaduje prídavok štartovacej kultúry, pretože prirodzene prítomné baktérie mliečneho kysnutia v mlieku sa pasterizáciou devitalizujú. Pridávanie štartovacích kultúr je však často efektívne aj pri výrobe syrov z nepasterizovaného mlieka, kde ide o tzv. doplnkovú kultúru k prirodzene prítomnej mikrobiote. Kvalita ovčieho mlieka a tým aj vyrobeného ovčieho hrudkového syra sa môže líšiť medzi jednotlivými výrobcami, alebo kolísť v rôznych obdobiach výrobných sezón. Vhodným spôsobom, ako zlepšiť proces fermentácie a zaručiť typické kvalitatívne vlastnosti syra s intenzívnou arómou, je aplikácia vhodnej doplnkovej kultúry obsahujúcej baktérie mliečneho kysnutia.

Doplnková kultúra sa môže použiť za účelom urýchlenia prvej fázy fermentácie, rýchlejším znížením pH a tým obmedzenia rozmnožovania patogénnych alebo toxinogénnych baktérií. Na tento účel sú vhodné najmä kultúry laktokokov, ktoré sa rýchlo rozmnožujú a produkujú kyselinu mliečnu. Okrem laktokokov sa na fermentácii mlieka pri výrobe syrov zúčastňujú aj laktobacily a leukonostoky, ktoré sa rozmnožujú pomalšie, ale ak zrenie syrov trvá aspoň týždeň, prispievajú k rozvoju typickej bohatej arómy a chuti syrov. Opísaný proces je možné ovplyvniť pridaním vybraných bakteriálnych kmeňov do mlieka na začiatku výroby vo forme doplnkových kultúr.

V laboratóriách Výskumného ústavu potravinárskeho NPPC sme v rámci viacerých výskumných projektov identifikovali mikroorganizmy tvoriace spoločenstvá v ovčej srvátke, v ovčom hrudkovom syre a v bryndzi. Biochemicky zaujímavé izoláty laktobacilov a leukonostokov sme podrobili dôkladnej genetickej charakterizácii a kmene s vhodnými vlastnosťami sme využili ako doplnkové kultúry pri príprave ovčieho hrudkového syra v laboratóriu. Výstupom laboratórnych experimentov boli overené autochtónne kultúry pripravené na poloprevádzkové fermentácie priamo na salaši s predpokladom využitia ako vhodného nástroja pre zachovanie, resp. posilnenie tradičných organoleptických vlastností ovčieho hrudkového syra a koncového produktu – slovenskej bryndze. Výsledky a zámer laboratórnych experimentov sme publikovali aj v časopise Trendy v potravinárstve č. 2/2023.

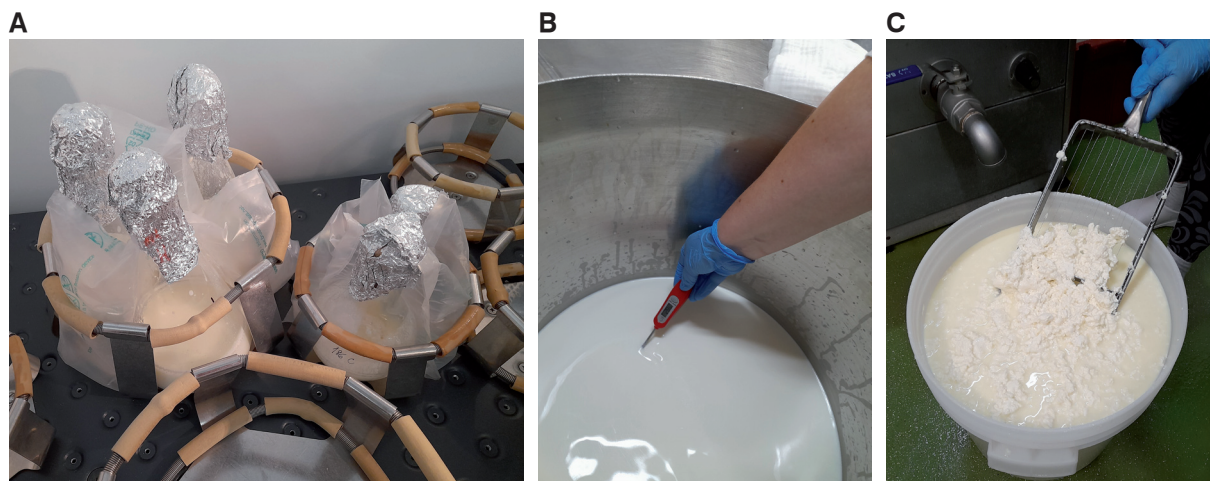
Logickým pokračovaním boli poloprevádzkové experimenty u spolupracujúcich výrobcov

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

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

Korešpondencia:

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



Obr. 1. Príprava inokula kultúry *Lb. helveticus* 186 (A), meranie teploty mlieka pred syrením (B) vyzrážaná syrenina (C).

na salaši a v bryndziarni. Na prípravu inokula doplnkovej kultúry sme vybrali charakterizovaný autochtónny izolát *Lactobacillus helveticus* 186. Použili sme 30 l čerstvého ovčieho mlieka s prídavkom 1 %, resp. 10 % (v/v) inokula doplnkovej kultúry, čo predstavuje koncentráciu $10^6 - 10^7$ KTJ/ml, resp. $10^7 - 10^8$ KTJ/ml *Lactobacillus helveticus* 186 (Obr. 1A). Po zahriatí mlieka na 32 °C sme pridali syridlo a po 30 min sme začali krájať syreninu (Obr. 1B, 1C).

Syrové hrudky pripravené enzymatickým zrážaním mliečnej bielkoviny sme nechali odkvapkávať v syrárskych plachtických po dobu 24 hodín (Obr. 2) a ďalej sme ich podrobili dvojstupňovému zreniu podľa zaužívanej technologickej praxe na salaši, resp. v bryndziarni: 2 dni pri teplote 21 °C a 6 dní pri tepote 13 °C. Vyrobili sme 2 hrudy syra po 2,5 až 3 kg.

Ako kontrolné vzorky sme použili syry pripravené za bežných podmienok bez doplnkovej kultúry priamo na salaši, resp. v bryndziarni. V mlieku a vo vyrobených ovčích hrudkových syroch sme kultivačne stanovili obsah prezumptívnych laktobacilov, prezumptívnych laktokokov a koagulázopozitívnych stafylokokov. Metódou dôkazu sme overili prítomnosť patogénov *Salmonella* sp. a *Listeria monocytogenes* s negatívnym výsledkom. Hygienická kvalita syrov pripravených s doplnkovou kultúrou vzťahnutá na ukazovateľ obsahu koagulázopozitívnych stafylokokov bola bezchybná (menej ako 10^2 KTJ/g) u kontrolných vzoriek syra bez doplnkovej kultúry sme stanovili 10^2 KTJ/g zárodokov koagulázopozitívnych stafylokokov. Obidva typy syrov však vyhoveli predpísanému limitu podľa Nariadenia ES 2073/2005.



Obr. 2. Prvá fáza zrenia ovčích hrudkových syrov pri teplote 21 °C.

A



B



Obr. 3. Vzhľad syra na reze po 8 dňoch zrenia s pridanou kultúrou (A) a bez predanej kultúry (B).

Senzorickú analýzu vzoriek vyrobených syrov sme realizovali prostredníctvom panela trénovaných hodnotiteľov. Bodovú stupnicu od 1 (minimum) do 5 (maximum) sme určili pre hodnotenie špecifikácie vybraných parametrov organoleptickej kvality salašníckeho ovčieho hrudkového syra (farba, vzhľad, konzistencia, vôňa, chuť). Osobitnú bodovú intenzitnú stupnicu od 1 (minimum) do 5 (maximum) sme určili pre samostatné hodnotenie intenzity ovčiny vo vône a v chuti. Po predchádzajúcich laboratórnych experimentoch mali modelové syry s prídavkom doplnkovej kultúry *Lactobacillus helveticus* 186 štatisticky významne intenzívnejšiu vôňu a chuť po ovčine oproti syrom bez prídavku kultúry, alebo s inými druhmi doplnkových kultúr. U syrov vyrobených v poloprevádzkových podmienkach sme v týchto atribútoch nedosiahli štatisticky významné rozdiely medzi vzorkami s prídavkom a bez prídavku doplnkovej kultúry a to nezávisle na objeme pridaného inokula. Syry s doplnkovou kultúrou mali pevnejšiu a suchšiu konzistenciu, bielu farbu (Obr. 3A) a výraznejšie kyslú chuť (pH 4,51 až 4,61). U kontrolných vzoriek bez pridanej kultúry (pH 4,91 až 5,15) bola identifikovaná horká dochuť, syry mali mäkkú, vlhkú až mazľavú konzistenciu, farbu typickú, s odtieňom do žltá (Obr. 3B).

Napriek rozdielnemu celkovému charakteru vône a chuti sa vzorky s doplnkovou kultúrou aj bez pridanej kultúry vyznačovali výraznou animálnou vôňou a chuťou po ovčine, čo bolo hlavným cieľom štúdie.

Experimentálne výsledky môžu pomôcť výrobcovi pri rozhodovaní kedy siahnuť po použití doplnkovej kultúry, či už na podporu kysnutia syrov pri problematickej kvalite mlieka, alebo v prípade, keď technológia určitých syrových výrobkov vyžaduje tuhšiu konzistenciu ovčieho hrudkového syra a prekysnutie na nižšie hodnoty pH. Práve v takýchto prípadoch môže citlivo dávkovaná doplnková kultúra napomôcť k dosiahnutiu štandardných kvalitatívnych parametrov tradičných výrobkov.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci projektu PVV 11 „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č.1131/2024/MPRVSR-930.

ANTIBAKTERIÁLNY POTENCIÁL MEDU

Jana Minarovičová – Kristína Kukurová – Zuzana Ciesarová

Včelí med je prírodný produkt, ktorý má nezastupiteľné miesto nielen v prevencii, ale aj pri riešení mnohých zdravotných problémov. Je známy svojimi antimikrobiálnymi účinkami – obsahuje látky, ktoré pôsobia proti rozvoju baktérií a vykazujú protizápalové, bakteriostatické, antioxidantné, protivírusové a protirakovinové účinky. Vďaka tomu môže prispievať k hojeniu drobných poranení, hnisavých rán, popálenín a pomáhať aj pri zápaloch v ústnej dutine. Výsledky početných experimentálnych a klinických štúdií potvrdzujú jeho výrazný inhibičný účinok na gram-pozitívne aj gram-negatívne baktérie.

Med je prírodné sladidlo, ktoré produkujú včely druhu *Apis mellifera*. Tie zbierajú rastlinný nektár, prípadne sekréty zo živých častí rastlín alebo výlučky hmyzu cicajúceho rastlinné šťavy, takzvanú medovicu. Med je prírodná zmes, ktorá pozostáva predovšetkým z jednoduchých cukrov – v kvetovom mede je ich obsah okolo 60–80 %, v medovicovom mede najmenej 45 %. Najvyššie zastúpenie majú fruktóza a glukóza, v menšej miere sacharóza, maltóza a ďalšie jednoduché cukry. Okrem cukrov obsahuje med približne 16–20 % vody (v mede z mierneho klimatického pásma, akým je Slovensko, je typický obsah vody maximálne 18 %) a okolo 1 % ďalších minoritných zložiek, ako sú vitamíny, minerálne látky, aminokyseliny, enzýmy, hormóny, inhibítory, peľ a organické farbivá.

Jednotlivé bioaktívne zložky medu sa líšia intenzitou antimikrobiálneho účinku v závislosti od typu mikroorganizmu. Prírodné mikrobiologické a fyzikálno-chemické vlastnosti medu závisia od jeho botanického pôvodu (druhov rastlín, ktoré včely navštevujú), sezónnych rozdielov, prostredia a klimatických podmienok, v ktorých boli včely chované, ako aj od zloženia kvetového nektáru, geografického pôvodu a spracovateľských postupov.

Narastajúca antibiotická rezistencia mnohých baktérií vedie k zvýšenému záujmu o výskum antibakteriálnych vlastností medu. Antibakteriálny potenciál medu nie je výsledkom pôsobenia jednej zložky alebo faktora, ale komplexného a synergického účinku viacerých látok a faktorov, ktoré sa prirodzene v mede nachádzajú. Antibakteriálny účinok medu je výsledkom pôsobenia enzýmov, špecifických chemických zlúčenín vrátane rastlinných bioaktívnych látok (metylglyoxal, flavonoidy), fyzikálnych faktorov (osmotický tlak, nízke pH) a peptidov pochádzajúcich z včiel (defenzín-1).

Peroxid vodíka, ktorý vzniká enzymatickou aktivitou glukózooxidázy produkovanej včelami, patrí medzi hlavné antibakteriálne faktory medu. Tento enzým premieňa glukózu na kyselinu glukónovú, pričom sa uvoľňuje peroxid vodíka. Jeho výrazný baktericídny účinok spočíva v tom, že narúša bunkové štruktúry a denaturuje bielkoviny mikroorganizmov, čo vedie k ich usmrteniu. V niektorých druhoch medu, najmä v manukovom mede pochádzajúcom z Nového Zélandu, sa nachádza metylyglyoxal (MGO) – stabilná a tepelne odolná zlúčenina s výrazným antimikrobiálnym účinkom. MGO pôsobí nezávisle od peroxidu

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

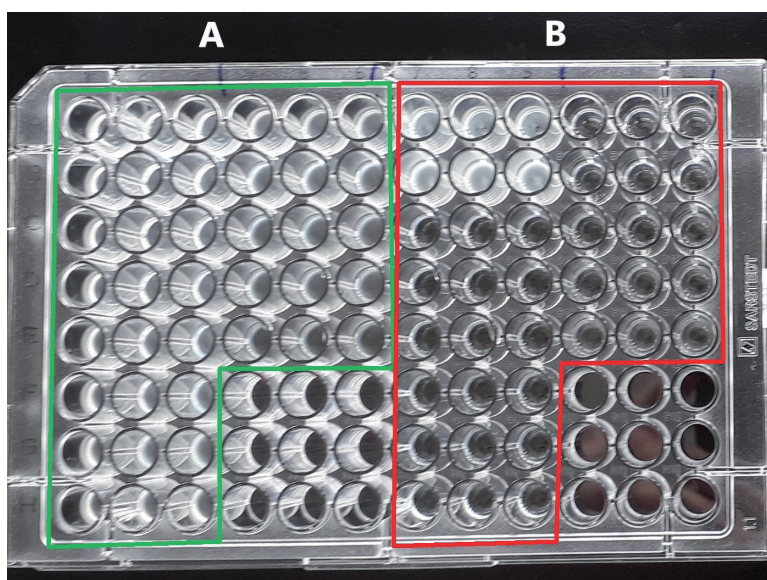
Kristína Kukurová, Zuzana Ciesarová, Odbor chémie a analýzy potravín, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, Bratislava.

Korešpondencia:

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

vodíka a je účinný aj proti niektorým multirezistentným baktériám, ako je napríklad metilín-rezistentný *Staphylococcus aureus* (MRSA). Ďalšou významnou zložkou je defenzín-1, antimikrobiálne pôsobiaci peptid produkovaný včelami, ktorý vylučujú do medu počas jeho spracovania. Tento peptid dokáže narušiť bunkové membrány baktérií, čím zohráva kľúčovú úlohu najmä pri hojení povrchových bakteriálnych infekcií. Med je taktiež bohatý na fenolové zlúčeniny a flavonoidy, ako sú napríklad kvercetín, chryzín, apigenín, kyselina kávová a kyselina galová. Tieto látky majú nielen antimikrobiálny, ale aj silný antioxidantný a protizápalový účinok. Ich koncentrácia závisí od botanického pôvodu medu a býva často vyššia v tmavších druhoch. Dôležitú úlohu zohrávajú v mede aj organické kyseliny, predovšetkým kyselina glukónová, ktorá prispieva k nízkej hodnote pH (3,2–4,5). Tým vytvára kyslé prostredie nevhodné pre rast väčšiny mikroorganizmov. Vysoký obsah cukrov v mede zvyšuje osmotického tlaku, ktorý vedie k dehydratácii baktérií a následnej inhibícii ich rastu. Nízka hodnota aktivity vody (a_w) v mede (t.j. množstvo voľne dostupnej vody potrebnej na rast mikroorganizmov) sa pohybuje v rozmedzí 0,56–0,62. Väčšina baktérií však potrebuje na rast v potravinách hodnotu a_w viac ako 0,91, kým v prípade vláknitých húb a kvasiniek je potrebná hodnota viac ako 0,7. Minimálna hodnota a_w pre osmofilné kvasinky a xerofilné vláknité huby je 0,60, resp. 0,65. Všetky uvedené zložky pôsobia spoločne, čím vytvárajú multifaktorový antimikrobiálny systém. Práve táto synergia je dôvodom, prečo si baktérie na med len veľmi ťažko vytvárajú rezistenciu, čo z neho robí výnimočné prírodné terapeutikum.

Antibakteriálny účinok medu sa vzťahuje na široké spektrum baktérií, vrátane multirezistentných druhov. Miera účinku závisí od typu medu, koncentrácie, spôsobu aplikácie a samotného bakteriálneho druhu. Štúdie poukazujú, že med má výrazný antibakteriálny účinok voči *Staphylococcus aureus*, vrátane metilín-rezistentných kmeňov (MRSA), ktoré sú známe svojou rezistenciou voči antibiotikám a spôsobujú závažné infekcie kože, rán či vnútorných orgánov. Ďalšími druhmi mikroorganizmov, u ktorých bol pozorovaný inhibičný účinok, sú *Streptococcus pyogenes*, pôvodca angíny a zápalov kože, ako aj *Strepto-*

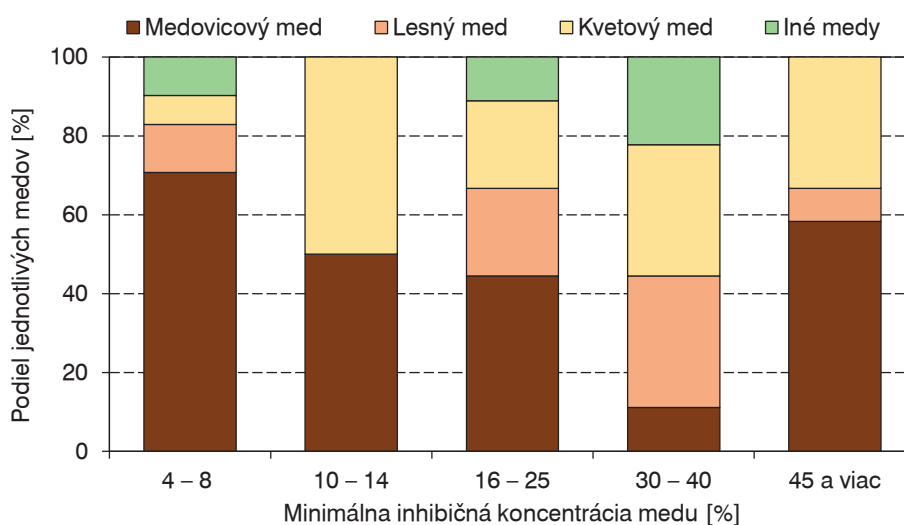


Obr. 1. Ilustračný obrázok 96-jamkovej mikrotitračnej platničky znázorňujúcej rast (zákal) alebo inhibíciu rastu (vyčistenie) *Staphylococcus aureus* pri rôznych koncentráciách medu.

A – umelý med – negatívna kontrola (bez inhibičného účinku),
B – kvetový med s minimálnou inhibičnou koncentráciou 6 % – pozitívna kontrola.

coccus pneumoniae, spôsobujúci zápal pľúc a stredného ucha. V prípade gram-negatívnych baktérií bol antibakteriálny účinok medu najvýraznejší voči *Pseudomonas aeruginosa*, ktorý spôsobuje chronické infekcie rán, vrátane slizníc očí a popálenín, a voči *Escherichia coli*, pôvodcovi urogenitálnych a gastrointestinálnych infekcií. Antibakteriálny potenciál medu bol zaznamenaný aj pri iných patogénoch, ako sú *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, *Helicobacter pylori* či *Clostridium difficile*.

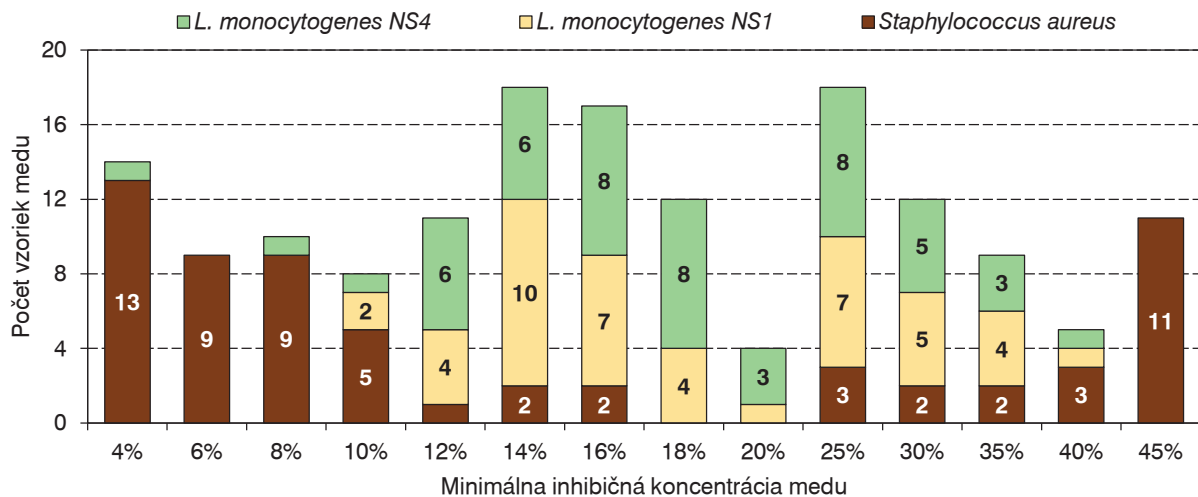
Na testovanie antibakteriálneho účinku medu sme vybrali rôzne druhy medov od slovenských producentov (62 vzoriek), ako aj zo zahraničia (19 vzoriek). Na analýzu sme použili metódu stanovenia minimálnej inhibičnej koncentrácie (MIC) voči patogénnej baktérii *Staphylococcus aureus*, ktorá bola vyvinutá v Slovenskej akadémii vied a zavedená v Štátnom veterinárnom a potravinovom ústave. Túto metódu sme adaptovali na naše laboratórne podmienky a rozšírili o ďalšie sledované mikroorganizmy. Modifikovaná verzia metódy, vyvinutá na interné výskumné účely, je plne harmonizovaná so štandardnou metodikou. MIC, stanovená na základe merania absorbancie pri vlnovej dĺžke 490 nm v 96-jamkovej mikrotitračnej platničke, predstavuje najnižšiu koncentráciu medu (v percentách), pri ktorej nebol zaznamenaný rast sledovaných mikroorganizmov. Ako negatívnu kontrolu sme použili umelý med (zmes presne definovaných sacharidov), pri ktorom bol pri všetkých koncentráciách v mikrotitračnej platničke pozorovaný rast *Staph. aureus*. Takýto med nevykazuje žiadnu MIC, nakoľko neobsahuje žiadne biologicky aktívne látky. Naopak, kvetový med, ako pozitívna kontrola, vykazoval antibakteriálnu aktivitu s MIC 6 % (Obr. 1).



Obr. 2. Podiel jednotlivých druhov medu pri rôznych hodnotách minimálnej inhibičnej koncentrácie voči *Staphylococcus aureus*.

Testovanie antibakteriálneho účinku medu na vybrané kmene *Listeria monocytogenes* sme realizovali z dôvodu, že naše pracovisko sa dlhodobo venuje štúdiu patogénnych baktérií. Zameriavame sa pritom nielen na výskum, ale aj na mikrobiologický monitoring hygieny a sanitácie v potravinárskych prevádzkach, z ktorého pochádzajú aj kmene použité v tejto štúdii.

Získané údaje potvrdili, že med, najmä medovicový, vykazuje výrazný antibakteriálny účinok voči patogénnej baktérii *Staphylococcus aureus* (Obr. 2). Ako ukazuje obrázok, medovicové medy s najvyšším antibakteriálnym potenciálom (MIC 4–8 %) tvorili až 70 % zo všetkých testovaných druhov medu. Zaujímavé bolo zistenie, že antibakteriálny účinok



Obr. 3. Porovnanie minimálnej inhibičnej koncentrácie slovenského medu voči *Staphylococcus aureus* a dvom kmeňom *Listeria monocytogenes*.

slovenských medov bol voči *Staph. aureus* výrazne vyšší než voči kmeňom *L. monocytogenes* (Obr. 3). Napriek tomu inhibičný účinok na rast sporadického (NS4) aj perzistujúceho (NS1) kmeňa *L. monocytogenes* bol výrazný, čo je v rozpore so zahraničnými štúdiami, ktoré uvádzajú len mierny až nevýrazný efekt. Získané výsledky je však potrebné hodnotiť v kontexte druhu medu, použitej metódy a testovaných kmeňov mikroorganizmov.

Naše zistenia podporujú perspektívu využitia medu ako prírodného antimikrobiálne pôsobiaceho prostriedku. Antibakteriálny potenciál medu má široké uplatnenie v medicíne, kozmetickom a potravinárskom priemysle, vrátane vývoja inovatívnych potravinárskych výrobkov. Preukázateľné antibakteriálne vlastnosti medu z neho robia potenciálne účinný prírodný prostriedok v boji proti rôznym patogénnym baktériám.

Podakovanie

Tento príspevok vznikol v rámci projektu Agentúry na podporu výskumu a vývoja č. SK-AT-20-0022 „Harmonizácia analytických metód senzorickej a fyzikálno-chemickej charakterizácie medov pochádzajúcich zo Slovenska a Rakúska“ a v rámci projektu PVV 11 „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č.1131/2024/MPRVSR-930.

AFLATOXÍNY A KLIMATICKÁ ZMENA – NEVIDITEĽNÉ RIZIKO NA NAŠOM TANIERI

Lenka Bartošová

Aflatoxíny patria medzi najvýznamnejšie mykotoxíny a sú produkované najmä druhmi *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus*. Sú stabilné, toxické a majú karcinogénny účinok aj pri dlhodobej nízkej expozícii. Bezpečnosť potravín zabezpečujú prísne legislatívne limity, princíp ALARA a monitoring prostredníctvom systému RASFF. Vplyvom klimatických zmien ich koncentrácia rastie a preto sa im venuje zvýšená pozornosť.

Začiatkom šesťdesiatych rokov 20. storočia došlo vo Veľkej Británii k úhynu viac ako 100 000 moriek z dôvodu konzumácie kontaminovanej brazílskej arašidovej múčky. Postihnuté boli hlavne mláďatá moriek, ktoré vykazovali vážne poškodenie pečene a vysokú úmrtnosť. Epidémia označovaná ako „Turkey X disease“ je teda prvý historický prípad, ktorý upozornil vedcov na nebezpečenstvo aflatoxínov. Táto udalosť viedla k identifikácii *Aspergillus flavus* ako producenta toxínov a k pomenovaniu skupiny látok, ktoré dnes poznáme ako aflatoxíny. Táto epidémia v chove moriek umožnila vedcom nielen identifikovať pôvodcu ochorenia – pleseň *Aspergillus flavus* – ale aj objasniť mechanizmus tvorby toxínov. Práve z tohto obdobia pochádza aj pomenovanie aflatoxín (A – *Aspergillus*, fla – *flavus*, toxin), ktoré sa rýchlo udomácnilo v odbornej literatúre a označuje dnes celú skupinu biologicky aktívnych, pečeň poškodzujúcich mykotoxínov. Existuje viacero druhov rodu *Aspergillus*, ktoré produkujú aflatoxíny, avšak hlavnými producentmi aflatoxínov v potravinových reťazcoch sú *A. flavus* a *A. parasiticus*, v menšej miere aj *A. nomius*.

Výskum aflatoxínov je vo všetkých sledovaných oblastiach veľmi rozsiahly. Doteraz bolo identifikovaných približne 20 rôznych aflatoxínov, z ktorých najvýznamnejšie sú B1, B2, G1 a G2. Tieto látky vykazujú široké spektrum účinkov – akútne toxické, imunosupresívne, mutagénne, teratogénne a karcinogénne. Podľa klasifikácie Medzinárodnej agentúry pre výskum rakoviny (IARC – WHO) sú aflatoxíny zaradené do skupiny 1 ako preukázané karcinogény pre človeka. Aflatoxíny B1, B2, G1 a G2 sú rozdelené podľa fluorescencie pod UV svetlom: B (blue) a G (green), pričom čísla (1, 2) označujú chemické varianty v rámci skupiny. Okrem nich je významný aj aflatoxín M (milk) – M1 a M2, ktorý sa objavuje v mliečnych produktoch a iných živočíšnych komoditách. Tento typ vzniká metabolizmom B1 a B2 v pečeni zvierat, ktoré konzumovali kontaminované krmivo, a predstavuje tak nepriamy prenos toxínu do potravinového reťazca. Najvýznamnejší je aflatoxín B1, ktorý sa vyznačuje najvyššou toxicitou aj karcinogenitou a predstavuje primárny predmet monitoringu v potravinových reťazcoch. Aflatoxín M1 síce nevykazuje takú vysokú toxicitu ako B1, avšak stále predstavuje významné zdravotné riziko pre človeka, najmä pri dlhodobej konzumácii mlieka alebo mliečnych výrobkov kontaminovaných týmto metabolitom. Preto sa jeho obsah v potravinách monitoruje a stanovujú sa prísne legislatívne limity.

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

Korešpondencia:

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

Aflatoxíny patria k poľnohospodársky najvýznamnejším mykotoxínom a kontaminujú široké spektrum potravinových surovín a produktov. Najčastejšie ide o arašidy, para orechy, pistácie, sušené figy, mandle, lieskové orechy, korenie, kukuricu, ryžu a rôzne semienka. Zaznamenaný bol aj výskyt v potravinách živočíšneho pôvodu, ako sú mlieko, vajcia, droby či mäsové výrobky, hoci tieto prispievajú k celkovej dietárnej expozícii aflatoxínom len mierne. Kontaminácia aflatoxínmi predstavuje vážne zdravotné riziko, najmä pre pečeň človeka a zvierat, a preto sú ich hladiny v potravinách prísne regulované a monitorované.

Pri posudzovaní rizík spojených s aflatoxínmi sa uplatňuje princíp ALARA (z angl. As Low As Reasonably Achievable) – teda snaha udržiavať ich obsah v potravinách na čo najnižšej úrovni, ktorá je rozumne dosiahnuteľná. Keďže nulová expozícia prakticky nie je možná, cieľom je kombináciou legislatívnych limitov, prevencie a monitoringu minimalizovať zdravotné riziká pre spotrebiteľov. Tento prístup je základom európskeho aj medzinárodného systému kontroly mykotoxínov a zaručuje, že aj keď sa aflatoxíny v potravinách objavia, ich množstvo zostáva pod hranicou významného zdravotného rizika. Vzhľadom k tomu existujú prísne legislatívne limity, ktoré určujú maximálne prípustné koncentrácie v rôznych potravinách. V EÚ je limit pre aflatoxín B1 v orechoch a surových plodinách stanovený na 2–8 µg/kg, pre celkové aflatoxíny B1 + B2 + G1 + G2 na 4–15 µg/kg a pre M1 v mlieku na 0,05 µg/l. Limity sa líšia podľa typu potraviny a citlivosti spotrebiteľa – prísnejšie sú pre deti a produkty určené pre dojčatá. Kontrola aflatoxínov v EÚ je podporovaná aj prostredníctvom systému RASFF (Rapid Alert System for Food and Feed), ktorý zabezpečuje rýchlu výmenu informácií medzi členskými štátmi pri zistení nevyhovujúcich potravín alebo krmív. Aflatoxíny patria medzi najčastejšie hlásené mykotoxíny v tomto systéme – typicky ide o zásielky orechov, kukurice či sušeného ovocia z dovozu, ktoré prekročili legislatívne limity. Vďaka RASFF je možné takéto produkty rýchlo stiahnuť z trhu alebo zastaviť ešte na hraniciach, čím sa znižuje riziko, že sa dostanú k spotrebiteľovi. Monitorovanie a dodržiavanie limitov je kľúčové pre potravinovú bezpečnosť, pretože zabezpečuje, že expozícia aflatoxínom zostáva na úrovni, ktorá minimalizuje riziko chronických ochorení a karcinogenity. Účinný systém zahŕňa pravidelné testovanie plodín, spracovaných potravín aj živočíšnych produktov, ako aj prevenciu kontaminácie už na poli a pri skladovaní. Problematike aflatoxínov venuje úrad EFSA (Európsky úrad pre bezpečnosť potravín) pozornosť od roku 2004, odkedy panel CONTAM nabáda k monitorovaniu prítomnosti aflatoxínu B1 v dovážaných krmivách a aflatoxínu M1 v mlieku. Veľká pozornosť je venovaná prehodnocovaniu limitov pre aflatoxíny a už v roku 2017 prebiehali diskusie o problematike klimatických zmien v súvislosti s mykotoxínmi.

Aflatoxíny sú chemicky veľmi stabilné a odolné voči teplote aj mrazu – bežné varenie, pečenie alebo mrazenie ich neodstráni. Preto sa kontaminácia, ktorá sa raz objaví v potravine, stáva dlhodobým problémom. Zároveň dlhodobý príjem aj nízkych dávok aflatoxínov predstavuje zdravotné riziko, najmä pre pečeň, imunitný systém a karcinogenitu. Chronická expozícia môže viesť k postupnému poškodzovaniu pečene a zvyšuje riziko vzniku hepatocelulárneho karcinómu.

V posledných rokoch do hry vstupujú aj klimatické zmeny, ktoré výrazne ovplyvňujú riziko kontaminácie. Teplejšie a vlhkejšie podmienky podporujú rast *Aspergillus* sp. a tvorbu aflatoxínov, zatiaľ čo extrémne výkyvy počasia, ako striedanie sucha a náhlych dažďov, zvyšujú náchylnosť rastlín na infekciu. Modely predpovedajú, že aflatoxíny sa môžu v budúcnosti objavovať aj v regiónoch, ktoré boli tradične považované za bezpečné, čo kladie dôraz na adaptívny monitoring a opatrenia v potravinovom reťazci. Najmä juh Európy už teraz zaznamenáva významne zvýšené koncentrácie aflatoxínov oproti minulosti. Napríklad v Taliansku boli v niektorých rokoch zaznamenané prekročené limity aflatoxínu B1 v kukurici – čo donedávna patrilo medzi výnimočné situácie. Prognózy úradu EFSA a Spoločného výskumného centra (JRC) naznačujú, že rizikové pásmo sa môže rozširovať smerom na sever – teda aj k nám. Klimatické modely upozorňujú, že ak sa nebudú prijímať

preventívne opatrenia, aflatoxíny sa môžu stať „novým normálom“ v európskej produkcii kukurice a orechov.

Keďže aflatoxíny odolávajú teplote aj mrazu, najefektívnejším spôsobom znižovania rizika je prevencia kontaminácie ešte pred vstupom do potravinového reťazca. Kľúčové opatrenia zahŕňajú:

- výber odolných odrôd, správne hnojenie, kontrola vlhkosti a poškodenia plodín;
- správne skladovanie – udržiavanie nízkej vlhkosti a teploty, rýchle a dôkladné sušenie po zbere, minimalizácia plesnivých miest;
- testovanie a monitoring – pravidelné odbery vzoriek v surových plodinách aj hotových výrobkoch, najmä pri vysoko rizikových komoditách (arašidy, kukurica, orechy, mlieko).

Tieto opatrenia umožňujú minimalizovať expozíciu aflatoxínmi, čím sa znižuje riziko chronického poškodenia pečene a karcinogenity u človeka.

Aflatoxíny predstavujú trvalú výzvu pre bezpečnosť potravín – sú stabilné, toxické a ich riziko sa zvyšuje v súvislosti s klimatickými zmenami a globalizáciou trhu. Kľúčom k ochrane spotrebiteľa je prevencia kontaminácie, monitorovanie a prísne legislatívne limity, podporené prístupom ALARA a systémom RASFF, ktorý umožňuje rýchlu reakciu na zistené problémy. Spotrebiteľia môžu riziko aflatoxínov znižovať správnym skladovaním orechov, semien a obilnín v suchu, chlade a tmavom prostredí, rýchlou spotrebou a vyhýbaním sa plesnivým alebo zapáchajúcim produktom. Vhodná je aj diverzifikácia zdrojov – nákup od overených dodávateľov, prípadne kupovať certifikované produkty, ktoré prešli testovaním na mykotoxíny. Aj keď nulová expozícia nie je možná, správne nastavený systém dokáže udržať riziko na minimálnej a kontrolovanej úrovni.

Podakovanie

Táto práca vznikla v rámci projektu ÚOP č.16 „Informačný systém o cudzorodých látkach v potravinách a o zložení potravín“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č. 131/2024/MPRVSR-930.

ÚČINKY SULFORAFANU NA KONZUMENTA

Zuzana Čaplová

Sulforafan si získal značnú pozornosť vďaka svojim antioxidantným, protizápalovým a protirakovinovým účinkom. Pre tieto vlastnosti je atraktívnou látkou pre potravinársky aj farmaceutický priemysel. Jeho podávanie by však malo byť regulované, vzhľadom na možné riziká pri nevhodnom dávkovaní.

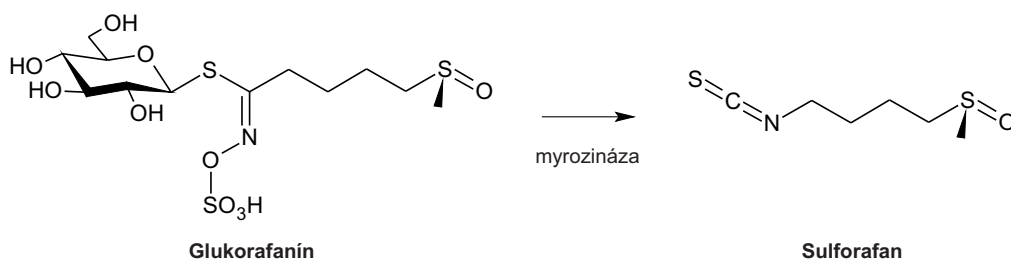
Sulforafan (SFN, 1-izotiokyanát-4-metánsulfonylbután) je prírodná látka nachádzajúca sa v zelenine, ktorú zaraďujeme do čeľade Brassicaceae (kapustovité), patrí sem brokolica, kapusta, karfiol a kel. V rastlinách je prítomná v neaktívnej forme ako glukorafanín (glukozinolát), ktorý sa hydrolyzuje na sulforafan pomocou enzýmu myrozínáza (tioglukozidová

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

Korešpondencia:

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

glukohydroláza) (Obr. 1). Hydrolýza nastáva pri mechanickom poškodení rastlinných tkanív (krájanie, drvenie a žuvanie zeleniny). Sulforafan je známy pre svoje silné antioxidačné a protizápalové účinky a je predmetom výskumu pre potenciálne zdravotné prínosy, vrátane prevencie a podpory liečby niektorých ochorení, ako sú rakovina, Parkinsonová choroba, Alzheimerová choroba a autizmus.



Obr. 1. Premena glukorafanínu na sulforafan.

Glukozinoláty sú stabilné, vo vode rozpustné molekuly, ktoré sa akumulujú v rôznych rastlinných orgánoch, od semien až po nadzemné vegetatívne a reprodukčné orgány a korene. Tieto zlúčeniny sa podieľajú na obrannom systéme rastlín proti všeobecným škodcom a patogénom.

Výskumy preukázali, že obsah sulforafanu v brokolici možno umelo zvýšiť správnym použitím priemyselných hnojív. Poľný pokus bol realizovaný v areáli Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Najvyšší obsah sulforafanu (7,56 g/kg čerstvej hmoty) bol zaznamenaný pri pomere živín dusík : fosfor : draslík : síra 250 : 40 : 160 : 40 (kg/ha), čo predstavovalo nárast o 66,7 % v porovnaní s kontrolným variantom (4,53 g/kg).

Sulforafan pôsobí na bunkovej úrovni, kde sa v tele aktivuje špeciálny ochranný mechanizmus obrany bunky proti stresu, najmä oxidatívne stresu a zápalu. Tento proces sa aktivuje pomocou faktora Nrf2 v dráhe Nrf2/ARE. Za bežných podmienok Nrf2 sa udržiava v cytoplazme, ale pri strese sa Nrf2 presúva do jadra, kde aktivuje široké spektrum génov, ako napríklad detoxikačných enzýmov, stimuluje prirodzenú schopnosť tela vytvárať si veľké množstvo vlastných antioxidantov, čím podporuje odstraňovanie škodlivých metabolitov, ktoré môžu spôsobiť poškodenie DNA. Je dokázané, že aktivácia Nrf2 hrá dôležitú úlohu pri ochrane pred diabetom, starnutím, neurodegeneratívnymi a kardiovaskulárnymi ochoreniami a v neposlednom rade aj nádorovými ochoreniami. Jedným z hlavných antioxidantov, ktoré pomáha sulforafan produkovať je glutatión, ktorý chráni bunky pred poškodením voľnými radikálmi. Ďalej aktivuje apoptózu buniek (programovaná bunková smrť) rakovinových, alebo pred rakovinových buniek.

Niektoré štúdie dokázali pozitívny vplyv na liečbu rakoviny žalúdka, hrubého čreva, močového mechúra a kože. Avšak pri nádoroch hlavy, krku, vaječníkov, prsníkov a pľúc bola dokázaná zvýšená hladina Nrf2, ktorá korelovala so zrýchlenou nádorovou progresiou. Podobne ako Nrf2 ochraňuje bunky zdravého tkaniva, v neoplastických bunkách môže zmierniť účinok chemoterapeutík, a podporiť tak progresiu rakoviny. Je dokázané, že zvýšená expresia a následná nadmerná akumulácia Nrf2 je u mnohých typov nádorov asociovaná so zlou prognózou liečby a prispieva aj k fenoménu liekovej rezistencie.

Vysoký obsah sulforafanu je účinný na elimináciu autistického správania. Ľudia s autizmom, ktorí začali užívať sulforafan (viac ako 18 týždňov), preukázali významné zlepšenie, boli komunikatívnejší a pokojnejší. Žiaľ, účinky tejto látky sú len dočasné a po jej vysadení miznú.

Sulforafan (SFN) bol skúmaný aj z hľadiska jeho ochranného účinku na ryby kontaminované trifenylcínóm (TPT). TPT sa bežne používa pre svoje fungicídne a antibakteriálne vlastnosti, napríklad ako súčasť náterov lodí. Ide však o neurotoxickú látku, ktorá negatívne ovplyvňuje imunitný a hormonálny systém organizmov. U ľudí môže k expozícii dôjsť konzumáciou morských rýb a morských plodov, ktoré boli kontaminované TPT. V skupine s TPT sa viacej produkovali zápalové faktory, v prípade, že im bol pridaný aj SFN, zápalové faktory sa netvorili a zlepšila sa aktivita antioxidantných enzýmov.

Okrem spomínaných účinkov, sulforafan chráni kĺby pred rôznymi druhmi degenerácie. Degenerácia kĺbov je výsledkom zvýšenej aktivity kolagenázy, ktorá rozkladá kolagén a tým sa spomaľuje rekonštrukciu kĺbovej chrupavky. Vďaka sulforafanu, ktorý sa nachádza v brokolici, možno tento proces spomaliť.

Sulforafan sa môže pridávať do rôznych potravín a nápojov, avšak jeho stabilita je teplotne obmedzená – pri teplotách nad 45 °C dochádza k znižovaniu jeho koncentrácie, čo môže ovplyvniť jeho biologickú účinnosť. Preto sa odporúča zeleninu krátko napariť, alebo jesť surovú. Vo všeobecnosti je sulforafan považovaný za bezpečný. Pri veľmi vysokých dávkach sa môžu vyskytnúť tráviace ťažkosti (nadúvanie, hnačka), mierna únava alebo bolesti hlavy.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci projektu PVV 11 „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“, podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR, kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č.1131/2024/MPRVSR-930.

ZLATÉ ŽLTNUTIE VINIČA AKO KARANTÉNNÁ HROZBA PRE VINOHRADNÍKOV

Katarína Ženišová – Ervín Jankura

Slovensko, krajina s bohatou vinohradníckou tradíciou, čelí v posledných rokoch vážnej hrozbe, ktorá ohrozuje nielen úrodu, ale aj samotnú budúcnosť vinárstva. Zlaté žltnutie viniča (*Grapevine flavescence dorée phytoplasma*) je ochorenie, ktoré sa v Európe rozšírilo v alarmujúcej miere a dnes zasahuje aj naše vinohradnícke regióny. Nejde o bežnú chorobu, ktorú možno prehliadnuť alebo „nejako zvládnuť“. Zlaté žltnutie je karanténna choroba, ktorá si vyžaduje rýchle, dôsledné a koordinované kroky od každého pestovateľa – či už ide o veľký vinohrad alebo jeden ker viniča v záhrade.

Zlaté žltnutie viniča je choroba spôsobená fytoplazmou s odborným názvom *Grapevine flavescence dorée phytoplasma*. Ide o jednobunkový mikroorganizmus, ktorý patrí medzi baktérie (trieda *Mollicutes*, rad *Acholeplasmatales*, čeľaď *Acholeplasmataceae* a rodu *Phytoplasma*). Pôvodca, ako všetky fytoplazmy, je lokalizovaný v cievnych zväzkoch napadnutého

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

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

Korešpondencia:

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

viníča odkiaľ je prijímaný vektormi pre ďalší prenos. Jediný infikovaný exemplár môže stačiť na prenos ochorenia a na začiatok nákazy. Vektor (prenášač) bol zavlečený do Európy zo Severnej Ameriky. Zaradujeme ho medzi karanténnych škodcov Únie, čo znamená, že ide o také škodlivé organizmy, ktoré sa na území Európy nevyskytujú, alebo pokiaľ sa na jej území vyskytujú, nie sú na tomto území veľmi rozšírené (vyskytujú sa napríklad iba v niektorých častiach územia). Zato majú potenciál na územie Európy preniknúť, usídlit sa a šíriť sa na ňom. Samotné preniknutie, usídlenie a šírenie takéhoto druhu škodcu na území Európy by malo výrazne neprijateľný hospodársky, environmentálny alebo sociálny dopad. V rámci Európy sa táto choroba prvýkrát objavila vo Francúzsku. V Európe bol momentálne zaznamenaný výskyt fytoplazmy žltnutia viniča v Rakúsku, Chorvátsku, Českej republike, Francúzsku, Maďarsku, Taliansku, Čiernej Hory, Portugalsku, Rumunsku, Srbsku, Slovinsku, Španielsku, Švajčiarsku. Prvý potvrdený výskyt choroby na Slovensku bol v roku 2021 v okrese Nové Zámky. Aktuálne na Slovensku evidujeme k 1.9.2025 silne postihnuté tieto lokality: Nové Zámky (od 2021), Choňkovce – okres Sobrance (od 2024), Strekov – okres Nové Zámky (od 2024), Vinohrady nad Váhom – okres Galanta (od 2024), Lučnica nad Žitavou – okres Nitra (nový výskyt 2025), Dvory nad Žitavou – okres Nové Zámky (nový výskyt 2025), Malé Ludince – okres Levice (nový výskyt 2025), Topolčianky – okres Zlaté Moravce (nový výskyt 2025), Tibava – okres Sobrance (nový výskyt 2025), Dolný Pial – okres Levice (nový výskyt 2025). Šíri sa rýchlo a bez cielenej ochrany sa môže v priebehu niekoľkých rokov rozšíriť na celé vinohradnícke oblasti.



Obr. 1. Dospelý jedinec *Scaphoideus titanus* – cikádka viničová.

(Zdroj: ÚKSÚP)

Fytoplasma sa prenáša cicavým hmyzom – predovšetkým cikádkou viničovou (*Scaphoideus titanus*), ktorá je v súčasnosti hlavným potvrdeným vektorom v Európe (Obr. 1). *Scaphoideus titanus* má jednu generáciu do roka. Prezimujúcim štádiom vektora sú vajíčka nakladené do kôry dvojročného dreva viniča od konca júna. Vektor má 5 instarov (vývojových štádií) ktorých vývoj začína od polovice mája do polovice júla. Dospelé jedince sa objavujú od júla do začiatku septembra. Larválne štádiá a dospelí jedinci sú schopní získať fytoplasmu. Táto cikádka má obmedzenú letovú schopnosť (do 50 metrov), môže byť prenášaná vetrom na väčšie vzdialenosti, je najaktívnejšia od júla do septembra a samčekovia sú efektívnejší prenášači ako samičky. Prenos môže nastať aj prostredníctvom infikovaného sadivového materiálu. Z tohto dôvodu musia mať všetky nové sadenice rastlinný pas a pred výsadbou musia byť vzorkované inšpektorom ÚKSÚP.

Okrem cikádky viničovej bol v Európe na *Vitis* sp. (viniči) pozorovaný výskyt aj vektorov *Dictyophara europaea* (synonymum *Epiptera europaea*) a *Orientus ishidae*.

Hostiteľskými rastlinami fytoplazmy žltnutia viniča sú rôzne druhy viniča: vinič hroznorodý (*Vitis vinifera*), *Vitis acerifolia*, vinič amurský (*Vitis amurensis*), vinič Berlandierov (*Vitis berlan-*

dieri), *Vitis coignetiae*, *Vitis hybrids*, vinič líščí (*Vitis labrusca*), *Vitis pentagona*, vinič pobrežný (*Vitis riparia*), vinič skalný (*Vitis rupestris*), vinič lesný (*Vitis vinifera* subsp. *sylvestris*), medzi-druhové hybridy viniča (*Vitis* × *champinii* a *Vitis* × *doaniana*). Okrem viniča sú hostiteľskými rastlinami aj pajaseň žliazkatý (*Ailanthus altissima*), jelša lepkavá (*Alnus glutinosa*), jelša sivá (*Alnus incana*), lieska obyčajná (*Corylus avellana*), vrba (*Salix* sp.).

Je dôležité monitorovať výskyt vektorov pomocou žltých lepových dosiek od konca júna približne do septembra. Lepové dosky sa môžu umiestniť na hostiteľskú rastlinu alebo v jej bezprostrednom okolí. Kontrola sa vykonáva každé 2 týždne.

Príznaky napadnutia fytoplazmou sa môžu prejavíť na celej rastline viniča alebo iba na jednotlivých výhonkoch či jej častiach. Vo vinohrade sa často pozoruje ich nepravidelné rozmiestnenie, čo súvisí s prenosom ochorenia prostredníctvom vektorov..

Intenzita príznakov v rôznych rokoch môže klesať a dokonca existujú prípady, kedy sa v niektorých rokoch neobjavovali vôbec. Na druhej strane intenzita príznakov ochorenia závisí od času napadnutia, genetických vlastností odrody, použitého podpníka, ako aj od environmentálnych podmienok stanovišťa vinohradu.

Dochádza aj k zámene s príznakmi, ktoré sú spôsobené vírusmi (zvinutka), inými fytoplazmami (stolbur) alebo baktériami. Prvé príznaky sa najčastejšie objavujú počas leta, najmä v júli, keď sú rastliny vystavené vysokým teplotám a slnečnému žiareniu.

Typické prejavy zlatého žltnutia zahŕňajú:

- Žltnutie listov u bielych odrôd a červenanie u modrých odrôd viniča (Obr. 2).
- Stáčanie listov smerom nadol, ich kovový lesk a krehkosť.
- Nekrotické medzižilové oblasti listovej čepele.
- Ohýbanie výhonkov, neúplná lignifikácia – známky zlého vyzrievania (striedanie zelených a drevnatých častí).
- Výskyt čiernych pluzgierikov v pozdĺžnych radoch na výhonkoch.
- Strapce bývajú nepravidelné, bobule scvrknuté a kyslé.
- Zimné výhonky tmavnú a odumierajú.

V prípade potvrdeného výskytu ochorenia sa vyhlasuje karanténa, v rámci ktorej sa určujú dve zóny: zamorená zóna a nárazníková zóna. Tento rok na Slovensku bolo už vyhlásených karantén v 6 okresoch a to Zlaté Moravce, Nitra, Levice, Galanta, Nové Zámky, Sobrance. Odporúčaná ochrana proti zlatému žltnutiu viniča sa týka všetkých vinohradníkov, aj



Žltnutie a stočenie listu viniča



Sčervenanie listov viniča

Obr. 2. Detailnejší pohľad na príznaky napadnutia viniča.

(Zdroj: ÚKSÚP)



Obr. 3. Príprava vzoriek na diagnostiku ochorenia technológiou LAMP.

s jedným krom viniča. Je potrebná denná kontrola vinohradov, umožnenie prístupu inšpektorom ÚKSÚP, likvidácia všetkých príznakových krov spálením, monitoring cikád žltými lepovými doskami, chemická ochrana insekticídmi proti cikádam, pálenie zvyškov viničia po reze viniča v jarnom období, ale aj po snímaní vinohradov po ich vysušení v letnom období. Opätovnú výsadbu viniča sa odporúča vykonať najskôr po 2 rokoch, pričom viničové sadenice musia byť označené rastlinným pasom. Nevyhnutná je vzájomná informovanosť medzi vinohradníkmi. Všetky uvedené opatrenia sa týkajú aj odrôd PIWI (z nemeckého „Pilzwiderstandsfähige“, čo znamená odolné voči hubám). Je potrebné tiež kontaktovať rastlinolekárskemu inšpektora ÚKSÚP podľa regionálnej príslušnosti (<https://www.uksup.sk/kontakty-inspektorov>). Stručne opísať príznaky poškodenia a urobiť fotografiu, ktorú treba poslať na e-mail: ochrana@uksup.sk.

Aktuálne informácie a ochranné opatrenia sú dostupné na adrese <https://www.uksup.sk/zlate-zltnutie-vinica>, kde je zverejnený aj aktuálny zoznam dostupných autorizovaných prípravkov v súbore s názvom „zlaté žltnutie viniča - ochrana proti vektorom.docx“.

Aktuálne ohniská výskytu na Slovensku svedčia o tom, že choroba sa bude šíri rýchlo a nekontrolovateľne, pokiaľ sa neprijmú účinné opatrenia. Aj my na Výskumnom ústave potravinárskom sa snažíme pomôcť vinohradníkom pri identifikácii choroby zlaté žltnutie viniča. V rámci projektu „Monitorovanie kvasinkovej mikroflóry a vplyvov prostredia v ekosystéme viniča“ a individuálnych zákaziek ponúkame diagnostiku tohto ochorenia pomocou prístroja ICGENE (Enbitech) na princípe technológie LAMP (slučkami sprostredkovaná izotermická amplifikácia) (Obr. 3). Prevencia, informovanosť a zodpovedný prístup sú jedinou cestou, ako ochrániť slovenské vinohrady pred devastujúcimi dôsledkami tohto ochorenia.

Podakovanie

Táto publikácia vznikla v rámci projektu RPVV 13 „Monitorovanie kvasinkovej mikroflóry a vplyvov prostredia v ekosystéme viniča“ podporovaného Ministerstvom pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR; kontrakt medzi MPRV SR a NPPC č. 1131/2024/MPRVSR-930.

AKO ČUCH USMERŇUJE VNÚTORNÝ SVET ČLOVEKA

Jana Sádecká – Mária Kopuncová

Ľudský čuch – najstarší z piatich zmyslov zostáva aj dnes stále nedostatočne prebádaný. Je to vysoko dimenzionálny zmysel, navyše, ťažko skúmateľný. Veda zatiaľ nevie dať exaktnú odpoveď, ako sa chemické podnety transformujú na čuchové vnímanie. Vedci však aktuálne pokročili v systematickom charakterizovaní a kvantifikácii čuchového vnímania – od pachových molekúl až po neuróny, ktoré ich spracúvajú v mozgu. Vzhľadom na zložitosť tohto ľudského zmyslu, súčasný výskum poukazuje čoraz viac na potrebu holistického prístupu v jeho chápaní.

Čuchové vnímanie

Čuch patrí medzi najtajomnejšie a najmenej preskúmané ľudské zmyslové vnímania. Na rozdiel od zraku či sluchu, kde sú podnety spracovávané v pomerne jasne definovaných oblastiach mozgu, čuch zasahuje priamo do centier, ktoré regulujú naše emócie, pamäť a správanie. Vďaka tomu má mimoriadnu schopnosť okamžite ovplyvňovať vnútorný stav človeka – či už ide o príval nostalgie, náhlu zmenu nálady alebo aktiváciu dávno zabudnutých spomienok. Moderný výskum odhaľuje, že čuchové dráhy sú jedinečné nielen z anatomického, ale aj funkčného hľadiska a môžu mať kľúčový význam pre pochopenie, ako si ľudský mozog vytvára „mapu svojho vnútra“.

Od nosa priamo do mozgu

Čuchové vnímanie sa začína v čuchovom epiteli, kde receptory reagujú na prítomnosť molekúl vo vzduchu. Tieto signály sú prenášané do čuchovej cibulky (čuchovej bulvy) (bulbus olfactorius), ktorá je vstupnou bránou do mozgu. Na rozdiel od iných zmyslových systémov, kde signály najprv prechádzajú cez talamus, čuch smeruje takmer okamžite do limbických oblastí – amygdaly, hipokampu a orbitofrontálnej kôry. Ukázalo sa, že neuróny piriformného komplexu kódujú obrazy súvisiace s pachom. To vysvetľuje, prečo dokáže pach okamžite vyvolať u človeka emocionálnu reakciu alebo pripomenúť dávno zabudnutú udalosť.

Táto priamosť je evolučným dedičstvom. U dávnych organizmov bolo čuchové vnímanie základným prostriedkom prežitia – umožňovalo rozlíšiť, čo je jedlé, čo jedovaté, kto je partner a kto nepriateľ. U ľudí sa síce posunul do popredia význam zraku a sluchu, ale čuch si zachoval svoje hlboké spojenie s emocionálnym prežívaním.

Chemické signály a ich význam

Každá pachová molekula má špecifickú chemickú štruktúru, ktorá zodpovedá určitým čuchovým receptorom. Ľudský genóm obsahuje stovky génov pre tieto receptory, čo umožňuje obrovskú rozlišovaciu schopnosť. Zaujímavé je, že každý čuchový receptor môže reagovať na viaceré molekuly a každá molekula môže aktivovať viac čuchových receptorov. Vzniká tak komplexná „čuchová mapa“, ktorú ľudský mozog interpretuje ako konkrétnu vôňu

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

Korešpondencia:

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

či konkrétny zápach. Výskumy ukazujú, že niektoré pachy dokážu aktivovať aj tzv. chemo-senzorické dráhy, ktoré súvisia so základnými telesnými reakciami. Ostré pachové látky ako amoniak či dym dráždia trigeminálny nerv (nervus trigeminus) a spúšťajú reflexné reakcie, napríklad kýchanie alebo slzenie. Čuchové vnímanie teda nie je iba jemným ľudským zmyslom, ale aj mechanizmom varovania a ochrany.

Prepojenie čuchu s ľudskou pamäťou a emóciami

Jednou z najpozoruhodnejších vlastností ľudského čuchu je jeho schopnosť vyvolávať spomienky. Už krátky závan vône môže priviesť človeka späť do detstva alebo vyvolať jasný obraz konkrétnej situácie. Táto jedinečnosť je spôsobená priamym spojením čuchovej cibulky s hipokampom, ktorý zohráva kľúčovú úlohu pri tvorbe dlhodobej pamäti. Spolu s amygdalou, centrom emócií, vytvárajú obvod, v ktorom pachy nadobúdajú silný emocionálny náboj.

Neurovedci dnes skúmajú, do akej miery možno vôňu využívať pri terapii psychických porúch. Ukazuje sa, že podnety generované niektorými arómami môžu tlmiť stres, podporovať relaxáciu a dokonca zlepšiť kvalitu spánku. Na druhej strane, niektoré pachy môžu znovu otvárať traumatické spomienky a vyvolávať úzkosť, čo poukazuje na obrovský význam čuchu v psychológii.

Čuchové dráhy a ich špecifiká

Mozgové dráhy spojené s čuchom sú unikátne. Po prenose signálu z čuchového epitelu do čuchovej cibulky sa informácia vetví dvoma hlavnými smermi. Prvý smeruje do primárnej čuchovej kôry (pyriform cortex), ktorá zabezpečuje základnú identifikáciu pachov. Druhý prúd signálov sa vydáva do amygdaly a hipokampu, kde sa pachy spájajú s emocionálnym významom a pamäťou. Odtiaľ vedú spojenia do orbitofrontálnej kôry, ktorá umožňuje vedomé hodnotenie – príjemné verzus nepríjemné, známe verzus cudzie.

Táto viacvrstvová sieť zabezpečuje, že pachy nie sú spracovávané iba ako neutrálne informácie, ale okamžite získavajú význam. Navyše, čuchové dráhy sú plastické – pri opakovanom vystavení sa vôňi dochádza k posilneniu synaptických spojení, čo zvyšuje schopnosť rýchlejšie rozpoznať známe pachy a reagovať na ne.

Ľudský čuch ako vnútorný kompas

Niektorí vedci poukazujú na to, že čuch nám pomáha orientovať sa nielen vo vonkajšom prostredí, ale aj vo vlastnom vnútornom svete. Pozitívny pach (vôňa) dokáže zosilniť pocit bezpečia, navodiť uvoľnenie alebo naopak, negatívny pach (zápach) spustiť obranné mechanizmy. Pachy kvalitných jedál môžu aktivovať chuť do jedla, zatiaľ čo pachy spojené s hnilobou či rozkladom vyvolávajú okamžitý odpor. To všetko prispieva k regulácii našich potrieb a správania. Nedávne štúdie naznačujú, že čuch je úzko prepojený s autonómnym nervovým systémom a môže ovplyvňovať srdcovú frekvenciu, dýchanie či hormonálne hladiny v ľudskom organizme. To znamená, že vôňa či zápach má priamy fyziologický účinok na ľudský organizmus, ktorý siaha za hranice subjektívneho vnímania.

Klinický a spoločenský význam čuchu

Strata čuchu, známa ako anosmia, nie je iba zmyslovým obmedzením. Pacienti často hlásia zníženú kvalitu života, depresívne nálady a problémy so sociálnymi interakciami. Ukazuje sa tiež, že poruchy čuchu môžu byť skorým príznakom neurodegeneratívnych ochorení, ako je Parkinsonova alebo Alzheimerova choroba. Včasná diagnostika na základe zmeneného čuchového vnímania môže otvoriť nové možnosti prevencie. Na druhej strane, vedci skúmajú, ako možno pachy cielene využívať – či už v marketingu, terapii, alebo v podpore učenia sa. Špecifické pachy sa spájajú s prostredím a aktivitami, čím môžu uľahčiť zapamätanie si informácií alebo podporiť pozitívnu náladu.

Pozícia čuchu človeka ako konzumenta potravy

Jedinečnú rolu zastáva ľudské čuchové vnímanie v oblasti konzumácie pokrmov. Akokoľvek nutrične vyvážená potraviná, avšak bez náležitej atraktivity jej arómy, ale i vzhľadu, je konzumentmi spravidla odmietaná. Výživová stránka potravy tak ide ruka v ruku s jej organoleptickými atribútmi, pričom je tu zrejmá dominancia fenoménu čuchového vnímania.

Senzorická analýza verzus inštrumentálna analýza v službách potravinárskej chémie

Popri nesporných pozitívach každej z týchto metód, ani jedna z nich nevie identifikovať aróma-aktívne látky, ktoré determinujú vôňu, resp. chuť produktu – či už v pozitívnom alebo negatívnom význame – ani akou mierou prispievajú k celkovej aróme produktu.

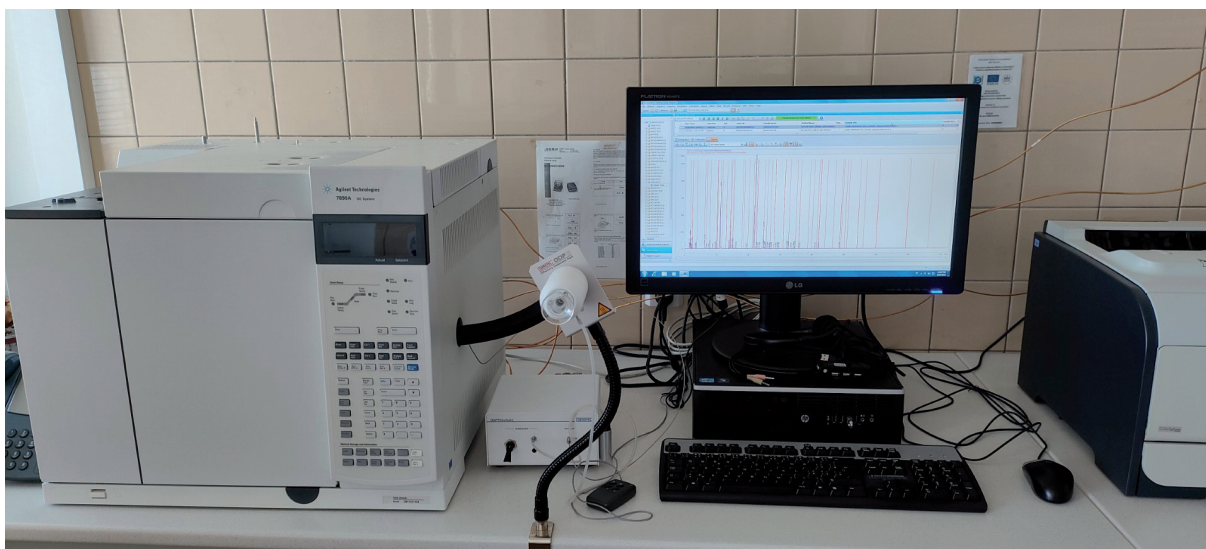
Svoje opodstatnenie tu má popri praktickej stránke, i vedecké hľadisko. Identifikácia žiadúcich vonných a chuťových zlúčenín („flavours“), ale i tých nežiadúcich („off-flavours“), totiž môže viesť napr. k odhaľovaniu reakčných mechanizmov prebiehajúcich v potravinách (napr. termické deje), alebo môže súvisieť s vplyvom aplikovanej inertnej atmosféry na stabilitu potravinárskych produktov v technológii ich výroby, ale aj napr. s vplyvom použitých obalových materiálov na kvalitu potravín, resp. s podmienkami skladovania produktov. Samotné technologické spracovanie potravín, úzko súvisiace s určitou termickou záťažou, generuje spravidla stratu najprchavejších zložiek, resp. deštrukciu termolabilných prchavých zlúčenín, čo má vždy za následok určitý pokles intenzity arómy produktu.

Efektívne prepojenie inštrumentálnej a senzorickej analýzy

Riešením pre identifikáciu kľúčových aróma-aktívnych látok tvoriacich arómu potravín je špecifická, kombinovaná technika GC-O, efektívne prepájajúca inštrumentálnu analýzu (plynovú chromatografiu GC) so senzorickou analýzou (olfaktometriou O) (Obr. 1, 2), ktorá je dlhoročne úspešne zavedená na pracovisku NPPC-VÚP a má exkluzivitu v rámci SR.

Táto technika umožňuje odhaliť v požívatinách principiálne aróma-aktívne látky, často aj také, ktoré by inak unikli štandardnému hodnoteniu chromatografického záznamu. Výsledky GC-O analýz sú totiž celkom odlišné od výsledkov (chromatogramov) najpoužívanejších GC detektorov (hmotnostný MSD, plameňovo-ionizačný FID).

GC-O odhaľuje často zložky arómy prítomné v ultrastopových množstvách, prítomných vo vzorke nezriedka v koncentráciách hlboko pod detekčným limitom FID alebo MSD.



Obr. 1. Inštrumentálna zostava pre GC/FID-Olfaktometrické analýzy.



Obr. 2. GC/FID-Olfaktometrická analýza.

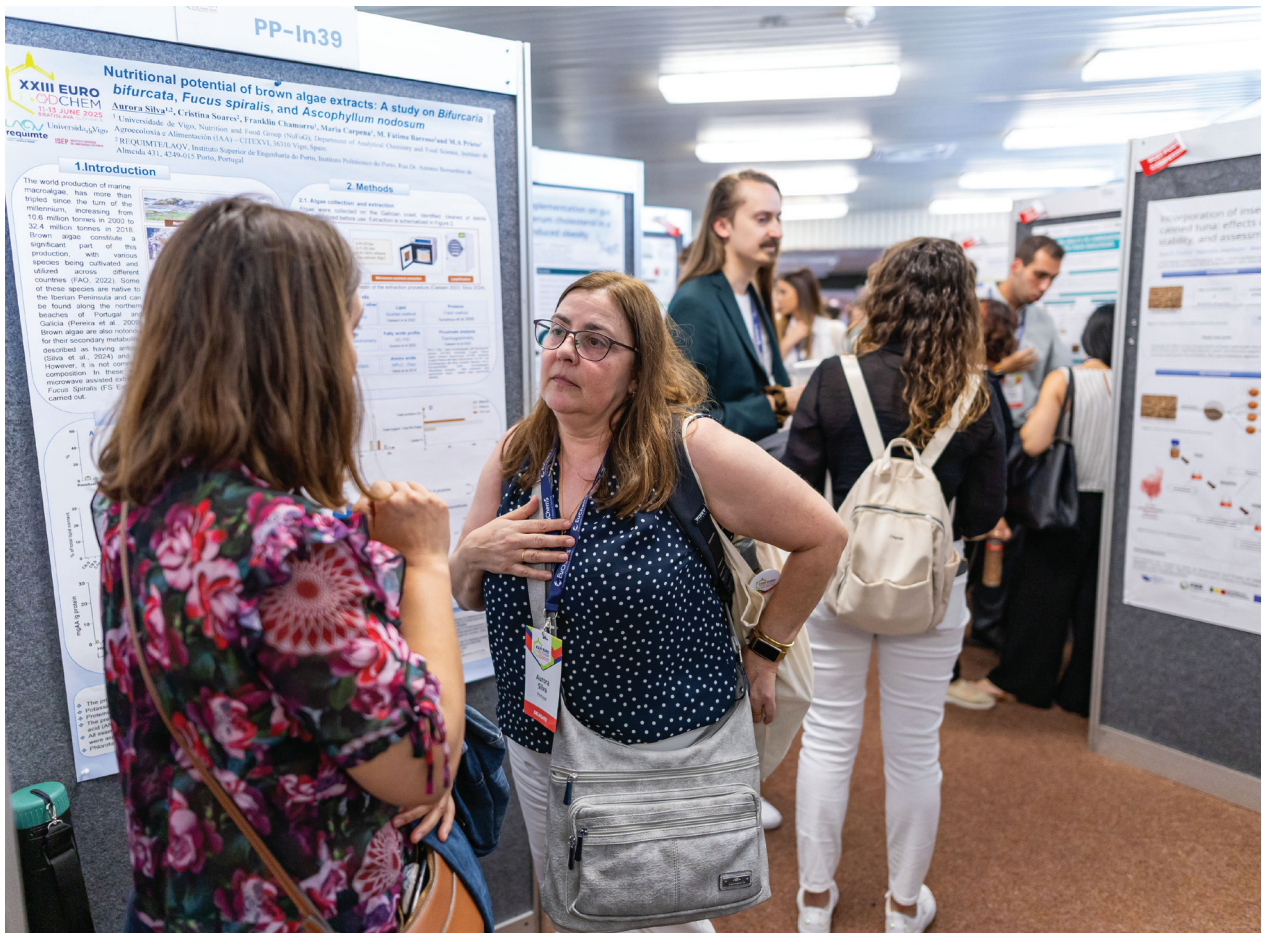
Môže za to značne odlišná senzitivita ľudského nosa, ktorá je cca 1 000x vyššia ako detekčná schopnosť citlivého inštrumentálneho detektora. Humánna olfaktorická senzitivita umožňuje tak vnímať niektoré prchavé zlúčeniny až do koncentrácií 0.001–0.00001 ppb (ppb = 10^{-9}). Je to závislé od prahových koncentrácií odorického vnemu týchto zlúčenín, pričom pre jednotlivé aróma-aktívne zlúčeniny sú tieto hodnoty veľmi individuálne a môžu variať cez niekoľko poriadkov.

Záver

Ľudský čuch nie je iba „menej dôležitý zmysel“, ako sa niekedy vníma. Naopak, predstavuje dôležitý systém, ktorý prepája fyzické prostredie s naším vnútorným prežívaním. Vôňa nás dokáže v okamihu preniesť do minulosti, ovplyvniť náladu a regulovať telesné funkcie. Pochopenie mechanizmov ľudského čuchu nám nielen odhaľuje fascinujúce stránky ľudskej mysle, ale zároveň otvára nové možnosti v medicíne, psychológii, ale aj v každodennom prozaickom živote človeka ako konzumenta potravy.

Podakovanie

Vďaka patrí bývalému kolegovi Ing. Emilovi Kolekovi, PhD. za jeho inovatívny podnet na prípravu tohto príspevku. Táto publikácia vznikla v rámci projektu výskumu a vývoja „Prenos poznatkov a inovácií v rámci podpory slovenskej produkcie potravín a potravinárskych výrobkov s vyššou pridanou hodnotou“ (PVV 11) podporovaného MPRV SR (kontrakt č. 1131/2024/MPRVSR-930).



EuroFoodChem XXIII – Posterová sekcia v knižnici v Slovenskej chemickej knižnici FCHPT STU.



EuroFoodChem XXIII – Živá diskusia v priestoroch Slovenskej chemickej knižnici FCHPT STU, kde prebiehala posterová sekcia i výstava partnerov, ktorí podporili kongres.

ISSN 1336-085X



9 771336 085009