

ALWAC, a.s. · 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy · Státní zdravotní ústav · Krajská hygienická stanice  
Ústeckého kraje se sídlem v Ústí nad Labem · Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně  
Společnost hygieny a komunitní medicíny · Společnost pro výživu

30. CELOSTÁTNÍ KONFERENCE v Teplicích  
s mezinárodní účastí pod záštitou  
ministra zdravotnictví Mgr. et Mgr. Adama Vojtěcha, MHA  
rektora Univerzity Karlovy prof. RNDr. Jiřího Zimy CSc.  
a primátora Statutárního města Teplice Bc. Jiřího Štábla.

# VÝŽIVA ZDRAVÍ 15.-17.9.2026

Lázeňský dům Beethoven Teplice



VÝŽIVA V PREVENCI CHRONICKÝCH NEINFEKČNÍCH ONEMOCNĚNÍ  
VÝŽIVA FRAGILNÍCH SKUPIN POPULACE  
NUTRIČNÍ TOXIKOLOGIE  
NUTRIČNÍ TERAPIE  
VÝŽIVA A PREVENCE INFEKČNÍCH ONEMOCNĚNÍ  
PŘEDMĚTY BÉŽNÉHO UŽÍVÁNÍ  
VARIA

Konference je určena pro odborníky působící v oblasti výživy  
člověka, pro všechny odborné pracovníky hygienické služby, lékaře  
a zdravotnické sestry, nutriční terapeuty, potravináře.

Pro všechny, kteří to se zdravím myslí vážně!

[konferencevyzivaazdravi.cz](http://konferencevyzivaazdravi.cz)



# Ústecký kraj

# Teplice



Ministerstvo  
zdravotnictví



**KHS.**  
Ústeckého kraje



Odborní garanti konference:

doc. MUDr. Pavel Dlouhý, Ph.D., 3. LF UK Praha  
Ing. Jitka Sosnovcová, Státní zdravotní ústav  
Mgr. Miroslava Zemanová, Ph.D., UJEP Ústí nad Labem

Programový výbor konference:

doc. MUDr. Pavel Dlouhý, Ph.D., 3. LF UK Praha  
prof. RNDr. Ing. Petr Tůma, Ph.D., 3. LF UK Praha  
Ing. Jitka Sosnovcová, Státní zdravotní ústav  
Mgr. Daniela Hrnčířová, Ph.D., 3. LF UK Praha  
MUDr. Zdeňka Shumová, Vojenský zdravotní ústav na HS hl. m.  
Mgr. Miroslava Zemanová, Ph.D., FZS UJEP Ústí nad Labem

# VÝŽIVA 15.-17.9.2026 ZDRAVÍ



## BUDOUCNOST VÝŽIVY ČLOVĚKA

♥ Výživa v prevenci chronických  
neinfekčních onemocnění

♥ Výživa fragilních skupin populace

♥ Nutriční toxikologie

♥ Výživa a prevence infekčních onemocnění

♥ Předměty běžného užívání

♥ Varia

Teplice 2026

© **3. lékařská fakulta - Univerzita Karlova**

Ruská 87, 100 00 Praha 10

[www.lf3.cuni.cz](http://www.lf3.cuni.cz)

e-mail: [dekan@lf3.cuni.cz](mailto:dekan@lf3.cuni.cz)

**ALWAC, a.s.**

Bílinská 3159/10, 415 01 Teplice

[www.konferencevvyzivaazdravi.cz](http://www.konferencevvyzivaazdravi.cz)

e-mail: [konference@alwac.cz](mailto:konference@alwac.cz)

**ISBN: 978-80-87878-71-2**

# Obsah:

## SDĚLENÍ

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Výsledky vybraných celostátních úkolů KHS</b><br>Klára Manová                                                                                               | 8  |
| <b>Nástroje a komunita pro podporu zdravotní a datové gramotnosti</b><br>Martin Komenda, Klára Bouzková, Michal Vičar, Jakub Gregor                            | 9  |
| <b>Hepatitida A v době nízké populační imunity: aktuální epidemiologická situace a nové výzvy<br/>prevence</b><br>Eva Patrasová                                | 13 |
| <b>Šetření fatálního případu listeriózy</b><br>Roman Letošník                                                                                                  | 15 |
| <b>Epidemie salmonelózy ve školním kolektivu: komplexní epidemiologické šetření</b><br>Eva Patrasová                                                           | 16 |
| <b>Ortuť ako environmentálny a zdravotný problém</b><br>Tatiana Kimáková                                                                                       | 17 |
| <b>Je kyselina eruková kardiotoxická?</b><br>Jiří Brát                                                                                                         | 24 |
| <b>Sílikon pod kontrolou: pečeme bezpečně?</b><br>Růžena Bednaříková                                                                                           | 29 |
| <b>Vliv retardérů hoření na odolnost beta buněk vůči nezdravé výživě</b><br>Nela Pavlíková                                                                     | 31 |
| <b>HYGIMON – Toxinogenní plísně a potraviny</b><br>Veronika Kýrová                                                                                             | 32 |
| <b>Výživa jako ovlivnitelný faktor duševního zdraví u dětí a adolescentů</b><br>Monika Bartolomějová                                                           | 34 |
| <b>Dlouhodobý monitoring obsahu jódu v kravském mléce v tržní síti ČR: vývoj od roku 1998</b><br>Jan Šmoldas, Svatava Bischofová, Jitka Vechetová, Tomáš Pruša | 35 |
| <b>Železo jako strategický prvek života: význam, formy a limity suplementace</b><br>Jiří Slíva                                                                 | 36 |
| <b>Nemocniční strava v kontextu zdraví a udržitelnosti</b><br>Dagmar Štruncová                                                                                 | 37 |

# Obsah:

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Budoucnost nemocničního stravování – inspirace ze zahraničí</b><br>Martina Kollerová, Ivana Pražanová                                                      | 39 |
| <b>Bufetový výdej stravy pacientům v nemocnicích</b><br>Martina Kollerová                                                                                     | 40 |
| <b>Když léky mění vztah k jídlu: co se děje v těle, hlavě a na talíři</b><br>Pavlaína Malá                                                                    | 42 |
| <b>Stravování osob ve výkonu trestu v ČR</b><br>Izabela Neubauerová, Jolana Rambousková                                                                       | 46 |
| <b>Vliv histaminové a laktóзовé intolerance na kvalitu života</b><br>Ela Škorňová, Daniela Hrnčířová                                                          | 49 |
| <b>Síla střevního mikrobiomu a transplantace stolice</b><br>Jakub Jarý                                                                                        | 50 |
| <b>Virom a jeho význam ve zdraví a nemoci</b><br>Petr Šíma                                                                                                    | 51 |
| <b>Od zdravotní k nutriční gramotnosti: role FZS UJEP v podpoře zdraví obyvatel</b><br>Miroslava Zemanová, Lucía Mičíková, Michal Vostrý                      | 59 |
| <b>Podpora zdraví v Ústeckém kraji v projektu RUR – Region univerzitě, univerzita regionu</b><br>Lucía Mičíková, Miroslava Zemanová, Barbora Váverková a kol. | 61 |
| <b>Polní stravování</b><br>Zdeňka Shumová                                                                                                                     | 64 |
| <b>Efekty ketogenní diety i žen s obezitou</b><br>Michaela Šíková, Marina Heniková, Viktor Šebo, Petr Šedivý, Jan Gojda, Lenka Rossmeislová                   | 65 |
| <b>Nové mikroanalytické přístupy analýzy mléka</b><br>Petr Tůma, Blanka Sommerová                                                                             | 66 |

# Obsah:

## POSTERY

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Antioxidačná aktivita a celkový obsah polyfenolov v produktoch z arónie čiernej</b><br>Monika Schneidgenová, Anna Kalafová, Patricia Šimková, Eva Ivanišová, Marcela Capcarová                                                                                                                                                  | 68  |
| <b>Antioxidačná aktivita a celkový obsah polyfenolov vo vybraných probiotických prípravkoch</b><br>Anna Kalafová, Monika Schneidgenová, Patricia Šimková, Eva Ivanišová, Marcela Capcarová                                                                                                                                         | 73  |
| <b>Potenciál rastlinných zmesí pri podpore metabolického zdravia</b><br>Eva Kováčiková, Gabriela Karhútová, Liliana Hnatová, Katarína Fatrcová-Šramková, Dominika Lenická, Jana Kopčeková, Zuzana Kňazická                                                                                                                         | 77  |
| <b>Hodnotenie kardioprotektívneho účinku aróniovej šťavy u žien s viscerálnou obezitou</b><br>Jana Kopčeková, Katarína Fatrcová-Šramková, Eva Kováčiková, Regína Sládečková, Zuzana Kňazická, Katarína Sádecká                                                                                                                     | 80  |
| <b>Protektívny potenciál sulforafanu v prevencii chronických ochorení</b><br>Regína Sládečková, Kristína Lacinová, Zuzana Kňazická, Eva Kováčiková, Branislav Gálik                                                                                                                                                                | 89  |
| <b>Antidiabetický potenciál olivových listov (<i>Olea europaea</i> L.): perspektívy pre prevenciu a podporný manažment diabetes mellitus</b><br>Zuzana Kňazická, Liliana Hnatová, Eva Kováčiková, Katarína Fatrcová-Šramková, Dominika Lenická, Jana Kopčeková, Regína Sládečková, Eva Mixtajová, Oľga Grygorieva, Vladimíra Bella | 97  |
| <b>Analýza telesnej kompozície a stravovanie hokejistov školského veku</b><br>Katarína Fatrcová-Šramková, Jana Kopčeková, Denis Túšová, Zuzana Kňazická, Regína Sládečková, Eva Kováčiková                                                                                                                                         | 104 |
| <b>Sesamový olej vo výžive ľudí – nutričné a zdravotné benefity</b><br>Katarína Fatrcová-Šramková, Martina Holpítová, Zuzana Kňazická, Dominika Lenická, Timea Boksová, Martin Prčík                                                                                                                                               | 110 |
| <b>Význam oleja z plodu hruškovca amerického v podpore zdravia človeka</b><br>Katarína Fatrcová-Šramková, Petronela Bátorková, Zuzana Kňazická, Dominika Lenická, Timea Boksová, Oľga Grygorieva                                                                                                                                   | 115 |
| <b>Spoločné stravovanie a výživa detí predškolského veku</b><br>Andrea Drevková, Katarína Fatrcová-Šramková, Eva Kováčiková, Dominika Lenická                                                                                                                                                                                      | 119 |
| <b>Development of Novel Syrups from Non-Conventional Plant Raw Materials with Potential Health-Promoting Properties</b><br>Oľga Grygorieva, Katarína Fatrcová-Šramková, Zuzana Kňazická, Mykhailo Zhurba, Olena Vergun                                                                                                             | 128 |

# Obsah:

|                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Underutilized Fruit Plants for Healthy Nutrition and Sustainable Environmental Restoration</b><br>Olga Grygorieva, Mykhailo Zhurba, Olena Vergun, Nataliia Zaimenko, Katarína Fatrcová-Šramková,<br>Zuzana Kňazická, Martin Prčík    | 130 |
| <b>Aktivity na zvýšenie konzumácie ovocia a zeleniny zo školskej záhrady v 1. cykle základnej školy<br/>v rámci nového kurikula vzdelávania</b><br>Tünde Juríková, Katarína Fatrcová-Šramková, Zuzana Kňazická                          | 132 |
| <b>Školská záhrada ako potenciálny zdroj potravinových alergénov</b><br>Tünde Juríková, Katarína Fatrcová-Šramková, Zuzana Kňazická                                                                                                     | 137 |
| <b>Epidemiológia nutrične podmienených ochorení v asociácii výživy a prevencie na Slovensku</b><br>Regína Sládečková, Liliana Hnatová, Katarína Fatrcová Šramková, Dominika Lenická, Eva Kováčiková,<br>Jana Kopčeková, Zuzana Kňazická | 141 |
| <b>Nutričná podpora pri vybraných typoch alopecie</b><br>Zuzana Skupeňová, Katarína Fatrcová-Šramková, Zuzana Kňazická                                                                                                                  | 147 |
| <b>Vplyv kalistenického cvičenia na vybrané parametre telesného zloženia a lipidový profil žien<br/>s nadhmotnosťou a obezitou</b><br>Mariana Schwarzová, Katarína Fatrcová-Šramková, Edita Podaná, Jana Ufnárová, František Haniš      | 148 |
| <b>Využití adaptogenních bylin v potravinářství</b><br>Pavla Novotná, Eliška Kovářiková, Jan Strohalm, Milan Houška, Jana Rysová, Roman Pavela,<br>Naděžda Vrchotová, Jan Bednář, Jan Tríska                                            | 155 |
| <b>Efekt vybraných dipeptidů na funkci a viabilitu pankreatických <math>\beta</math>-buněk vystavených lipotoxickému<br/>působení kyseliny stearové</b><br>Jan Šrámek, Vlasta Němcová                                                   | 157 |



# Odborná sdělení

## VÝSLEDKY VYBRANÝCH CELOSTÁTNÍCH ÚKOLŮ KHS

**Klára Manová**

Ministerstvo zdravotnictví - Oddělení hygieny výživy, předmětů běžného užívání, dětí a mladistvých

Cílené úkoly hlavní hygieničky ČR představují významnou součást státního zdravotního dozoru realizovaného krajskými hygienickými stanicemi. Cílené úkoly umožňují reagovat na aktuální rizika a potřeby v oblasti ochrany veřejného zdraví. Jejich realizace vychází z dostupných odborných poznatků a aktuálních podnětů z oblasti veřejného zdraví, přičemž umožňuje zaměřit kontrolní činnost na vybrané oblasti s potenciálním dopadem na zdraví obyvatel.

Cílené úkoly umožňují jednotným způsobem sledovat vývoj a aktuální situaci v dané oblasti na území celé České republiky, získávat srovnatelná data z jednotlivých krajů a na jejich základě vyhodnocovat případná rizika a potřebu přijetí dalších opatření. Příspěvek představuje cílené úkoly jako jednu z forem výkonu státního zdravotního dozoru a zaměřuje se na výsledky vybraných cílených úkolů realizované krajskými hygienickými stanicemi. Výsledky cílených úkolů poskytují důležité podklady pro hodnocení situace v rámci celé České republiky a přispívají k efektivnímu nastavení opatření v oblasti ochrany veřejného zdraví.



 **NÁSTROJE A KOMUNITA PRO PODPORU ZDRAVOTNÍ A DATOVÉ GRAMOTNOSTI****Martin Komenda, Klára Bouzková, Michal Vičar, Jakub Gregor**

Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR (ÚZIS ČR)

**Souhrn**

Rozvoj zdravotní a datové gramotnosti představuje jeden z klíčových předpokladů pro efektivní fungování moderního zdravotnictví. Občané, zdravotničtí pracovníci, výzkumníci, vzdělavatelé i tvůrci zdravotních politik potřebují přístup k důvěryhodným informacím, datům a nástrojům, které jim umožní správně interpretovat zdravotnické informace a data, a plnohodnotně je využívat v rámci celého zdravotního systému při rozhodování o svém zdraví. V České republice tuto roli naplňuje po stránce portálové platformy zejména Národní zdravotnický informační portál (NZIP), který pomáhá vytvářet propojený ekosystém pro sdílení informací, otevřených dat a vzdělávání v oblasti zdravotní a datové gramotnosti. Příspěvek představuje koncept tohoto ekosystému, jeho hlavní nástroje, komunity uživatelů a možnosti jeho dalšího rozvoje. Přidaná hodnota tohoto ekosystému nespočívá pouze v jednotlivých nástrojích, ale v jejich propojení – informací, otevřených dat, vzdělávání a komunikace do jednoho provázaného celku.

**Klíčová slova:**

zdravotní gramotnost, datová gramotnost, NZIP, NZIS Open, otevřená data, zdravotnické informace, digitální zdravotnictví

**Úvod**

Digitální transformace zdravotnictví přináší nové možnosti využívání zdravotnických informací a dat, ale současně klade vyšší nároky na schopnost jednotlivců orientovat se na internetu a správně vyvozovat závěry. Zdravotní gramotnost je definována jako schopnost získávat, porozumět a využívat informace související se zdravím. Datová gramotnost pak představuje schopnost pracovat s daty, interpretovat je a využívat je při rozhodování<sup>1</sup>. Obě oblasti jsou stále více propojené. V době rostoucího množství digitálních služeb, a to nejen v oblasti zdravotnictví, jako jsou například centrální informační systémy a registry, otevřená věda nebo strojové učení a umělá inteligence, je nezbytné vytvářet prostředí, které podporuje a vzdělává laickou i odbornou veřejnost. V České republice tuto úlohu z pohledu robustní portálové platformy systematicky plní Národní zdravotnický informační portál (NZIP<sup>2</sup>).

Zásadní posun poslední doby nespočívá v dostupnosti informací, nýbrž v jejich nadbytku. Uživatel dnes neřeší, zda informaci najde, ale zda jí může věřit a zda ji dokáže správně zasadit do kontextu. Rozšíření nástrojů, které obsah vybírají za uživatele (od generativních shrnutí ve vyhledávacích po konverzační asistenty), tuto potřebu ještě více zvyrazňuje. Pohodlí zkratky jde ruku v ruce s rizikem, že kritické posouzení zdroje zcela vypadne. O to důležitější je existence důvěryhodné, dohledatelné a odborně garantované vrstvy, z níž mohou tyto nástroje čerpat a k níž se uživatel může vrátit.

**NZIP jako národní platforma zdravotní gramotnosti**

NZIP představuje oficiální informační portál českého zdravotnictví určený veřejnosti. Jeho hlavním cílem je poskytovat ověřené, srozumitelné a aktuální informace o zdraví, prevenci, nemocech, zdravotních službách a fungování zdravotního systému. Portál propojuje odbornou expertizu zastřešujících institucí s potřebami občanů a vytváří jednotné místo, kde lze získat důvěryhodné informace a data bez nutnosti ověřovat zdroje z komerčního nebo neodborného prostředí.

Významnou součástí NZIP jsou interaktivní průvodci zdravím<sup>3</sup>, vysvětlení zdravotnických pojmů<sup>4</sup>, nebo tematické informační rozcestníky (např. EZKarta pro občany<sup>5</sup>, nebo Národní program prevence obezity u dětí Bud'Fit 24<sup>6</sup>). Důležitým prvkem je rovněž využívání principů srozumitelné komunikace. Obsah je připravován ve spolupráci s odbornými společnostmi, ministerstvem

zdravotnictví a dalšími partnery tak, aby byl odborně správný, ale současně snadno pochopitelný pro běžnou populaci. Klíčovým rysem NZIP není jen odborná správnost obsahu, ale také způsob, jak je uspořádán jeho různorodý obsah. Portál systematicky uplatňuje principy srozumitelné komunikace (plain language) a doplňuje výklad interaktivními formáty – kvízy, hrami a názornými infografikami, které podporují aktivní zapojení uživatele a zapamatování namísto pasivního čtení. Zdravotní gramotnost tak není chápána jako jednorázové předání informace, ale jako průběžný proces, v němž má forma sdělení srovnatelnou váhu jako jeho obsah.

## NZIS Open jako nástroj datové gramotnosti

Zatímco NZIP cílí primárně na podporu zdravotní gramotnosti obyvatel, NZIS Open<sup>7</sup> se zaměřuje na zpřístupňování datových zdrojů, rozvoj principů otevřené vědy a podporu datové gramotnosti. NZIS Open plní roli centrální brány ke zdravotnickým datům a zpřístupňuje je napříč více než šedesáti agendami Národního zdravotnického informačního systému (NZIS). Poskytuje otevřená data, analytické výstupy, datové sady, metadata a dokumentaci nad NZIS. Cílem je umožnit transparentní a opakovatelné využívání zdravotnických dat pro komunikaci, vědu, výzkum, vzdělávání, inovace a tvorbu veřejných politik. Důraz je přitom kladen nejen na samotné zveřejnění dat, ale také na jejich správnou interpretaci a pochopení kontextu. To představuje klíčový předpoklad pro rozvoj datové gramotnosti napříč laickou, poučenou a odbornou komunitou.

Rozvoj datové gramotnosti současně nekončí zpřístupněním datové sady. Rozhoduje až schopnost data interpretovat a přeložit do srozumitelné a pochopitelné podoby – prostřednictvím infografik nebo datových vizualizací, která z čísel činí sdělení použitelné i pro poučeného laika. Právě v tomto bodě se datová a zdravotní gramotnost přirozeně setkávají a oba nástroje, NZIS Open i NZIP, se vzájemně doplňují.



Obrázek 1 Schéma datových formátů výstupů NZIS Open

## Komunita jako předpoklad úspěchu

Samotná existence informačních a datových nástrojů však nestačí. Pro dlouhodobý rozvoj zdravotní a datové gramotnosti je nutné budovat aktivní komunitu uživatelů.

Ekosystém NZIP a NZIS Open propojuje několik skupin:

- občany a patientské organizace,
- odborné společnosti a zdravotnické pracovníky,
- vzdělávací a výzkumné instituce,
- veřejnou správu,
- datovou žurnalistiku,
- regionální samosprávy.

Komunitní přístup umožňuje sdílení znalostí, zkušeností a příkladů dobré i špatné praxe. Současně vytváří prostor pro srozumitelnou komunikaci a získávání opakované zpětné vazby, která je nezbytná pro průběžný rozvoj portálové platformy a všech souvisejících aktivit. Zvyšující se zájem o otevřená zdravotnická data jednoznačně ukazuje, že vzniká nová generace uživatelů schopných data nejen využívat, ale také kriticky interpretovat a transformovat je do praktických aplikací, výzkumných projektů či vzdělávacích aktivit. Pravidelné komunikační kanály (tematické newslettery, sociální sítě i účast na odborných a laických akcích) umožňují nejen šířit obsah, ale především sbírat opakovanou zpětnou vazbu a zapojovat multiplikátory (odborné společnosti, patientské organizace či datové novináře), kteří obsah dále přenášejí do vlastních komunit. Tento princip proměňuje pasivní příjemce v aktivní spolutvůrce ekosystému.

## Vize a blízká budoucnost

Budoucí rozvoj zdravotní a datové gramotnosti bude formován rychlou digitalizací zdravotnictví, rozvojem umělé inteligence a propojováním dosud samostatně vnímaných oblastí gramotnosti (Obrázek 2). Rostoucí význam bude mít zejména schopnost vyhledávat, interpretovat a kriticky hodnotit informace a data dostupná v digitálním prostředí a využívat je při informovaném rozhodování o svém zdraví.

S nástupem generativní umělé inteligence se těžiště gramotnosti přesouvá od schopnosti najít informaci ke schopnosti ověřit její důvěryhodnost a kriticky posoudit její kontext. Nástroje generující odpovědi sice snižují bariéru přístupu, zároveň však mohou zastříhat původ informace a oslabit návyk ověřování. Role národní infrastruktury se tím proměňuje: NZIP a NZIS Open představují nejen zdroj informací pro občany, ale i důvěryhodnou a dohledatelnou obsahovou a datovou vrstvu, z níž mohou automatizované nástroje odpovědně čerpat.



Obrázek 2 Propojení oblastí gramotností.

NZIP a NZIS Open představují základní stavební kameny národní infrastruktury, která podporuje informované rozhodování na všech úrovních zdravotního systému. Budoucí rozvoj bude směřovat k hlubšímu propojení informačních služeb, otevřených dat, vzdělávacích aktivit a spolupráce v rámci komunity.

NZIP a NZIS Open představují významné součásti národní datové a informační infrastruktury, které přispívají k informovanému rozhodování na různých úrovních zdravotního systému. Další rozvoj bude spojen s postupným propojováním informačních služeb, otevíráním zdravotnických dat, vzdělávacími a komunikačními aktivitami. Důležitou roli přitom budou hrát nejen tyto nástroje, ale také aktivní zapojení všech zainteresovaných partnerů – poskytovatelů zdravotních služeb, odborných společností, veřejné správy, akademické sféry, patientských organizací i samotných občanů – jejichž spolupráce je klíčová pro efektivní využívání dostupných informací a dat v praxi.

## Zdroje:

1. *Datová, informační a zdravotní gramotnost. Národní zdravotnický informační portál [online]. Praha: Ministerstvo zdravotnictví ČR a Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR, 2026 [cit. 15. 7. 2026]. Dostupné z: <https://www.nzip.cz/clanek/2119-datova-informacni-zdravotni-gramotnost>. ISSN 2695-0340.*
2. <https://www.nzip.cz>
3. <https://www.nzip.cz/pruvodci>
4. <https://www.nzip.cz/rejstrik-pojmu>
5. <https://www.nzip.cz/ezkarta>
6. <https://www.nzip.cz/bf24>
7. <https://www.nzip.cz/data-nzis>





## HEPATITIDA A V DOBĚ NÍZKÉ POPULAČNÍ IMUNITY: AKTUÁLNÍ EPIDEMIOLOGICKÁ SITUACE A NOVÉ VÝZVY PREVENCE

**Eva Patrasová**

Protiepidemický odbor, Krajská hygienická stanice Ústeckého kraje se sídlem v Ústí nad Labem

Hepatitida A představuje i přes dostupnost bezpečné a vysoce účinné vakcinace stále významné infekční onemocnění s potenciálem vzniku rozsáhlých epidemických výskytů. V posledních desetiletích došlo v České republice i dalších evropských zemích k výraznému poklesu incidence onemocnění v důsledku zlepšení hygienických podmínek, kvality pitné vody a bezpečnosti potravin. Tento příznivý trend však současně vedl ke snížení přirozené promořenosti populace a postupnému nárůstu podílu vnímavých osob, zejména mezi dětmi, dospívajícími a mladými dospělými. V prostředí nízké populační imunity tak i zavlečení jediného případu může vést ke vzniku rozsáhlého epidemického šíření, zejména tam, kde jsou přítomny nepříznivé sociální a hygienické podmínky.

Aktuální epidemiologická situace v Evropě potvrzuje opětovný vzestup významu virové hepatitidy A jako problému veřejného zdraví. Od roku 2024 probíhá ve střední Evropě (Maďarsku, Slovensku, Česku a Rakousku) epidemie způsobená virem hepatitidy A genotypu 1B, která postihla zejména sociálně zranitelné skupiny obyvatel. V České republice bylo v roce 2024 hlášeno 633 případů hepatitidy A, což představovalo 100násobný nárůst oproti předchozímu roku. V roce 2025 již bylo hlášeno 3237 případů. V první polovině roku 2026 pak bylo evidováno již 1364 případů onemocnění, přičemž nejvyšší nemocnost byla zaznamenána v hlavním městě Praze.

Ústecký kraj patří mezi regiony dlouhodobě zatížené opakovanými epidemickými výskyty hepatitidy A. V rámci současného mezinárodního výskytu zde bylo zaznamenáno již 286 případů onemocnění, z nichž se část vyskytla v rámci lokálních clusterů ve vyloučených lokalitách, které si vyžadují rozsáhlá protiepidemická opatření, včetně provedení postexpozicičního a mimořádného očkování. Zkušenosti z těchto epidemií ukazují, že přenos infekce probíhá převážně mezi členy domácností, v předškolních a školních kolektivech a v komunitách s omezenou dostupností hygienického zázemí. Mezi nejvíce zasažené populační skupiny pak patří osoby bez domova a intravenózní uživatelé drog.

Přestože je hepatitida A v současném výskytu spojena zejména s přímým fekálně-orálním přenosem mezi osobami, na jeho počátku byl pravděpodobně alimentární přenos. Virus hepatitidy A je mimořádně odolný vůči vlivům vnějšího prostředí a může dlouhodobě přetrvávat na povrchu potravin i ve vodním prostředí. Kontaminace může vzniknout v kterékoli fázi potravinového řetězce – při pěstování prostřednictvím kontaminované závlahové vody, během sklizně, při zpracování nebo následnou manipulací infikovanou osobou. V minulých letech byly v Evropě opakovaně popsány epidemie spojené zejména s konzumací mraženého drobného ovoce, listové zeleniny nebo tepelně neupravených měkkýšů. V globalizovaném potravinovém řetězci může jediná kontaminovaná šarže způsobit rozsáhlou mezinárodní epidemii. Současné možnosti molekulární epidemiologie napomáhají propojit případy napříč kontinentem a odhalit zdroje takových epidemií.

Specifickým rizikem jsou osoby zaměstnané při výrobě, zpracování nebo distribuci potravin. Infikovaný pracovník může virus vylučovat již dva týdny před vznikem prvních klinických příznaků, tedy v období, kdy si své infekčnosti není vědom. Z tohoto důvodu je při podezření na onemocnění u pracovníka v potravinářství nezbytné bezodkladně zahájit epidemiologické šetření, zajistit hygienická opatření na pracovišti a posoudit riziko pro spotřebitele v případě možné kontaminace potravin a výrobků.

Významným nástrojem kontroly epidemických výskytů zůstává očkování. Současná doporučení jednoznačně podporují využití postexpoziciční vakcinace u vnímavých kontaktů, pokud je zahájena v doporučeném časovém intervalu po expozici. V rámci v současné době probíhajícího výskytu v Ústeckém kraji bylo v rámci epidemiologického šetření identifikováno 3144 epidemiologicky významných kontaktů, z nichž 1139 bylo indikováno k postexpozicičnímu očkování. K přerušení komunitního šíření bylo realizováno také mimořádné cílené očkování v několika ohniscích nákazy, při němž bylo vakcinováno 636 osob.

Současná epidemiologická situace ukazuje, že samotná reaktivní opatření nejsou dlouhodobě dostačující. Vzhledem k narůstajícímu počtu vnímavých osob bude pravděpodobně docházet k dalším epidemickým výskytům, tak, jak budou dorůstat další vnímavé populace, a proto je nezbytné posílit preventivní přístup. Ten zahrnuje důsledný epidemiologický dohled, molekulární surveillance, rychlou laboratorní diagnostiku, zdravotní výchovu zaměřenou na zásady osobní hygieny a bezpečnou manipulaci s potravinami. Zásadním preventivním opatřením by pak bylo i cílené očkování osob se zvýšeným rizikem nákazy nebo přenosu infekce.

Hepatitida A tak představuje příklad infekčního onemocnění, jehož epidemiologie se v podmínkách heterogenního hygienického standardu zásadně mění. Nízká populační imunita vytváří prostor pro vznik komunitních i alimentárních epidemií, jejichž zvládnutí vyžaduje propojení klasických protiepidemických opatření s moderními preventivními strategiemi. Zkušenosti z aktuálních epidemií v České republice potvrzují, že včasné epidemiologické šetření, cílené využití postexpozicičního a mimořádného očkování, spolu se zajištěním bezpečnosti potravin a účinnou zdravotní edukací představují základní pilíře úspěšné kontroly tohoto onemocnění.



**A** ŠETŘENÍ FATÁLNÍHO PŘÍPADU LISTERIÓZY**Roman Letošník**

Krajská hygienická stanice Moravskoslezského kraje se sídlem v Ostravě

Počet případů onemocnění listeriózou se v ČR v posledních letech (2022 – 2025) pohybuje kolem 50 – 60 ročně. V EU má významně vzestupný trend: od 1887 případů v roce 2020 k 3041 v roce 2024. Přes nízký celkový počet onemocnění má listerióza nejvyšší podíl úmrtí ze všech sledovaných zoonóz. Mezi potraviny, kde bývá *Listeria monocytogenes* nejčastěji detekována patří masné a mléčné výrobky určené k přímé spotřebě a s delší dobou udržitelnosti. Nejvíce ohroženou skupinou obyvatel jsou mj. osoby vysokého věku a se zhoršenou imunitou např. v důsledku jiné probíhající choroby. Pro tyto osoby je konzumace zrajících sýrů značně riziková.

KHS MSK na přelomu let 2024 a 2025 šetřila případ listeriózy s úmrtím u muže, nar. 1952, onkologického pacienta, který konzumoval měkký zrající sýr zakoupený na jarmarku. Jednalo se o potravinu vyrobenou v rakouské mlékárně, v ČR distribuováno prostřednictvím franšízy. Výrobek byl rovněž dodán na trh v Německu, Itálii, Slovensku.

K infekci a rozvoji onemocnění došlo v řadu jednotek dnů, takto krátká inkubační doba svědčí o značné vnímavosti pacienta nebo o silné kontaminaci potraviny, resp. o kombinaci obou faktorů. Při kontrole u prodejce již původní šarže sýra k dispozici nebyla, proto odebrána jiná. Laboratorním vyšetřením zjištěna přítomnost listerií ve všech 5 odebraných vzorcích v hodnotách od  $1,0 \times 10^4$  KTJ/g do  $8,2 \times 10^4$  KTJ/g. Izoláty předány k dalšímu dourčení (sekvenční typ, WGS) na LF MUNI Brno. Prodejce zbylý výrobek zlikvidoval, za porušení povinností KHS uložila pokutu. Případ byl předán MZ k varování spotřebitelů v ČR a také pro hlášení do systému RASFF pro ostatní státy EU.



A

## EPIDEMIE SALMONÉLOZY VE ŠKOLNÍM KOLEKTIVU: KOMPLEXNÍ EPIDEMIOLOGICKÉ ŠETŘENÍ

**Eva Patrasová**

Protiepidemický odbor, Krajská hygienická stanice Ústeckého kraje se sídlem v Ústí nad Labem

Salmonelóza zůstává jedním z nejčastějších alimentárních infekčních onemocnění v České republice i dalších evropských zemích. Přestože se díky preventivním opatřením ve veterinárním sektoru a systému kontroly potravin daří značnou část zdrojů eliminovat, dochází i nadále k epidemickým výskytům. Objasnění jejich původu vyžaduje úzkou spolupráci epidemiologů, mikrobiologů, dalších pracovníků ochrany veřejného zdraví, veterinární správy i laboratoří využívajících moderní metody molekulární typizace.

Na začátku prosince 2025 byl Krajskou hygienickou stanicí Ústeckého kraje zjištěn neobvyklý výskyt onemocnění salmonelózou mezi žáky základní školy s vlastním stravovacím provozem. Cílem epidemiologického šetření bylo zjistit rozsah výskytu, určit zdroj nákazy, ověřit mechanismus přenosu, přijmout odpovídající protiepidemická opatření a zabránit dalšímu šíření onemocnění.

Šetření probíhalo jako multidisciplinární, zahrnující epidemiologickou, mikrobiologickou i environmentální složku. Případy byly identifikovány prostřednictvím rutinního surveillance systému a aktivního vyhledávání nemocných. Mezi žáky byla provedena retrospektivní kohortová studie s využitím elektronického dotazníku zaměřeného na konzumaci jednotlivých pokrmů a rizikové expozice. Analytická epidemiologie byla doplněna kontrolou školní kuchyně, odběrem vzorků potravin a prostředí, laboratorním vyšetřením zaměstnanců stravovacího provozu a dohledáváním použitých surovin ve spolupráci se Státní veterinární správou. Vybrané izoláty byly analyzovány metodou celogenomové sekvenace (whole-genome sequencing, WGS).

Celkem bylo identifikováno 42 případů onemocnění způsobeného *Salmonella enterica* subsp. *enterica* serovar Enteritidis, včetně jednoho zaměstnance školní kuchyně. Nejvyšší nemocnost byla zaznamenána mezi žáky prvního stupně. Celogenomová sekvenace potvrdila, že všechny analyzované izoláty patřily do sekvenčního typu ST11 a vykazovaly méně než pět alelických rozdílů, což svědčilo o společném zdroji infekce. Retrospektivní kohortová studie pomohla určit, který z podávaných pokrmů mohl souviset se vznikem epidemie. Přes rozsáhlá epidemiologická, laboratorní a veterinární šetření se však nepodařilo prokázat kontaminaci žádně z použitých potravin ani potvrdit konkrétní vehikulum nákazy. Pozitivní nález *Salmonella* Enteritidis u jednoho zaměstnance školní kuchyně neumožnil jednoznačně určit, zda byl zdrojem kontaminace, nebo se nakazil v rámci probíhající epidemie.

Popsaná epidemie ilustruje současné možnosti i limity vyšetřování alimentárních nákaz. Kombinace analytické epidemiologie, moderních metod molekulární typizace, environmentálního šetření a trasování potravin umožnila s vysokou mírou pravděpodobnosti identifikovat rizikovou expozici a rychle zavést účinná protiepidemická opatření, přesto však nebylo možné jednoznačně doložit konkrétní kontaminovanou potravinu. Zkušenosti z tohoto šetření potvrzují význam mezioborové spolupráce mezi orgány ochrany veřejného zdraví, mikrobiologickými laboratořemi a orgány veterinárního dozoru. Současně zdůrazňují potřebu rychlé detekce epidemií, efektivní komunikace s veřejností a kontinuálního rozvoje laboratorních metod pro vyšetřování alimentárních nákaz.



## ORTUŤ AKO ENVIRONMENTÁLNY A ZDRAVOTNÝ PROBLÉM

**Tatiana Kimáková**

Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Lekárska fakulta, Tr. SNP 1, Košice

### Abstrakt

Ortuť patrí medzi najvýznamnejšie globálne environmentálne kontaminanty. Vyznačuje sa schopnosťou dlhodobo pretrvávajúť v životnom prostredí, podliehať biochemickým transformáciám a akumulovať sa v potravinových reťazcoch. Mimoriadny význam má organická forma ortuti – metylortuť, ktorá predstavuje závažné riziko pre zdravie človeka, najmä pre nervový systém, vývoj plodu a detský organizmus. Cieľom príspevku je analyzovať problematiku ortuti z environmentálneho a zdravotného hľadiska, charakterizovať zdroje ortuti a jej kolobeh v ekosystémoch, zdravotné dôsledky expozície a zhodnotiť aktuálny stav poznania vrátane najnovších vedeckých poznatkov publikovaných v rokoch 2021–2025. Príspevok vychádza z monografie Kimáková (2017) a z aktuálnych dokumentov Svetovej zdravotníckej organizácie, Programu OSN pre životné prostredie a vedeckých publikácií z oblasti environmentálnej medicíny a toxikológie.

### Kľúčové slová:

ortuť, metylortuť, životné prostredie, verejné zdravie, toxicita, bioakumulácia, Minamatský dohovor

### Abstract

Mercury is one of the most important global environmental contaminants. It is characterized by long-term persistence in the environment, biogeochemical transformations, and accumulation within food chains. Of particular concern is methylmercury, an organic form of mercury that poses a serious risk to human health, especially to the nervous system, fetal development, and children. The aim of this paper is to analyse mercury from environmental and public health perspectives, characterize its sources, environmental cycling, health effects, and evaluate current scientific knowledge, including the latest findings published between 2021 and 2025. The paper is based on the monograph Mercury in the Environment as a Health Risk Factor and on current documents of the World Health Organization, the United Nations Environment Programme, and recent scientific literature. Current trends in mercury monitoring, biomonitoring, environmental regulation and implementation of the Minamata Convention are discussed.

### Keywords:

mercury, methylmercury, environment, public health, toxicity, bioaccumulation, Minamata Convention

### Úvod

Zdravie človeka je významne ovplyvňované kvalitou životného prostredia. Medzi najvýznamnejšie environmentálne rizikové faktory patria chemické kontaminanty, ktoré sa v dôsledku priemyselnej činnosti, energetiky a intenzívneho využívania prírodných zdrojov dostávajú do jednotlivých zložiek životného prostredia. Osobitnú skupinu predstavujú ťažké kovy, ktoré sa vyznačujú vysokou stabilitou, nemožnosťou biologického rozkladu a schopnosťou kumulácie v organizmoch (Ševčíková a kol., 2006).

Ortuť (Hg) je jediný kov, ktorý sa za normálnych podmienok nachádza v kvapalnom stave. Napriek prirodzenému výskytu v zemskej kôre sa jej koncentrácie v životnom prostredí v posledných desaťročiach výrazne zvýšili v dôsledku antropogénnych aktivít. Podľa odhadov pochádza približne 70 % environmentálnej záťaže ortuťou z ľudskej činnosti (Davidson a kol., 2004; Kimáková, 2017).

Význam ortuti ako environmentálneho problému spočíva predovšetkým v jej schopnosti meniť chemickú formu a vytvárať vysoko toxické organické zlúčeniny. Najnebezpečnejšou z nich je metylortuť, ktorá sa akumuluje vo vodných organizmoch a následne preniká do potravinového reťazca človeka (WHO, 2003; WHO, 2021).

Svetová zdravotnícka organizácia zaraďuje ortuť medzi desať chemických látok predstavujúcich najväčšie riziko pre verejnú zdravie. Najviac ohrozenými skupinami sú tehotné ženy, dojčiace matky, deti a osoby s dlhodobou profesionálnou expozíciou ortuti (WHO, 2023; WHO, 2024).

Cieľom práce je komplexne zhodnotiť environmentálne a zdravotné aspekty ortuti, analyzovať aktuálny stav poznania a diskutovať možnosti prevencie jej negatívnych účinkov.

## Materiál a metódy

Práca má charakter prehľadovej vedeckej štúdie. Primárnym zdrojom informácií bola monografia Kimáková (2017) „Ortuť v životnom prostredí ako rizikový faktor zdravia“, doplnená o odbornú literatúru uvedenú v monografii a o aktuálne medzinárodné dokumenty publikované v období rokov 2021 – 2025.

Pri spracovaní boli využité metódy:

- analýzy odborných literárnych zdrojov,
- komparácie historických a súčasných poznatkov,
- syntézy údajov o environmentálnych a zdravotných rizikách,
- hodnotenia aktuálnych trendov monitorovania ortuti vo svete.

Osobitná pozornosť bola venovaná dokumentom WHO, UNEP a výstupom implementácie Minamatského dohovoru o ortuti.

## Výsledky a diskusia

### Výskyt ortuti v životnom prostredí

Ortuť sa prirodzene vyskytuje v horninách, pôdach, vodách a atmosfére. Je súčasťou geochemických procesov a do prostredia sa dostáva prostredníctvom vulkanickej činnosti, erózie hornín a prirodzeného odparovania z oceánov (Nriagu, 1979). Podľa aktuálnych hodnotení UNEP zostáva remeselná a malorozmerná ťažba zlata (ASGM) najvýznamnejším zdrojom antropogénnych emisií ortuti na globálnej úrovni (Aldous a kol., 2024).

Významnejším zdrojom kontaminácie je však antropogénna činnosť. Medzi hlavné zdroje patria: spaľovanie uhlia, metalurgický priemysel, výroba chlórů alkalickou elektrolyzou, spaľovanie odpadov, ťažba zlata, výroba batérií a elektrických zariadení (Baláž a Tréger, 2003; Wichterle, 2010).

UNEP vo svojej Globálnej hodnotiacej správe o ortuti uvádza, že antropogénne emisie ortuti predstavujú približne 2 000 ton ročne. Najvýznamnejší podiel pochádza z Ázie, predovšetkým z Číny, Indie a krajín juhovýchodnej Ázie (UNEP, 2023). Atmosférická ortuť sa môže prenášať tisíce kilometrov od miesta vzniku. V dôsledku toho sa kontaminácia vyskytuje aj v oblastiach bez významných lokálnych zdrojov znečistenia (Lindberg, 1999).

### Chemické formy ortuti

Z hľadiska toxicity rozlišujeme:

### *Elementárnu ortuť (Hg<sub>0</sub>)*

Je vysoko prchavá a najčastejšie sa vstrebáva inhaláciou pár. Až 80 % inhalovanej ortuti sa absorbuje cez pľúca do krvného obehu (WHO, 2003).

### *Anorganické zlúčeniny ortuti*

Vznikajú oxidáciou elementárnej ortuti. Poškadzujú predovšetkým obličky a gastrointestinálny trakt (WHO, 1991).

### *Organické zlúčeniny ortuti*

Najvýznamnejšou je metylortuť (CH<sub>3</sub>Hg<sup>+</sup>), ktorá vzniká činnosťou mikroorganizmov vo vodnom prostredí (Krätsmár-Šmogrovič, J. a kol., 2007). Vyznačuje sa vysokou biologickou dostupnosťou a schopnosťou prenikať cez hematoencefalickú bariéru aj placentu. Práve metylortuť predstavuje dominantnú formu ortuti prijímanej človekom prostredníctvom potravy (WHO, 1990).

## **Bioakumulácia a biomagnifikácia**

Jednou z najnebezpečnejších vlastností ortuti je jej schopnosť bioakumulácie.

Po preniknutí do vodného prostredia dochádza k jej metylácii. Metylortuť následne absorbujú fytoplanktón a mikroorganizmy. Koncentrácia sa zvyšuje smerom k vyšším článkom potravinového reťazca. Najvyššie koncentrácie boli opakovane zistené u: tuniakov, mečiarov, žralokov, makrel, veľkých dravých sladkovodných rýb. Tento jav označujeme ako biomagnifikáciu (Toman a kol., 2001). Najnovšie výskumy publikované v rokoch 2021 – 2025 upozorňujú, že klimatická zmena, zvyšovanie teploty oceánov a acidifikácia morského prostredia môžu podporovať tvorbu metylortuti a zvyšovať jej koncentrácie v morskom potravinovom reťazci (WHO, 1990; Sonke a kol., 2023).

## **Historické skúsenosti – Minamatská choroba**

Najznámejším príkladom intoxikácie ortuťou je Minamatská katastrofa v Japonsku.

V rokoch 1932 – 1968 vypúšťala chemická spoločnosť Chisso Corporation do Minamatského zálivu odpadové vody obsahujúce ortuťové zlúčeniny. Mikroorganizmy transformovali ortuť na metylortuť, ktorá sa následne hromadila v rybách a morských živočíchoch.

Po konzumácii kontaminovaných rýb sa u obyvateľov objavili: poruchy koordinácie, zúženie zorného poľa, poruchy sluchu, mentálna retardácia detí, poškodenie centrálného nervového systému. Minamatská choroba sa stala symbolom environmentálnej intoxikácie a zásadným impulzom pre tvorbu globálnej environmentálnej politiky (Takeuchi, 1975; George, 2001).

## **Účinky ortuti na zdravie človeka**

Expozícia ortuti môže byť akútna alebo chronická.

### *Nervový systém*

Najcitlivejším cieľovým orgánom je nervový systém.

Chronická expozícia spôsobuje: tremor, poruchy pamäti, zmeny nálady, depresiu, poruchy koncentrácie, neuropatie (WHO, 2024).

Metylortuť je schopná prenikať do mozgu a poškadzovať neuróny už pri nízkych koncentráciách.

## Reprodukčné zdravie

Metylortuť prechádza placentou a predstavuje významné riziko pre vývoj plodu.

Štúdie realizované vo Švédsku a Japonsku preukázali súvislosť medzi prenatálnou expozíciou ortuti a: poruchami intelektu, oneskoreným psychomotorickým vývojom, zníženou schopnosťou učenia (Kjellström a kol., 1986; 1989).

## Obličky

Anorganické zlúčeniny ortuti sa kumulujú najmä v obličkách.

Dlhodobá expozícia vedie k: proteinúrii, poškodeniu glomerulov, chronickému zlyhávaniu obličiek (WHO, 1991).

## Imunitný systém

Najnovšie výskumy poukazujú na súvislosť medzi expozíciou ortuti a rozvojom autoimunitných ochorení. Predpokladá sa účasť ortuti na aktivácii zápalových procesov a oxidačného stresu. Niektoré recentné štúdie opisujú súvislosti medzi expozíciou ortuti, oxidačným stresom, endotelovou dysfunkciou, kardiovaskulárnymi ochoreniami a neurodegeneratívnymi procesmi (Charkiewicz a Backstrand, 2025).

## Súčasný stav globálnej regulácie ortuti

Významným medzníkom bolo prijatie Minamatského dohovoru o ortuti v roku 2013.

Dohovor vstúpil do platnosti v roku 2017 a zaväzuje členské štáty:

- znížovať emisie ortuti,
- obmedzovať používanie ortuti vo výrobkoch,
- regulovať nakladanie s ortuťovým odpadom,
- monitorovať expozíciu obyvateľstva.

V rokoch 2021 – 2025 boli prijaté ďalšie opatrenia smerujúce k postupnému ukončeniu používania ortuti v zdravotníckych a priemyselných aplikáciách.

Podľa hodnotenia UNEP dochádza v mnohých regiónoch sveta k poklesu emisií ortuti, avšak problém pretrváva najmä v oblasti remeselnej ťažby zlata, ktorá zostáva najväčším jednotlivým zdrojom antropogénnych emisií.

## Situácia na Slovensku

Na Slovensku boli zvýšené koncentrácie ortuti zaznamenané predovšetkým v oblastiach:

- stredného Spiša - Gelnice, Spišskej Novej Vsi,
- Novák,
- Michaloviec,
- povodia rieky Nitry (Maňkovská, 1996; Rapant a kol., 2009).

Dlhodobé monitorovanie preukázalo pokles emisií ortuti po roku 2000. K zlepšeniu prispeli technologické inovácie, implementácia európskej legislatívy a obmedzenie používania ortuti v priemysle (Lieskovská a kol., 2016). Napriek priaznivému trendu zostáva potrebné pokračovať v monitorovaní pôd, vôd, sedimentov a potravinového reťazca.

## Aktuálne poznatky 2021 – 2025

Najnovšie údaje WHO a UNEP zdôrazňujú niekoľko významných trendov:

- pokračujúca kontaminácia morských ekosystémov metylortuťou,
- rastúci význam klimatických zmien pri transformácii ortuti v prostredí,
- potreba monitorovania ortuti v rybách určených na ľudskú spotrebu,
- zvyšovanie pozornosti venovanej prenatálnej expozícii,
- postupné znižovanie používania ortuti v zdravotníckych pomôckach a meracích zariadeniach,
- biomonitoring.

Napriek zaznamenanému poklesu emisií v mnohých regiónoch zostáva remeselná a malorozmerná ťažba zlata (ASGM) dominantným zdrojom antropogénnych emisií (Aldous a kol., 2024). Z tohto dôvodu rastie význam humánneho biomonitoringu a hodnotenia prenatálnej expozície. WHO v roku 2023 opätovne zdôraznila, že bezpečnosť potravinového reťazca predstavuje jednu z kľúčových oblastí prevencie expozície ortuti (WHO, 2003).

## Záver

Ortuť predstavuje významný environmentálny a zdravotný problém globálneho charakteru. Jej schopnosť pretrvávajúť v životnom prostredí, podliehať biotransformáciám a kumulovať sa v organizmoch spôsobuje, že aj relatívne nízke koncentrácie môžu viesť k závažným zdravotným následkom. Najväčšie riziko predstavuje metylortuť, ktorá sa koncentruje vo vodných potravinových reťazcoch a negatívne ovplyvňuje nervový systém človeka.

Výsledky vedeckých štúdií potvrdzujú, že najohrozenejšími skupinami sú deti, tehotné ženy a obyvatelia oblastí s vysokou environmentálnou záťažou. Implementácia Minamatského dohovoru prináša pozitívne výsledky v podobe postupného znižovania emisií ortuti, avšak problém zostáva aktuálny najmä v súvislosti s klimatickou zmenou a globálnym znečistením vodných ekosystémov.

Účinná prevencia si vyžaduje pokračovanie monitoringu životného prostredia, kontrolu potravinového reťazca, znižovanie priemyselných emisií a systematickú edukáciu obyvateľstva. Osobitný význam má humánny biomonitoring (vlasy, krv, moč) ako nástroj hodnotenia dlhodobej expozície populácie. Ochrana zdravia pred účinkami ortuti zostáva jednou z prioritných úloh environmentálnej medicíny a verejného zdravotníctva.

## PodĎakovanie:

*Táto práca bola podporená Kultúrnou a edukačnou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky (KEGA) v rámci projektu č. 014UPJŠ-4/2024 Sledovanie vybraných rizikových faktorov ovplyvňujúcich životný štýl vysokoškolských študentov.*

## Acknowledgement:

*This work was supported by the Cultural and Educational Grant Agency of the Ministry of Education, Research, Development and Youth of the Slovak Republic (KEGA) under project No. 014UPJŠ-4/2024, entitled Monitoring Selected Risk Factors Affecting the Lifestyle of University Students.*

## Literatúra:

1. ALDOUS, A. R. et al. *The global challenge of reducing mercury contamination from artisanal and small-scale gold mining: evaluating solutions using generic theories of change. Ecotoxicology*, 2024, 33, s. 506–517.
2. BALÁŽ, P., TRÉGER, M. *Nerastné suroviny Slovenskej republiky*. Bratislava: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 2003.
3. CHARKIEWICZ, A. E.; BACKSTRAND, J. *Mercury Exposure and Health Effects: What Do We Really Know? International Journal of Molecular Sciences*, 2025, 26(5), 2326.
4. DAVIDSON, P. W. et al. *Mercury exposure and child development outcomes. Environmental Health Perspectives*, 2004.
5. GEORGE, A. *Minamata: Pollution and the Struggle for Democracy in Postwar Japan*. Cambridge: Harvard University Press, 2001.
6. KIMÁKOVÁ, T. *Ortuť v životnom prostredí ako rizikový faktor zdravia*. Košice: UPJŠ, 2017.
7. KJELLSTRON, T. a kol. 1986. *Physical and mental development of children with prenatal exposure to mercury from fish. Stage 1. National Swedish environmental protection board. Report 3080, Solna, 1986.*
8. KJELLSTRON, T. a kol. 1989. *Physical and Mental Development of Children with Prenatal Exposure to Mercury from Fish. Stage 2. National Swedish Environmental Protection Board. Report 3642, Solna, 1989.*
9. KRÄTSMÁR-ŠMOGROVIČ, J. a kol. *Všeobecná a anorganická chémia*. 2. vyd. Martin: Osveta, 2007. ISBN 978-80-8063-245-8.
10. LIESKOVSKÁ, Z.; NĚMETHOVÁ, M. a kol. *Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2015*. Banská Bystrica: SAŽP, 2016.
11. LINDBERG, S. E. et al. *Mercury in the environment: recent advances in understanding its cycling and fate. Environmental Science and Technology*. 1999, 33(1), 49A–57A.
12. MAŇKOVSKÁ, B. *Geochemický atlas Slovenska. Lesná biomasa*. Bratislava: Geologická služba SR, 1996.
13. NRIAGU, J. O. *Global inventory of natural and anthropogenic emissions of trace metals to the atmosphere. Nature*. 1979, 279, 409–411.
14. RAPANT, S. et al. *Medical geochemistry research in Spišsko-Gemerské rudohorie Mts., Slovakia. Environmental Geochemistry and Health*, 2009, 31, 11–25.
15. SONKE, J., ANGOT, H., ZHANG, Y. et al. *Global change effects on biogeochemical mercury cycling. Ambio: A Journal of the Human Environment*. 2023. 52(5). 853–876.
16. ŠEVČÍKOVÁ, Ľ. a kol. *Hygiena*. Bratislava: Univerzita Komenského, 2006. ISBN 80-223-2103-6.
17. TAKEUCHI, T. *Pathology of Minamata disease. Acta Pathologica Japonica*. 1975, 25(6), 737–761.
18. TOMAN, R.; MASSÁNYI, P.; DUCSAY, L. *Ortuť v potravinovom reťazci. Trendy v potravinárstve*, 2001, 8(4), 3–4.
19. UNEP. *Minamata Convention on Mercury*. 2013. Kumamoto, Japan.

20. UNEP. *Global Mercury Assessment 2023*. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2023.
21. WHO. *Environmental Health Criteria 101. Methylmercury*. Geneva: World Health Organization, 1990.
22. WHO. *Environmental Health Criteria 118. Inorganic Mercury*. Geneva: World Health Organization, 1991.
23. WHO. *Elemental Mercury and Inorganic Mercury Compounds: Human Health Aspects*. Geneva: World Health Organization, 2003.
24. WHO. *Exposure to Mercury: A Major Public Health Concern*. Geneva: World Health Organization, 2021.
25. WHO. *Mercury and Health*. Geneva: World Health Organization, 2023.
26. WHO. *Children's Exposure to Mercury and Neurodevelopmental Outcomes*. Geneva: World Health Organization, 2024.
27. WICHTERLE, K. *Chemická technologie*. Ostrava: VŠB-TU, 2010.



**A JE KYSELINA ERUKOVÁ KARDIOTOXICKÁ?****Jiří Brát**

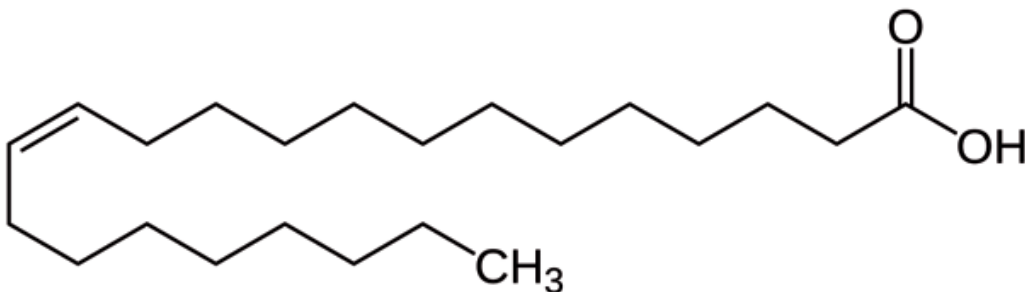
Odborná skupina pro tuky, detergenty a kosmetickou chemii České společnosti chemické, Praha

**Úvod**

Na webu toprecepty.cz se objevila zpráva, že SZPI nařídila stáhnout z trhu šarži hořčičného oleje kvůli vysokému obsahu kyseliny erukové<sup>1</sup>. Článek uvozoval titulek: „Nebezpečný český olej ohrožuje zdraví: Z trhu je stahován výrobek, který může vážně poškodit vaše srdce“. Podobnou informaci přinesla i CCN Prima s titulkem: „Olej s toxickou látkou musí z trhu pryč, varuje inspekce. Může způsobit srdeční problémy“<sup>2</sup>. Pozadu nemohla zůstat ani konkurenční TV Nova a její titulek: „Z trhu se stahuje nebezpečný český olej. Končíme s jeho výrobou, oznámila firma“<sup>3</sup>. Všechny články ukazují na oblibu médií přinášet negativní zprávy a ve svých titulcích co nejvíce postrašit občany termíny jako nebezpečný olej, poškození vašeho srdce, toxická látka apod.

**Co je kyselina eruková?**

Kyselina eruková je mastná kyselina s 22 uhlíky v molekule a jednou dvojnou vazbou (obr. 1).



Obr. 1. Vzorec kyseliny erukové

V článcích je zmínka, že kyselina eruková je kardiotoxická a hořčičný olej nebezpečný. Pojďme tuto problematiku podrobněji rozebrat. V toxikologii platí staré známé rčení řeckého učence Paracelsa „Dosis (sola) facit venenum – (Jen) dávkování dělá jed“. Jedem se může stát z tohoto pohledu například jednorázová vysoká konzumace soli nebo vypití vyššího množství destilované vody.

**Stanovisko EFSA ohledně kyseliny erukové**

Evropský úřad pro bezpečnost potravin zkoumal účinky kyseliny erukové a vydal k této problematice v roce 2016 stanovisko<sup>4</sup>. Pokusy na potkaních prokázaly, že vysoké dávky této kyseliny vedou k hromadění tuků v srdečním sval. Srdce ji totiž nedokáže efektivně spalovat jako palivo. Dlouhodobý přísun může vést k tvorbě jizev ve svalové srdeční tkáni (fibróze), což oslabuje schopnost srdce pumpovat krev. V případě kyseliny erukové se první známky změn na srdci začaly projevovat při dávce 0,7 g (700 mg) na kg tělesné hmotnosti na den.

**Aplikace testování na zvířatech na člověka**

Protože lidé nejsou potkani a každý člověk je jinak citlivý, vědci nemohou použít zvířecí dávku přímo pro lidi. Proto ji obvykle vydělí tzv. koeficienty nejistoty (bezpečnostními faktory): 10× pro mezidruhovou variabilitu (rozdíl mezi zvířetem a člověkem)

a 10× pro vnitrodruhovou variabilitu (rozdíl mezi zdravým dospělým a citlivým jedincem, např. dítětem nebo nemocným). Když se hodnota 700 mg na kg tělesné hmotnosti se vydělí 100 (násobkem obou faktorů) a získáme hodnotu tzv. tolerovaného denního příjmu TDI (Tolerable Daily Intake): 7 mg/kg tělesné hmotnosti.

S touto hodnotou se dále pracuje v legislativních opatřeních při stanovování limitů pro jednotlivé potraviny či látky v nich obsažené. Limity pro kyselinu erukovou v hořčici a hořčičném oleji stanovuje nařízení Komise EU 2023/915<sup>5</sup>. V hořčici jakožto produktu pro přímou spotřebu je povoleno 35 g/kg kyseliny erukové, v hořčičném oleji 50 g/kg.

## Složení hořčičného oleje

Obsah kyseliny erukové v tuku hořčice se obvykle pohybuje v rozmezí 30–50 %. Existují však i odrůdy s vyšlechtěným nízkým obsahem kyseliny erukové, konkrétně se jedná o odrůdy Warta a Bamberka.

Tab. I dokumentuje reálné hodnoty obsahu kyseliny erukové jednotlivých odrůdách hořčice, zjištěné rozborů v Ústředním kontrolním a zkušebním ústavu zemědělském.

| Odrůda        | Obsah kyseliny erukové (%) v tuku |       |        |
|---------------|-----------------------------------|-------|--------|
|               | 2015                              | 2017  | Průměr |
| Zlata         | 37,24                             | 40,20 | 38,72  |
| Veronika      | 38,85                             | 39,90 | 39,38  |
| Severka       | 38,17                             | 39,92 | 39,05  |
| Polarka       | 39,42                             | 40,52 | 39,97  |
| Andromeda     | 38,57                             | 40,60 | 39,59  |
| Agent         | 38,47                             | 39,47 | 38,97  |
| Warta (osivo) | 0,85                              | -     | 0,85   |

Tab. I. Obsah kyseliny erukové v hořčici<sup>6</sup>

## Jak se hodnoty obsahu kyseliny erukové v hořčičném oleji promítají do možnosti dodržet legislativní limity?

Hořčice výrobce SENF spol. s r.o. podle výživových údajů na obale obsahuje 4,9 g tuku/100 g výrobku, další výrobky na trhu se významně neliší. Při obsahu kyseliny erukové v oleji 40 % je její obsah v hořčici jako produktu cca 20 g/kg. Hořčice jakožto produkt pro přímou spotřebu tudíž legislativní limity pro kyselinu erukovou splňuje. V případě hořčičného oleje jako takového je limit splněn jen v případě bezerukových odrůd, ostatní „klasické“ odrůdy hořčic limit překračují.

## Je tedy konzumace hořčičného oleje nebezpečná pro člověka?

Odpověď hledáme v Indii, kde je hořčičný olej dominantním jedlým olejem především v severní a východní části země (Bengálsko, Bihár, Uttarpradéš). Průměrná roční spotřeba všech jedlých olejů v Indii přesáhla 20 kg na osobu. V roce 2024–2025 se odhaduje domácí spotřeba hořčičného oleje v Indii na cca 3,8 milionu tun. To tvoří zhruba 15 % celkové poptávky po jedlých olejích v zemi. V regionech, kde se vaří primárně na hořčičném oleji, tak může dospělý zkonzumovat v průměru 16,7 g tohoto oleje denně<sup>7</sup>. Denní příjem kyseliny erukové se pohybuje v rozmezí 79,47–171,5 mg/kg tělesné hmotnosti. Hodnota TDI pro kyselinu erukovou stanovená EFSA je tedy v této populaci výrazně a dlouhodobě překročena, konkrétně 11–24×.

## Co na to říká věda?

Diskutovány jsou hlavně dva argumenty. Myokardiální lipidóza (hromadění tuku v srdci) je specifický problém hlodavců. Studie z roku 2023 naznačuje, že lidé mají výrazně vyšší hladiny dlouhého řetězce acyl-CoA dehydrogenázy, což umožňuje účinnou oxidaci kyseliny erukové, na rozdíl od použitého modelu hlodavců<sup>8</sup>.

Negativní účinky konzumace kyseliny erukové na zdraví srdce nelze považovat za prokázané a měly by být podrobeny revizi. Koeficient 10 pro mezidruhovou variabilitu použitý pro stanovení TDI byl použit pro tento případ čistě schematicky na základě obvyklých postupů, což pro tento případ vzhledem k odlišnému mechanismu účinku u hlodavců a člověka neodpovídalo realitě. Tolerovaný denní příjem pro kyselinu erukovou by měl z tohoto pohledu být vyšší.

## O vlivu konzumace potravin na zdraví rozhoduje celkové složení potravin

Potravina často obsahu složky, jejichž konzumace ovlivňuje zdraví pozitivním nebo negativním způsobem. Tuky jsou typickým příkladem, kdy toto platí. Konzumace ztužených tuků obsahujících transmastné kyseliny měla jednoznačně negativní dopad na rozvoj kardiovaskulárních onemocnění. Nežádoucí je i vysoká konzumace nasycených mastných kyselin. O zdravotní prospěšnosti olejů rozhoduje vzájemné zastoupení jednotlivých skupin nenasycených mastných kyselin. Slunečnicový olej obsahuje výhradně omega 6 mastné kyseliny, proto se doporučuje jej konzumovat v omezené míře. Hořčičný olej obsahuje okolo 12 % kyseliny  $\alpha$ -linolenové, která má kardioprotektivní účinky a které máme v naší stravě obecně nedostatek. Ukazuje se, že případná negativa konzumace hořčičného oleje spočívající ve vyšším obsahu kyseliny erukové, jsou minimálně vyvážena zbytkovým zastoupením ostatních mastných kyselin.

## Důkazy vyplývající z vědeckých studií

Epidemiologická studie, která zkoumala stravu Indů v Dillí a Bangalore, zjistila, že používání hořčičného oleje bylo spojeno s výrazně nižším rizikem ischemické choroby srdeční<sup>9</sup>. Konkrétně u lidí používajících hořčičný olej na běžné vaření bylo riziko nižší o 51 % (RR 0,49), u těch, kteří ho používali na smažení, bylo riziko nižší dokonce o 71 % (RR 0,29) oboje ve srovnání se slunečnicovým olejem.

Jiná studie přímo srovnávala účinky konzumace hořčičného oleje a rybího tuku u pacientů po infarktu<sup>10</sup>. Výzkum ukázal, že hořčičný olej díky vysokému obsahu kyseliny  $\alpha$ -linolenové významně snížil počet srdečních příhod (infarkty, arytmie) srovnatelně s rybím tukem. Autoři uvádějí, že ochranný účinek omega 3 pravděpodobně neutralizuje jakékoli negativní vlivy konzumace kyseliny erukové u lidí.

Zároveň je třeba mít na paměti, že zdravotní stav populace je ovlivněn řadou faktorů (např. celkové složení stravy, životní styl a genetické predispozice), proto nelze z těchto údajů přímo vyvozovat kauzální vztahy.

Na druhou stranu může mít i případná kardiotoxicita hořčičného oleje i jinou příčinu nesouvisející s kyselinou erukovou. Lokálně konzumovaný hořčičný olej může být kontaminován olejem argemonovým<sup>11</sup>. Ke kontaminaci může docházet nahodile. Semena pleskanky mexické (*Argemone mexicana*) jsou podobná semenům hořčice. Popisovány jsou i případy úmyslného pančování. Toxicita argemonového oleje spočívá v přítomnosti alkaloidů sanguinarinu a dyhydrosanguinarinu. Zatímco kyselina eruková se vyznačuje dlouhodobým působením v testech na potkanech a způsobuje chronická poškození, oba tyto alkaloidy jsou akutní toxiny působící prokazatelně i na lidi. Již příjem 0,5 mg až 1 mg sanguinarinu na kg tělesné hmotnosti denně vyvolává u lidí první klinické příznaky epidemické vodnatelnosti (edémy, gastrointestinální potíže). Argemonový olej obsahuje přibližně 0,6 % až 1,1 % celkových alkaloidů (sanguinarin tvoří majoritní část). Výpočty z reálných případů otrav ukazují, že pokud je hořčičný olej pančován pouze 1 % argemonového oleje, stává se pro člověka při běžném vaření (cca 20–30 g oleje denně) vysoce toxickým. Za nebezpečnou se v praxi považuje jakákoliv příměs nad 0,1 %, která již může při pravidelné konzumaci vyvolat kumulativní poškození myokardu a zvýšení vnitřního tlaku.

Galanty et al. v přehledové práci mimo jiné zmínila, že v experimentech na potkanech tvořila kyselina eruková 20–30 % z energetického příjmu<sup>5</sup>. Takto vysoké expozice nejsou u lidí dosažitelné. I v Indii je reálný příjem kyseliny erukové hluboko pod úrovní, která vyvolávala patologické změny u testovaných zvířat. TDI bylo založeno na extrémním scénáři, který neodpovídá reálné stravě.

Podobné vyplývá i z přehledového článku publikovaném v *Journal of Clinical Lipidology*<sup>12</sup>. Podle něj je diskuse o kardiotoxicitě hořčičného oleje udržována uměle na základě zastaralých dat, zatímco moderní lipidologie uznává jeho kardioprotektivní přínos u lidí. Článek končí přímým apelem na regulační orgány (FDA, EFSA), aby revidovaly vliv konzumace hořčičného oleje na zdraví. Dosavadní závěry získané na základě 50 let starých experimentů na potkanech, které neodpovídají lidské biologii.

## Závěr

Výše uvedené argumenty ukazují na skutečnost, že potřeba rozlišovat mezi daty pocházejícími ze sledování "laboratorních potkanů" a "konzumujících lidí". Údaje z testování na zvířatech nemusí být vždy plně přenositelné na člověka. Běžné a obvyklé postupy předběžné opatrnosti mohou někdy vyžadovat hlubší analýzu.

Nařízení Komise (EU) 2023/915 umožňuje uplatnění výjimky z limitu pro hořčičný olej: „Se souhlasem příslušného orgánu se maximální limit nevztahuje na hořčičný olej vyráběný a spotřebováváný místně.“ Klasický hořčičný olej parametr TDI pro kyselinu erukovou (50 g/kg) překračuje. Výjimka se uplatní jen pro hořčičné oleje z odrůd hořčice s nízkým obsahem kyseliny erukové, které se však pěstují jen okrajově. Označovat hořčičný olej jako nebezpečný je přinejmenším diskutabilní. Nicméně, než proběhne revize účinku kyseliny erukové na zdraví, bude třeba respektovat legislativní opatření.

Hořčičný olej je doplňkovým produktem na českém trhu. Na rozdíl od Indie není olejem první volby používaným na vaření. Díky specifické chuti je používán hlavně pro speciální kulinární účely. Masovému použití v České republice mimo jiné brání i jeho výrazně vyšší cena. Proto se není třeba bát, že by jeho konzumace mohla působit negativně na zdraví. Potenciální kardiotoxicitu spojenou se samotnou kyselinou erukovou nelze uplatňovat pro hořčičný olej.

## Literatura:

1. Besser V. (2026) *Nebezpečný český olej ohrožuje zdraví: Z trhu je stahován výrobek, který může vážně poškodit vaše srdce.* <https://www.toprecepty.cz/clanky/10168-nebezpecny-cesky-olej-ohrozuje-zdravi-z-trhu-je-stahovan-vyrobek-ktery-muze-vazne-poskodit-vase-srdce/>, staženo z internetu 25.2.2026.
2. Fuchsová D. (2026) *Olej s toxickou látkou musí z trhu pryč, varuje inspekce. Může způsobit srdeční problémy.* <https://cnn.iprima.cz/inspekce-varuje-pred-nebezpecnym-olejem-ma-v-sobe-kyselinu-ktera-muze-ohrozit-srdce-504326>, staženo z internetu 25.2.2026.
3. Česner A. (2026) *Z trhu se stahuje nebezpečný český olej. Končíme s jeho výrobou, oznámila firma.* <https://tn.nova.cz/zpravodajstvi/clanek/640812-z-trhu-se-stahuje-nebezpecny-cesky-olej-koncime-s-jeho-vyrobou-oznamila-firma> (2026), staženo z internetu 25.2.2026.
4. EFSA CONTAM. (2016) *Scientific Opinion on erucic acid in feed and food.* *EFSA Journal*. 14 (11), 4593.
5. Nařízení Komise EU 2023/915 o maximálních limitech některých kontaminujících látek v potravinách a o zrušení nařízení (ES) č. 1881/2006
6. ÚKZÚZ (2018) *Registrační řízení odrůdy hořčice Warta.*

7. Mohanty S. et al. (2025) *Erucic acid in mustard oil: Compliance with global food safety regulations in the Indian context. Journal of Food Composition and Analysis* 148 (4), 108515.
8. Galanty A et al. (2023) *Erucic Acid—Both Sides of the Story: A Concise Review on Its Beneficial and Toxic Properties. Molecules* 28 (4), 1924.
9. Rastogi T et al. (2004) *Diet and risk of ischemic heart disease in India. American Journal of Clinical Nutrition* 79 (4), 582–592.
10. Singh RB et al. (1997) *Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of fish oil and mustard oil in patients with suspected acute myocardial infarction. Cardiovasc Drugs Ther.* 11 (3), 485–491.
11. Babu Ch. K. et al (2007) *Adulteration of Mustard Cooking Oil with Argemone Oil: Do Indian Food Regulatory Policies and Antioxidant Therapy Both Need Revisitation? Antioxid. Redox Signal.* 9 (4), 515–525.
12. Poddar KH et al. (2022) *Mustard oil and cardiovascular health: Why the controversy? Journal of Clinical Lipidology* 16 (1), 13–22.





## SILIKON POD KONTROLOU: PEČEME BEZPEČNĚ?

**Růžena Bednaříková**

Krajská hygienická stanice Zlínského kraje se sídlem ve Zlíně

### Cíl státního zdravotního dozoru

Cílem státního zdravotního dozoru v rámci regionálního úkolu Krajské hygienické stanice Zlínského kraje se sídlem ve Zlíně (dále jen „KHS ZK“) bylo ověřit, zda kuchyňské nádobí a náčiní vyrobené ze silikonu uváděné na trh České republiky, je bezpečné. V současné době se v tržní síti vyskytují výrobky pro styk s potravinami (dále „food contact materials, FCM“) vyrobené z barevného silikonu (náčiní, nádobí, těsnění do tlakových hrnců, formy na pečení), které mohou představovat zdravotní riziko, jelikož tyto materiály obsahují chemické látky, které mohou během zpracování a skladování migrovat do potravin. Ze silikonu se mohou uvolňovat kromě bisfenolů, primárních aromatických aminů, ftalátů, antioxidantů, UV filtrů, také organické těkavé látky. Všechny tyto složky mohou mít různé toxikologické účinky a při nadměrném příjmu vážně poškodit některé orgány lidského těla.

### Důvody sledování

Jako alternativy k plechům a formám na pečení se silikonové podložky a formy používají již několik let. V neustálém úsilí o zlepšení kvality a bezpečnosti FCM si silikonové elastomery získaly v tomto odvětví pozornost díky své tepelné stabilitě od -60 °C do +230 °C, mechanickým vlastnostem, flexibilitě, chemické odolnosti, trvanlivosti, kompatibilitě s používanou potravinou, protiplísňovým vlastnostem a svému potenciálu jako náhrady plastového a kovového kuchyňského nádobí. Přestože se silikonky vyznačují zvýšenou tepelnou stabilitou a výraznou odolností vůči stárnutí, zvýšení teploty vede k depolymeraci elastomeru a následnému odpařování a migraci.

V roce 2005 byly krajskými hygienickými stanicemi na základě pokynu HH ČR provedeny celostátní kontroly výskytu nebezpečných silikonových forem na pečení s hladkým lesklým oranžovým vnitřním povrchem, ve kterých byl zjištěn nadlimitní obsah olova. Riziko pro spotřebitele spočívalo v tom, že při pečení dochází k uvolňování malých dávek olova do připravovaných pokrmů, které jsou s pokrmem konzumovány. Malé dávky olova nemohou způsobit akutní intoxikaci lidského organismu, ale mohou působit u dětí neurotoxicity, negativně ovlivnit imunitní systém, či narušit tvorbu kolagenu. U dospělé populace se nadměrný příjem olova může projevit zvýšením hladiny krevního tlaku a rizikem vzniku neurotických poruch.

Od uvedených kontrol uplynulo již 20 let. Záměrem našich odběrů tedy bylo ověřit, zda jsou aktuálně nabízené výrobky skutečně bezpečné a zda se z nich neuvolňují při vyšších teplotách do potravin i nebezpečné látky. V roce 2022 také Evropská organizace spotřebitelů BEUC zveřejnila výsledky laboratorních testů, kterým se podrobilo celkem 44 silikonových forem na pečení. Formy pocházely z 10 různých evropských zemí včetně ČR. Výsledky nebyly příznivé a poukázaly na výskyt těkavých organických látek, které se po zahřátí na vysokou teplotu ze silikonové formy uvolňovaly do směsi, která simulovala potravinu pečenou ve formě.

Z důvodu bezpečnosti jsou veškeré FCM velmi pečlivě studovány a testovány. Použité materiály nesmí nepříznivě ovlivnit zdraví lidí ani nepříznivě ovlivnit kvalitu potravin. Každá látka má pak svůj specifický migrační limit SML, tedy kolik látky se smí uvolnit do potravin, aby to bylo bezpečné. Seznam povolených látek a jejich migrační limity v mg látky na 1 kg potravin jsou uvedeny v Nařízení Komise (EU) č. 10/2011 ze dne 14. ledna 2011 o materiálech a předmětech z plastů určených pro styk s potravinami. Veškeré výrobky, které mohou být použity pro styk s potravinami a splňují tak i SML, jsou označeny symbolem znázorňující sklenku a vidličku.



## Vyšetřované parametry

Chemické laboratorní vyšetření vzorků bylo provedeno prostřednictvím akreditovaných laboratoří Zdravotního ústavu se sídlem v Ostravě, Zdravotního ústavu se sídlem v Ústí nad Labem a Státního zdravotního ústavu, Národní referenční laboratoře pro materiály určené pro styk s potravinami a pro výrobky pro děti do 3 let v Praze v následujícím rozsahu:

- identifikace aminů primárních aromatických
- stanovení bisfenolů – BPA, BPB, BPE, BPF, BPAF a BPS
- těkavé organické látky (suma + identifikace D4, D5, D6)
- odparek
- oxidovatelné látky
- kovy metodou SEM/EDX-RTG

## Odběry výrobků

Celkem bylo odebráno 5 vzorků silikonových forem určených na pečení ve Zlínském kraji, záměrně byly vybírány různé prodejny i různé značky a barvy výrobků.

## Výsledky

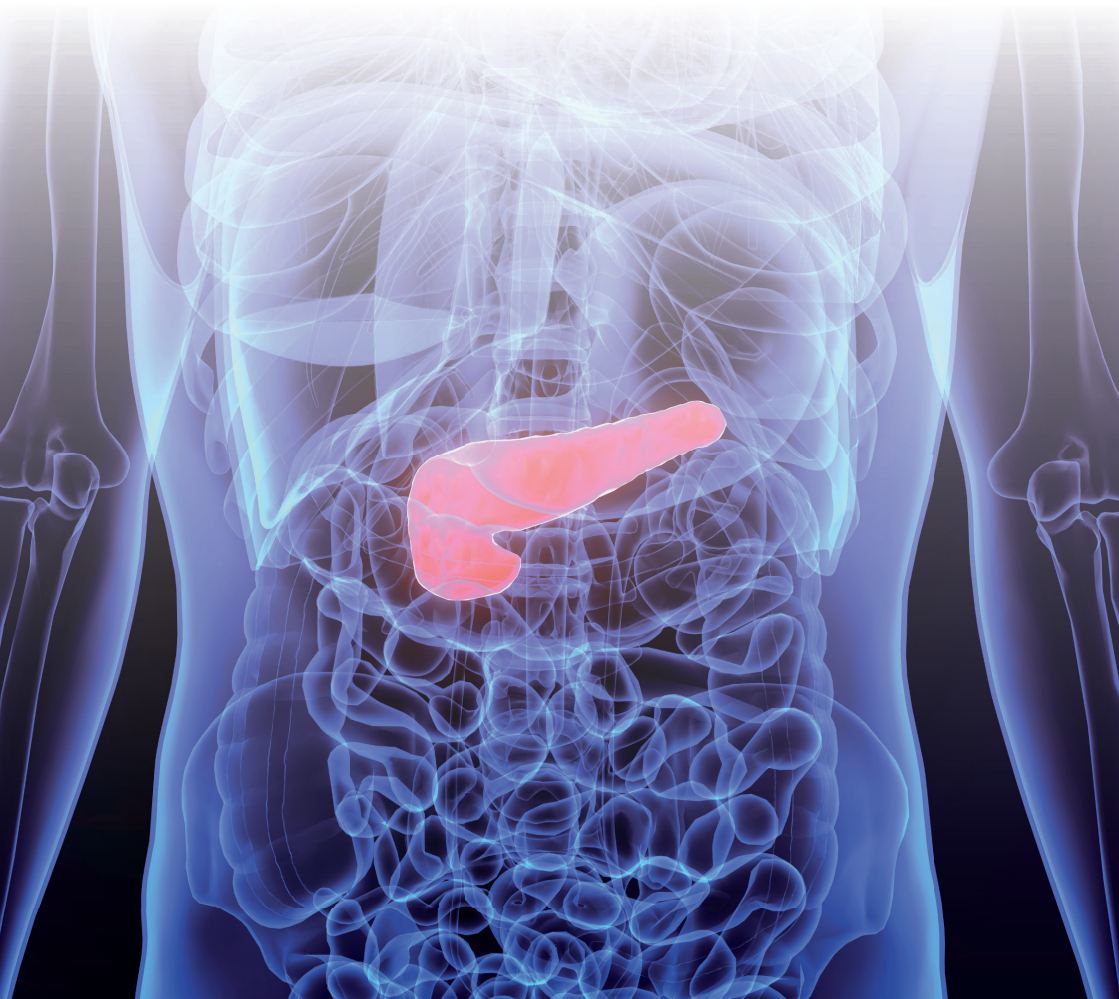
Získané výsledky budou předmětem prezentace na konferenci.



**A** Vliv retardérů hoření na odolnost beta buněk vůči nezdravé výživě**Nela Pavlíková**

Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta, Ústav biochemie, molekulární a buněčné biologie

Triphenylfosfát (TPhP) je běžně používaný zpomalovač hoření a změkčovaadlo obsažené v nábytku, elektronice nebo textiliích. Protože se z výrobků postupně uvolňuje, je dnes běžně přítomen v domácím prachu, potravinách i lidském organismu. Přestože je stále častěji spojován s obezitou a diabetem 2. typu, jeho přímé účinky na buňky produkující inzulin nejsou dosud dostatečně objasněny. V této práci jsme zkoumali vliv týdenní expozice TPhP na pankreatické  $\beta$ -buňky a jejich reakci na metabolický stres vyvolaný mastnými kyselinami. Zjistili jsme, že TPhP zvyšuje množství inzulinu uvnitř buněk a ovlivňuje regulační dráhy řídící energetický metabolismus a hospodaření s lipidy. Současně jsme ukázali, že účinky TPhP výrazně závisí na aktuálním metabolickém stavu buněk – stejná látka může za různých podmínek aktivovat odlišné buněčné odpovědi. Výsledky naznačují, že dlouhodobá expozice běžným environmentálním chemickým látkám může narušovat funkci buněk produkujících inzulin ještě před vznikem jejich zjevného poškození. Studie zároveň upozorňuje na potřebu věnovat větší pozornost metabolickým účinkům těchto látek při hodnocení jejich zdravotních rizik.



## HYGIMON – TOXINOGENNÍ PLÍSNĚ A POTRAVINY

**Veronika Kýrová**

Státní zdravotní ústav – Centrum zdraví, výživy a potravin

Monitorování dietární expozice populace v ČR funguje spolehlivě již více než 30 let. V roce 2013 se do popředí zájmu orgánů ochrany veřejného zdraví (OOVZ) i široké veřejnosti dostalo závažné zjištění týkající se falšování potravin živočišného původu. Jednalo se zejména o případy výskytu koňského masa v produktech deklarovaných jako hovězí maso v rámci EU, včetně ČR.

V reakci na tuto situaci je od roku 2014 na Centru zdraví, výživy a potravin SZÚ v Brně realizována studie „HYGIMON“, která je součástí subsystému IV monitoringu dietární expozice. Studie se zaměřuje na sledování potravin, které nesplňují požadavky na bezpečnost potravin dle nařízení EP a R č. 178/2002 v platném znění.

Cílem této studie je reagovat na aktuální problémy v oblasti hygienické kvality a falšování potravin. Tato problematika je nedílnou součástí zajištění bezpečnosti potravin, neboť přímo ovlivňuje jejich zdravotní nezávadnost. Výstupy studie tak mohou významně přispívat k zajištění ochrany zdraví populace a zájmů spotřebitelů.

Studie „HYGIMON“ je zaměřena na cílené sledování hygienické a zdravotní nezávadnosti potravin a pokrmů s využitím molekulárně-biologických metod (PCR).

### V rámci studie „HYGIMON“ jsou realizovány tři dílčí studie:

- 1) Detekce a identifikace GMO
- 2) Falšování potravin živočišného původu
- 3) Toxinogenní plísně a potraviny

Dílčí studie „HYGIMON“ – toxinogenní plísně a potraviny je realizována od roku 2018 a její monitorovací období je dvouleté. Tato studie je zaměřena na specializované mykologické vyšetření potravin, zejména na identifikaci a charakterizaci toxinogenních plísní, které jsou významnými producenty mykotoxinů. Potraviny představují pro růst, rozmnožování toxinogenních plísní a následnou produkci mykotoxinů ideální substrát. Kontaminace potravin těmito mikroorganismy představuje významné zdravotní riziko, zejména v souvislosti s jejich dlouhodobými toxickými účinky, mezi které patří karcinogenita či teratogenita.

K nejvýznamnějším sledovaným toxinogenním plísním patří producenti aflatoxinů (*Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*), ochratoxinu A (*A. seke* Nigri, *A. carbonarius*, *A. westerdijkiae*, *Penicillium verrucosum*, *P. nordicum*), citrininu (*P. citrinum*, *P. verrucosum*) a patulinu (*P. expansum*). Studie „HYGIMON“ – toxinogenní plísně reaguje v této oblasti na nedostatek aktuálních a ucelených dat o míře kvalitativní a kvantitativní kontaminace potravin toxinogenními plísněmi v ČR. Tento fakt je zvláště významný v kontextu probíhající změny klimatu, která může ovlivňovat geografický výskyt plísní a tvorbu mykotoxinů v potravinách. Získaná data a jejich vyhodnocení jsou prvním předpokladem pro možnou realizaci recentního hodnocení dietární expozice a charakterizaci zdravotních rizik spojených s výskytem toxinogenních plísní v potravním řetězci. V období let 2018–2025 bylo analyzováno celkem 1992 vzorků potravin.

U testovaných potravin byl stanoven celkový počet plísní [KTJ/g potravin] a charakterizován jejich mykologický profil. Výskyt sledovaných toxinogenních druhů byl dále hodnocen pomocí indexu kontaminace (Ik), což je poměr počtu potenciálně toxinogenních plísní [KTJ/g potravin] k celkovému počtu vláknitých mikroskopických hub [KTJ/g potravin].

Vedle klasických kultivačních metod jsou v současnosti využívány i molekulárně-biologické metody (PCR), které umožňují přesnější a rychlejší detekci a druhovou identifikaci. To vede k přesnějšímu a spolehlivějšímu hodnocení zdravotních rizik.

Dlouhodobě mezi nejčastěji a nejvíce kontaminované potraviny patří: ořechy vlašské, kmín, koření paprika sladká, pepř, rozinky, čaj ovocný, čaj černý a borůvky čerstvé.

Z hlediska bezpečnosti potravin a potřeby zajištění ochrany veřejného zdraví je nezbytné zajistit pokračování studie, čímž bude zachována kontinuita a komparovatelnost dat. To umožní sledovat dlouhodobé trendy ve výskytu falšovaných potravin a kontaminaci potravin toxinnými plísněmi, jejichž výskyt je ovlivňován i klimatickými změnami.

Podpořeno MZ ČR – RVO („Státní zdravotní ústav – SZÚ, IČ 75010330



 **VÝŽIVA JAKO OVLIVNITELNÝ FAKTOR DUŠEVNÍHO ZDRAVÍ U DĚTÍ A ADOLESCENTŮ****Monika Bartolomějová**

1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy

Depresivní symptomy u dětí a adolescentů představují rostoucí problém. Stále větší pozornost je proto věnována modifikovatelným, biologicky plausibilním a potenciálně ekonomicky dostupným faktorům, které by mohly být významné zejména z hlediska prevence.

V posledních letech se objevila celá řada observačních i intervenčních studií a následně také systematických přehledů a metaanalýz, které se čím dál častěji zaměřují na výživu právě jako na jeden z těchto faktorů a zkoumají její vztah k depresivním symptomům.

V rámci naší výzkumné práce jsme proto provedli systematické vyhledání a výběr relevantních prací publikovaných od 1. ledna 2000 do 30. dubna 2025.

Z celkem 631 identifikovaných záznamů bylo po postupném posouzení do umbrella systematického přehledu zařazeno 13 systematických přehledů a metaanalýz, které pokrývaly více než 100 000 dětí a adolescentů. Pro syntézu důkazů byly použity výsledky vztahující se k věku  $\leq 18$  let.

V rešerších těchto zdrojových přehledů bylo po odstranění duplicit souhrnně identifikováno 65 244 záznamů primárních studií. Syntéza důkazů naznačuje, že síla a konzistence vztahu mezi výživou a depresivními symptomy se liší podle sledovaného nutričního faktoru i typu dostupných důkazů.

**Nejsilnější a nejkonzistentnější důkazy byly nalezeny pro zdravý či středomořský dietní vzorec, který byl spojen s o 26 % nižším rizikem depresivních symptomů.**

Příznivá souvislost byla zaznamenána také u vyššího příjmu ovoce a zeleniny, zatímco vynechávání snídaně bylo u adolescentů spojeno s vyšším rizikem depresivních symptomů. Randomizované studie neprokázaly statisticky významný účinek omega-3 suplementace ani intervencí zaměřených na celkově zdravou stravu; u pre-post studií bylo naopak naznačeno zlepšení.

Celkové výsledky se střední jistotou podporují souvislost mezi zdravým stravovacím vzorcem a nižším výskytem depresivních symptomů u dětí a adolescentů. Kauzální vztah však zatím prokázán nebyl a jeho potvrzení vyžaduje další kvalitní dlouhodobé randomizované studie.



## DLOUHODOBÝ MONITORING OBSAHU JÓDU V KRAVSKÉM MLÉCE V TRŽNÍ SÍTI ČR: VÝVOJ OD ROKU 1998

Jan Šmoldas, Svatava Bischofová, Jitka Vechetová, Tomáš Pruša

Státní zdravotní ústav – Centrum zdraví, výživy a potravin

Monitoring dietární expozice (MDE) je součástí Systému monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí (MZSO), jehož garantem je Státní zdravotní ústav (SZÚ). MDE je koncipován jako samostatný nástroj pro dlouhodobé hodnocení dietární expozice populace vybraným chemickým látkám a charakterizaci souvisejících zdravotních rizik na národní úrovni. Na rozdíl od státního dozoru, jehož součástí jsou kontroly potravin, není MDE zaměřen na konkrétní rizikové komodity nebo nevyhovující vzorky potravin a pokrmů, ale hodnotí expozici vybraným chemickým látkám z pohledu reálné spotřeby potravin v populaci. Výsledky MDE slouží k dlouhodobému sledování trendů v přívodu vybraných kontaminantů i nutrientů a poskytují odborný podklad pro hodnocení rizik v oblasti bezpečnosti potravin, výživy a ochrany veřejného zdraví.

Jedním z nutrientů sledovaných v rámci MDE je jód jako esenciální prvek nezbytný pro správnou funkci štítné žlázy a tvorbu hormonů, které se podílejí na regulaci metabolismu, růstu a vývoje organismu. Pro hodnocení dietární expozice je zásadní nejen obsah jódu v jednotlivých potravinách, ale také spotřeba těchto potravin.

V podmínkách ČR představují dle dat z Národní individuální spotřeby potravin (SISP04) významný zdroj jódu kravské mléko a mléčné výrobky, a to zejména ve stravě dětí. Například u dětí ve věku 4-6 let hradí tyto zdroje více jak 50 % z celkového denního přívodu jódu, u starších dětí a mladistvých pak 30-45 %.

Obsah jódu v mléce je ovlivněn především příjmem jódu krmnou dávkou dojníc, přičemž množství jódu přidávaného do krmiv formou suplementace je legislativně regulováno s cílem předcházet jeho nadměrnému přívodu do lidského organismu. Z hlediska dietární expozice je žádoucí, aby koncentrace jódu v mléce byla dlouhodobě stabilní. Za optimální hodnotu z hlediska mléka jako potraviny je považována koncentrace 100-200 µg/l (VVP, Drápal et al., 2007).

Sledování obsahu jódu v kravském mléce probíhá v rámci MDE již od roku 1998. Celkem se odebírá každý rok 48 vzorků mléka z tržní sítě ČR (24 v jarním a 24 v podzimním období). Dlouhodobě je sledováno polotučné mléko, doplněné jedním dalším typem mléka (do roku 2018 další typ mléka zastupovalo mléko odtučněné, od roku 2018 vlivem změn na trhu bylo nahrazeno mlékem plnotučným). Z odebraných vzorků se připravují také vzorky kompozitní, které jsou dále využity společně s daty o spotřebě potravin (SISP04) k výpočtu dietární expozice u populačních skupin.

V posledních letech byl metodicky upraven poměr odebíraných vzorků, kdy čerstvá mléka tvoří nyní 50 %, což umožňuje také při hodnocení obsahu jódu ve vzorcích porovnat rozdíly oproti trvanlivým mlékům.

Stanovení jódu se provádí spektrofotometricky, metodou dle Sandell-Kolthoffa.

Výsledky více než dvacetiletého monitoringu obsahu jódu v kravském mléce v tržní síti ČR ukazují, že do roku 2017 vykazovaly koncentrace jódu v kravském mléce výraznější kolísání (min. 105 µg/kg, max. 454 µg/kg, průměr 266 µg/kg, SD 63 µg/kg). V následujícím období (2018-2025) bylo již patrné menší kolísání v hodnotách průměrného obsahu jódu (min. 187 µg/kg, max. 243 µg/kg, průměr 210 µg/kg, SD 15,5 µg/kg), což může mít souvislost se změnou metodiky vzorkování.

Dlouhodobé sledování obsahu jódu v kravském mléce a dalších komoditách poskytuje podklad pro hodnocení jeho přívodu v české populaci.

Závěrem lze říci, že koncentrace jódu v mléce je dostatečná, i když v řadě případů přesahuje optimální hodnotu. Celková expozice jódu ale nevychází jen z konzumace mléka a mléčných výrobků, které jsou významnými zdroji především u dětí, ale z celkové stravy.

Podpořeno MZ ČR – RVO („Státní zdravotní ústav – SZÚ, IČ 75010330)

**A**

## ŽELEZO JAKO STRATEGICKÝ PRVEK ŽIVOTA: VÝZNAM, FORMY A LIMITY SUPLEMENTACE

**Jiří Slíva**

Ústav farmakologie, 3. LF UK, Praha

Železo je esenciální stopový prvek nezbytný pro transport kyslíku, správnou funkci imunitního systému a aktivitu řady enzymů. V lidském organismu se většina železa nachází v hemoglobinu, zatímco menší část je uložena ve formě zásobního feritinu nebo je součástí myoglobinu a enzymových systémů. Homeostáza železa je přísně regulována, zejména prostřednictvím hormonu hepcidinu, jenž ovlivňuje jeho střevní absorpci a uvolňování ze zásob. Nedostatek železa celosvětově patří mezi nejčastější nutriční deficity a může vést nejen k sideropenické anémii, ale také k únavě, poruchám koncentrace, snížení imunity a zhoršení celkové výkonnosti.

Lehčí nedostatek železa lze hradit i perorální suplementací (přípravky s železem vázaným v hemu nebo ve formě organických a anorganických solí či liposomu), u vybraných skupin je možné je užívat též profylakticky. V obou případech je nezbytné poučení nemocného, a to nejen v kontextu edukace režimu užívání a případných nežádoucích účinků, ale i za účelem dosažení maximální spolupráce, a tedy i maximální efektivity.

Na českém trhu jsou i přípravky svým obsahem kombinující jak železo vázané na hem, tak železo anorganické – hlavním záměrem/účelem takového přístupu je využití odlišných transportních cest železa na úrovni jeho absorpce, a tedy rychlejší úprava jeho deplece v organismu za současně nízkého rizika nežádoucích účinků a s možností užívat železo bez ohledu na současný příjem stravy či komedikace. V obecné rovině přitom platí, že cílem jakékoliv suplementace by měla být nikoliv pouhá úprava hladiny hemoglobinu do fyziologického rozmezí, nýbrž i zohlednění saturace transferinu a hladiny sérového feritinu.



## NEMOCNIČNÍ STRAVA V KONTEXTU ZDRAVÍ A UDRŽITELNOSTI

**Dagmar Štruncová**

Physicians Association for Nutrition (PAN) Czech Republic

Ústav veřejného zdraví, Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, Brno

Nepřenosná chronická onemocnění představují celosvětově dominantní příčinu úmrtnosti, nemocnosti a dlouhodobého omezení kvality života. Podle Světové zdravotnické organizace zemřelo v roce 2021 v důsledku nepřenosných chronických onemocnění nejméně 43 milionů lidí, což představovalo přibližně 75 % všech celosvětových úmrtí nesouvisejících s pandemií. Největší část úmrtí připadala na kardiovaskulární onemocnění, následovaná nádorovými a chronickými respiračními onemocněními a diabetem. Velké části těchto předčasných úmrtí by přitom šlo předejít ovlivněním hlavních behaviorálních rizikových faktorů, mezi něž patří kouření, nedostatečná pohybová aktivita, riziková konzumace alkoholu a nezdravá strava. Základ zdravého jídelníčku tvoří pestrá strava založená převážně na minimálně zpracovaných potravinách, obsahující dostatečné množství zeleniny, ovoce, luštěnin, celozrnných obilovin, ořechů a semen, při současném omezení soli, volných cukrů a nasycených a trans mastných kyselin.

Strava poskytovaná v nemocnicích není pouze provozní službou, ale také součástí péče o zdraví pacientů a pracovního prostředí zdravotnického personálu. Nemocnice mohou prostřednictvím své nabídky podporovat rekonvalescenci, prevenci chronických onemocnění i vytváření zdravějších stravovacích návyků včetně poskytování edukace pacientů.

Udržitelnost nemocničního stravování je však širší pojem než samotné složení jídelníčku. Zahrnuje environmentální, zdravotní, sociální i ekonomické aspekty. Při hodnocení dopadů je třeba zohlednit celý životní cyklus pokrmu jako je způsob produkce a zpracování surovin, jejich původ a sezónnost, balení, dopravu a chlazení, skladování, přípravu, vaření, distribuci, případné zchlazení a opětovný ohřev, spotřebu vody a energii, mytí nádobí i nakládání s odpady.

Jedním z nejvýznamnějších faktorů je skladba použitých surovin. Zvýšení podílu luštěnin, zeleniny, celozrnných obilovin a dalších rostlinných potravin a omezení zejména červeného a zpracovaného masa může spojit zdravotní přínosy s nižšími environmentálními dopady. Neméně důležité je předcházení potravinovým ztrátám, správné plánování počtu porcí, vhodná velikost porcí, možnost volby, senzorická kvalita jídel a sledování zbytků. Pokrm s příznivým nutričním profilem a nízkou uhlíkovou stopou neplní svůj účel, pokud jej pacient nebo zaměstnanec nepřijme a většina skončí jako odpad. V nemocničním prostředí proto musí být udržitelnost vždy posuzována společně s nutriční adekvátností, dietními potřebami pacientů, bezpečností potravin a praktickou proveditelností.

V České republice probíhá projekt organizace Rostlinně ve spolupráci s PAN Czech Republic a zapojenými nemocnicemi. Jako první byl spuštěn ve Fakultní nemocnici Motol a zaměřuje se na praktické rozšiřování nabídky nutričně vyvážených rostlinných jídel a na předběžné hodnocení jejich environmentálních dopadů v podmínkách velkého nemocničního stravovacího provozu. Získané zkušenosti mohou pomoci určit, které změny jsou zdravotně přínosné, přijatelné pro strávníky, provozně realizovatelné a současně environmentálně i ekonomicky smysluplné. Na mezinárodní úrovni se podobnými tématy zabývá Healthy Hospital Food Project organizace PAN International.

### Literatura:

1. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Noncommunicable diseases* [online]. 25. 9. 2025. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
2. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Healthy diet* [online]. 26. 1. 2026. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>

3. GARCIA HERRERO, L. et al. *Criteria for Sustainable Public Procurement for Food, Food Services, and Vending Machines*. Publications Office of the European Union, 2025. DOI: [10.2760/0895877](https://doi.org/10.2760/0895877).

PAN INTERNATIONAL. *Healthy Hospital Food*. [online]. 1. 8. 2026. Dostupné z: <https://pan-int.org/healthy-hospital-food>

PROVEG INTERNATIONAL. *The €11 Billion Opportunity: Unlocking the Economic Potential of Plant-Forward Public Food Procurement in the EU*. June 2026. Dostupné z: <https://proveg.org/policy/85-percent-public-food-procurement-eu/>

PROVEG ČESKO. *Více rostlinných jídel ve školních jídelnách by Česku ušetřilo miliony eur a snížilo výskyt obezity* [online]. 24. 6. 2026. Dostupné z: <https://proveg.org/cz/novinky/verejne-stravovani-usetri-miliony/>



**A BUDOUCNOST NEMOCNIČNÍHO STRAVOVÁNÍ – INSPIRACE ZE ZAHRANIČÍ****Martina Kollerová<sup>1,2,3</sup>, Ivana Pražanová<sup>1,2</sup>**<sup>1</sup>Česká asociace nutričních terapeutů (ČANT)<sup>2</sup>Aliance pro nutriční péči (APNP)<sup>3</sup>Centrum výživy Fakultní Thomayerovy nemocnice (FTN)

Vybrané příklady zahraničních zkušeností s inovací systému nemocničního stravování a organizací nutriční péče, zejména ze zemí severní a západní Evropy, ukazují, že systematické změny v přístupu k nemocničnímu stravování mohou významně ovlivnit nutriční příjem pacientů, jejich spokojenost i ekonomickou a environmentální efektivitu poskytované péče.

Zkušenosti ze švédského regionu Skåne dokumentují, že zavedení nového konceptu nemocničního stravování, založeného na možnosti výběru pacienta, flexibilní době podávání a dostupnosti menších nutričně definovaných porcí, vedlo ke zvýšení příjmu energie a bílkovin přibližně o 30 %. Na odděleních využívajících nový koncept činil podíl potravinového odpadu 17,0 % oproti 26,4 % v regionu celkově a 87 % pacientů hodnotilo velikost porce jako přiměřenou. Aktualizovaná ekonomická kalkulace současně předpokládá snížení ročních provozních nákladů přibližně o 44 mil. SEK. [1]

Obdobný přístup byl zaveden v nemocnici Herlev v regionu hlavního města Dánska, kde je individualizovaný systém „à la carte“ založen na nabídce malých energeticky a proteinově densních jídel, digitálním objednávání a aktivním zapojení pacienta do sledování vlastního nutričního příjmu. U pacientů v nutričním riziku se po zavedení nového konceptu zvýšil podíl pacientů dosahujících alespoň 75 % své energetické potřeby z 35 % na 70 % a potřeby bílkovin z 24 % na 51 %. [2] Současně bylo popsáno snížení uhlíkové stopy nakupovaných potravin o 63 %, což ukazuje možnost propojit zlepšení nutričního příjmu s environmentální udržitelností. [3]

Společným jmenovatelem těchto přístupů je důraz na individualizaci nutriční péče, aktivní výběr stravy pacientem, respektování jeho preferencí, menší porce podávané častěji a optimalizaci energetické a proteinové denzity jídel. Současně dochází k omezení indikace terapeutických diet a dietních restrikcí na klinicky odůvodněné případy. Tyto principy mohou přispívat nejen ke zlepšení nutričního příjmu a efektivnějšímu řešení malnutrice související s onemocněním, ale také ke snížení plýtvání potravinami, nákladů a environmentální zátěže zdravotnických zařízení.

Zahraniční zkušenosti tak ukazují, že transformace nemocničního stravování založená na potřebách a preferencích pacientů a podpořená odpovídajícími organizačními a technologickými změnami představuje účinný nástroj ke zkvalitnění nutriční péče. Tyto přístupy mohou být významnou inspirací pro další rozvoj nemocničního stravování a nutriční péče v českém zdravotnickém systému.

**Literatura**

1. Region Skåne. Sluttrapport Nya Måltider: Region Skåne. Region Skåne; 10. 6. 2025.
2. Munk T, Holmsted SF, Beck AM, Laursen L, Rasmussen HH, Knudsen AW. The effect of a digital energy- and protein-dense food concept with a nutritional tracker on dietary intake in hospitalized patients at nutritional risk – A one-day cross-sectional study. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2025;68:523–529. doi:10.1016/j.clnesp.2025.05.037.
3. Holm-Søndergaard PM. Klimavenlig kost til ernæringstruede: „Vi skal insistere på ernæringen“. *Diætisten*. 2025;193:14–15.

## BUFETOVÝ VÝDEJ STRAVY PACIENTŮM V NEMOCNICÍCH

Martina Kollerová<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Česká asociace nutričních terapeutů (ČANT)

<sup>2</sup>Centrum výživy Fakultní Thomayerovy nemocnice (FTN)

Výsledky dostupných studií ukazují, že vhodně koncipovaný bufetový výdej stravy může pozitivně ovlivnit energetický příjem i příjem bílkovin hospitalizovaných pacientů. Prospektivní studie na chirurgických odděleních prokázala souvislost mezi využíváním snídaňového bufetu a vyšším příjmem energie i bílkovin.[1] Novější prospektivní crossover studie provedená na sedmi lůžkových odděleních ukázala, že cílené rozšíření běžného snídaňového bufetu o pacienty preferované potraviny s vyšší energetickou a proteinovou densitou zvýšilo celkový denní příjem v průměru o 198 kcal a 6,8 g bílkovin.[2] **Možnost volby a přizpůsobení velikosti porce tak může představovat účinný nástroj podpory perorálního příjmu.**

Nutriční přínos bufetového výdeje však nelze automaticky ztotožňovat s jeho celkovou provozní a environmentální efektivitou. Při hodnocení potravinového odpadu je nezbytné rozlišovat mezi odpadem na talíři pacienta a odpadem vznikajícím při přípravě, distribuci a samotném bufetovém výdeji. Přehled 32 nemocničních studií ukázal, že systémy umožňující porcování stravy až na oddělení mohou být spojeny s nižším odpadem na talíři než centrálně porcovaná jídla.[3] Bufetový systém však současně vyžaduje přípravu dostatečně široké nabídky předem a může vytvářet významné množství nevydaných přebytků. Zkušenosti z nemocnice Herlev v Dánsku, kde byl původní bufetový systém nahrazen digitálním výběrem stravy „à la carte“, ukazují, že individualizované objednávání umožňuje přesnější plánování produkce a významné omezení potravinového odpadu.[4]

Způsob bufetového výdeje proto nelze volit univerzálně. Před jeho zavedením je třeba zvážit zejména charakter oddělení a strukturu hospitalizovaných pacientů, jejich soběstačnost a schopnost samostatného výběru, prevalenci nutričního rizika a dietních omezení, předpokládaný počet strávníků, rozsah nabídky a možnosti jejího průběžného přizpůsobování skutečné spotřebě.

Specifickou pozornost vyžadují pacienti v nutričním riziku a pacienti s terapeutickými dietami. Jedna ze studií bufetového ukázala, že u pacientů v nutričním riziku byl pouze v 50 % případů objednan odpovídající typ energeticky denzní stravy a přibližně polovina těchto pacientů nedosahovala 75 % své energetické potřeby.[5] Samotná možnost výběru tedy nezaručuje nutriční adekvátnost příjmu. S rostoucím počtem dietních omezení se současně zvyšují nároky na správnou indikaci diety, přehledné značení nabídky, proškolení personálu a cílenou pomoc pacientovi s výběrem.

Významnou roli při plánování a realizaci bufetového výdeje proto zastává nutriční terapeut. Podílí se na nastavení nutričních parametrů nabídky, posouzení vhodnosti systému pro konkrétní skupiny pacientů, značení pokrmů a dietních omezení, edukaci pacientů a personálu i monitorování skutečného nutričního příjmu a potravinového odpadu. Systematický přehled intervencí v nemocničním stravování potvrzuje, že personalizace stravy a aktivní zapojení nutričních terapeutů mohou přispívat současně ke zvýšení nutričního příjmu a snížení potravinového odpadu.[6]

Bufetový výdej může představovat účinný nástroj ke zvýšení příjmu energie a bílkovin a k posílení autonomie hospitalizovaných pacientů, není však univerzálně vhodným způsobem podávání nemocniční stravy. **O jeho úspěchu rozhoduje především správná volba oddělení a cílové skupiny pacientů, vhodně nastavená forma výdeje, rozsah a nutriční složení nabídky, zapojení nutričních terapeutů a průběžné sledování nejen nutričního příjmu, ale také všech složek potravinového odpadu.** Cílem proto nemá být zavedení bufetu samo o sobě, ale vytvoření systému podávání stravy, který současně podporuje dostatečný nutriční příjem, bezpečnost pacientů a efektivní využití potravin.

## Literatura

1. Musters SCW, van Noort HHJ, Bakker CA, et al. *Impact of a surgical ward breakfast buffet on nutritional intake in postoperative patients: A prospective cohort pilot study.* *PLoS One.* 2022;17(4). [doi:10.1371/journal.pone.0267087](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0267087).
2. Hundebøll JH, Magkos F, Wessel I, Rytter A. *An expanded breakfast buffet increases daily energy and protein intakes in hospitalised patients: A prospective crossover quality improvement study.* *Clinical Nutrition.* 2026;64:106753. [doi:10.1016/j.clnu.2026.106753](https://doi.org/10.1016/j.clnu.2026.106753).
3. Williams PG, Walton K. *Plate waste in hospitals and strategies for change. e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism.* 2011;6(6)—e241. [doi:10.1016/j.eclnm.2011.09.006](https://doi.org/10.1016/j.eclnm.2011.09.006).
4. Region Hovedstaden. *Fra køkken til klimastrategi: Hospitalskøkkener i Region Hovedstaden beviser, at klimavenlig mad ikke behøver koste på smag og næring.* Region Hovedstaden; 2026.
5. Hansen MF, Nielsen MA, Biltz C, Seidelin W, Almdal T. *Catering in a large hospital – Does serving from a buffet system meet the patients' needs?* *Clinical Nutrition.* 2008;27(4):666–669. [doi:10.1016/j.clnu.2008.05.004](https://doi.org/10.1016/j.clnu.2008.05.004).
6. Rinninella E, Raoul P, Maccauro V, et al. *Hospital Services to Improve Nutritional Intake and Reduce Food Waste: A Systematic Review.* *Nutrients.* 2023;15(2):310. [doi:10.3390/nu15020310](https://doi.org/10.3390/nu15020310).



## KDYŽ LÉKY MĚNÍ VZTAH K JÍDLU: CO SE DĚJE V TĚLE, HLAVĚ A NA TALÍŘI

**Pavλίna Malá**  
nutriční terapeutka

### Proč se zaměřit na léčbu obezity léky?

Když se řekne vztah mezi potravinami a léčivý, většina z nás si vybaví klasické lékové interakce – grapefruitovou šťávu, warfarin a vitamin K nebo mléčné výrobky v kombinaci s některými antibiotiky. Tyto souvislosti jsou dobře známé a běžně se vyučují. V posledních letech se však objevuje nový rozměr tohoto vztahu. Moderní farmakoterapie obezity totiž neovlivňuje pouze průběh onemocnění, ale také příjem potravy, pocit hladu a sytosti, preference jídel i celkové stravovací chování pacienta. A právě tomuto novému pohledu – kdy léky mění vztah člověka k jídlu – se bude tato přednáška věnovat.

A právě léky dnes zásadně mění to, co jsme dlouho považovali za stabilní parametr – chuť k jídlu.

### Cílem této přednášky je ukázat:

- jak léky ovlivňují příjem potravy,
- co to znamená pro výživu v praxi,
- a jak se mění role nutričního terapeuta v éře farmakologické léčby obezity.

### Obezita je chronické onemocnění

Obezita není jen otázka energie a vůle. Je to chronické, komplexní onemocnění, do kterého vstupuje genetika, prostředí, neuroendokrinní regulace a v posledních letech stále více i farmakoterapie.

### Řízení hladu

Řízení hladu není jen otázkou prázdného žaludku Odpovídá za něj složitá neurohumorální souhra.

Homeostatická regulace = potřeba energie

Hedonická regulace = odměna a chuť

Kognitivní regulace = návyky, emoce, prostředí

Farmakoterapie obezity ovlivňuje všechny tři složky regulace příjmu potravy.

### Skupiny léků

#### 1. GLP-1 agonisté

liraglutid (Saxenda), semaglutid (Wegovy)

- napodobují účinek hormonu GLP-1
- zvyšují pocit sytosti
- snižují příjem potravy

#### 2. Duální agonisté GIP/GLP-1

tirzepatid (Mounjaro)

- působí na dva inkretinové receptory současně
- výraznější efekt na redukci hmotnosti

### 3. Trojití agonisté

retatrutid (ve vývoji)

představují další směr vývoje

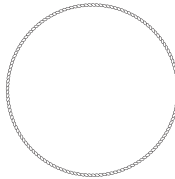
kombinují účinek na GLP-1, GIP i glukagonový receptor a první výsledky studií jsou velmi slibné

GLP -1



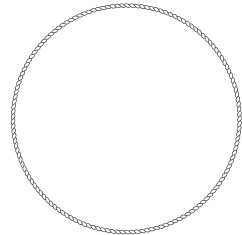
liraglutid (Saxenda)

GLP-1  
GIP



tirzepatid (Mounjaro)

GLP -1  
GIP  
Glukagon



retatrutid/cafraglutid (vývoj)

### Co to znamená pro jídelníček?

Klinický efekt:

- nižší subjektivní hlad
- snížení „food noise“ (myšlenek na jídlo)
- změna preferencí potravin
- nižší odměňující hodnota jídla

Nejde jen o menší hlad, ale o změnu vztahu k jídlu jako odměně. Farmakoterapie obezity mění nutriční logiku.

### Praktické důsledky:

- nižší energetický příjem bez cílené restrikce
- riziko nízkého příjmu bílkovin
- riziko mikronutričních deficitů
- menší tolerance velkých porcí

### Nutriční strategie:

- upřednostňování bílkovin
- nutričně husté potraviny
- malé objemy s vysokou kvalitou
- prevence ztráty svalové hmoty

## Klinický význam – moje zkušenost

V praxi se ukazuje, že změna chuti k jídlu:

- není lineární
- je individuální
- vyžaduje aktivní nutriční intervenci

Setkávám se se:

- snížením příjmu energie bez snahy pacienta „držet dietu“
- změnou struktury jídelníčku
- někdy až nevědomě vynechávání jídel

Problém: pacienti „jedí méně“, ale ne vždy „jí kvalitněji“

## Kazuistika

Dospělý pacient (49) s DM2 + obezita, vstupní BMI - 51, 24

Cíle: zlepšení glykemie + redukce hmotnosti

Terapie: nasazen cafraglutid v rámci klinického (výzkumného) sledování

Výchozí stav: vysoký energetický příjem, preference energeticky denzních potravin, nepravidelné stravování, silná chuťová reaktivita

Změny po léčbě: snížení hladu, rychlá sytost, zmenšení porcí, změna preferencí (často méně sladké/tučné), nižší „food craving“

Nutriční intervence: zavedení proteinového základu jídel, menší, pravidelnější porce, edukace o nutriční hustotě, prevence ztráty svalové hmoty (+změření na Inbody)

Výsledek: BMI= 45,4 + cítí se lépe, pohybuje se svižněji, lépe se mu dýchá

4.8.2025 - HbA1c 68,7 mmol/l

4.6. 2026 - HbA1c 55 mmol/l

## Role nutričního terapeuta

Role NT se v této éře mění. Dříve: redukce energie, edukace diety. Teď se posouvá důraz k: řízení kvality stravy při nízkém apetitu, prevence malnutrice, ochrana svalové hmoty, práce s chováním, ne jen s kaloriemi

## Závěr

Farmakoterapie obezity zásadně mění vztah člověka k jídlu. Porozumění těmto změnám je důležité nejen pro lékaře a nutriční terapeuty, ale i pro všechny odborníky, kteří se podílejí na prevenci a léčbě obezity. Léky mohou snížit chuť k jídlu, ale nenahrazují nutriční kompetenci. I při farmakologicky indukované redukci hmotnosti zůstává kvalita stravy plně v rukou nutriční péče – a měla by jím být od začátku.

## Literatura:

1. European Association for the Study of Obesity (EASO). *Management of Obesity in Adults: European Clinical Practice Guidelines*. Nature Medicine, 2025
2. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 8. Obesity and Weight Management for the Prevention and Treatment of Diabetes: Standards of Care in Diabetes—2026. *Diabetes Care*. 2026;49(Suppl 1):S166–S182
3. Wilding JPH, Batterham RL, Calanna S, et al. Once-Weekly Semaglutide in Adults with Overweight or Obesity. *New England Journal of Medicine*. 2021;384:989–1002
4. Morton GJ, Meek TH, Schwartz MW. Neurobiology of food intake in health and disease. *Nature Reviews Neuroscience*. 2014;15:367–378
5. Jastreboff AM et al. (2022) Tirzepatide Once Weekly for the Treatment of Obesity
6. Wilding JPH et al. (2022) Weight regain and cardiometabolic effects after withdrawal of semaglutide
7. Drucker DJ. (2018) Mechanisms of Action and Therapeutic Application of Glucagon-like Peptide-1





## STRAVOVÁNÍ OSOB VE VÝKONU TRESTU V ČESKÉ REPUBLICE

Izabela Neubauerová, Jolana Rambousková

Ústav hygieny, 3. lékařská fakulta, Univerzita Karlova

### Úvod

Stravování představuje jednu ze základních biologických potřeb člověka a současně je významným faktorem, který ovlivňuje jeho zdravotní stav, psychickou pohodu a kvalitu života. V prostředí výkonu trestu odnětí svobody získává tato oblast specifický význam, protože vězněné osoby jsou při zajišťování každodenní stravy téměř plně závislé na instituci. Jídlo zde navíc nepředstavuje pouze zdroj energie a živin, ale také jeden z pevných bodů denního režimu a důležitý psychosociální faktor.

Podle zákona č. 169/1999 Sb., o výkonu trestu odnětí svobody, musí být odsouzeným poskytována pravidelná strava odpovídající požadavkům na udržení zdraví, jejich věku, zdravotnímu stavu a náročnosti vykonávané práce. Systém vězeňského stravování proto rozlišuje několik stravních norem a léčebných diet. Jeho praktická podoba je však ovlivněna zejména stanovenými finančními limity, velkokapacitní přípravou pokrmů, bezpečnostními požadavky a provozními možnostmi konkrétního vězeňského zařízení.

Výživa může mít v podmínkách vězeňství rovněž širší psychosociální význam. Zahraniční studie poukazují na souvislosti mezi kvalitou výživy, psychickým stavem a chováním vězněných osob. Některé studie například zaznamenaly po podávání vitaminů, minerálních látek a esenciálních mastných kyselin snížení výskytu agresivního nebo antisociálního chování. Systematické hodnocení současných poznatků však upozorňuje také na rozdílnou kvalitu dostupných studií a potřebu dalšího výzkumu.

Cílem práce bylo zmapovat systém stravování osob ve výkonu trestu v České republice a zjistit, jak odsouzení subjektivně vnímají kvalitu, chuť, pestrost a dostatečnost poskytované stravy. Dalšími cíli bylo identifikovat nejčastěji vnímané nedostatky jídelničky, posoudit subjektivně vnímaný vliv stravy na psychickou pohodu a zjistit postoje odsouzených k případnému působení nutričního terapeuta ve věznici.

### Metodika

Empirická část práce byla založena na anonymním dotazníkovém šetření realizovaném od poloviny února do 7. dubna 2026. Výzkum probíhal ve Vazební věznici a Ústavu pro výkon zabezpečovací detence Praha Pankrác a ve Věznici Pardubice. Výzkumný soubor tvořilo celkem 110 mužů ve výkonu trestu, z toho 80 respondentů z věznice Praha Pankrác a 30 respondentů z Věznice Pardubice.

Dotazník byl distribuován v papírové podobě prostřednictvím vychovatelů jednotlivých ubytoven. Respondenti byli vybíráni náhodně, bez cíleného zaměření na konkrétní věkovou, zdravotní nebo pracovní skupinu. Dotazník obsahoval 19 otázek rozdělených do čtyř oblastí: základní charakteristika respondentů, hodnocení vězeňské stravy, subjektivní pocity a zkušenosti a celkové shrnutí. Uzavřené otázky byly vyhodnoceny pomocí absolutních a relativních četností. Otevřené textové odpovědi byly následně kvalitativně kategorizovány.

Informace o organizaci stravovacího provozu, sestavování jídelniček, léčebné výživě a úloze nutričního terapeuta byly doplněny polostrukturovanými rozhovory s nutričními terapeutkami působícími ve věznici.

## Výsledky

Výsledky ukázaly převládající kritické hodnocení vězeňského stravování. Celkem 58,2 % respondentů uvedlo, že se stravou nespokojeno. Za spíše spokojené se označilo 36,4 % respondentů a pouze 4,55 % bylo velmi spokojeno. Při celkovém hodnocení pomocí školní známky dosáhla vězeňská strava průměrné známky 3,68. Nejčastěji respondenti udělovali známku 3 nebo 4, zatímco nejlepší možné hodnocení se vyskytovalo pouze ojediněle.

Za jednotvárnou označilo stravu 63,6 % respondentů a za málo pestrou dalších 32,7 %. Pouze 2,73 % dotázaných vnímalo stravu jako pestrou. Celkem 60,9 % respondentů uvedlo, že se stejná jídla opakují přibližně jednou týdně, a 17,3 % vnímalo jejich opakování dokonce několikrát během jednoho týdne. Výsledky představují subjektivní hodnocení odsouzených; úplné archivy skutečně podávaných jídelníků nebyly pro ověření odpovědí dostupné.

Nejčastěji postrádanou složkou stravy bylo ovoce, které uvedlo 80,0 % respondentů. Následovala zelenina se 71,8 %, maso se 64,6 % a mléko a mléčné výrobky s 54,6 %. Pouze pět respondentů, tedy 4,6 %, uvedlo, že jim v jídelníčku žádná složka nechybí (viz Tabulka).

| Složka stravy          | Počet respondentů | Podíl respondentů |
|------------------------|-------------------|-------------------|
| Ovoce                  | 88                | 80,0 %            |
| Zelenina               | 79                | 71,8 %            |
| Maso                   | 71                | 64,6 %            |
| Mléko a mléčné výrobky | 60                | 54,6 %            |
| Pečivo                 | 22                | 20,0 %            |
| Jiné složky            | 19                | 17,3 %            |
| Přílohy                | 13                | 11,8 %            |
| Nic mi nechybí         | 5                 | 4,55 %            |

### Tabulka: Nejčastěji postrádané složky vězeňské stravy

Více než polovina respondentů, konkrétně 53,6 %, považovala velikost porcí za nedostatečnou. Tomu odpovídaly také subjektivní pocity po jídle. Pouze 26,4 % dotázaných uvedlo, že se po jídle cítí nasyceno. Celkem 45,5 % se cítilo trochu hladových a 27,3 % vyložené hladových.

Zdravotní potíže, které respondenti subjektivně spojovali s vězeňskou stravou, uvedlo 38,2 % dotázaných. Mezi 42 respondenty, kteří potíže zaznamenali, se nejčastěji objevovaly průjemy a střevní obtíže, bolesti žaludku a břicha, další zažívací potíže a pálení žáhy. Vzhledem k absenci klinického vyšetření nebo laboratorní analýzy stravy však nelze potvrdit příčinnou souvislost mezi podávanými pokrmy a popsányými zdravotními obtížemi. Jedná se výhradně o subjektivní výpovědi respondentů.

Výrazný byl subjektivně vnímaný vliv stravy na psychickou pohodu. Přímý vliv stravy na svoji náladu uvedlo 50,0 % respondentů a dalších 29,1 % jej vnímalo alespoň částečně.

Přítomnost nutričního terapeuta ve věznici by jako užitečnou vnímalo 68,2 % respondentů. 20,8 % respondentů nedokázala potřebnost odborníka posoudit a pouze 10,0 % se domnívalo, že by jeho působení přínosné nebylo. Výsledky poukazují na zájem odsouzených o výraznější odborný dohled nad stravováním a možnost konzultovat individuální nutriční nebo zdravotní potřeby.

## Závěr

Výsledky studie ukázaly převládající nespokojenost respondentů s vězeňskou stravou. Kritické připomínky se týkaly především nedostatečné pestrosti jídelníčku, častého opakování pokrmů, nedostatku čerstvého ovoce a zeleniny, chuti jídel a nedostatečného pocitu nasycení. Významná část respondentů současně vnímala souvislost mezi stravou a svojí náladou nebo psychickou pohodou.

Získané výsledky nelze interpretovat jako objektivní hodnocení nutriční kvality pokrmů ani plošně zobecnit na všechny vězňice v České republice. Výzkum probíhal pouze ve dvou zařízeních a byl založen převážně na subjektivních odpovědích odsouzených, které mohly být ovlivněny také celkovou frustrací z pobytu ve vězení. Nebyly provedeny laboratorní analýzy podávané stravy ani klinické ověření uváděných zdravotních komplikací.

Přesto odpovědi identifikují konkrétní problémové oblasti a mohou představovat podklad pro další hodnocení systému. Za vhodné lze považovat zejména zvýšení pestrosti jídelníčků, dostupnosti čerstvého ovoce a zeleniny a posílení odborné nutriční péče. Stravování ve věznicích by nemělo být vnímáno pouze jako technické zajištění energetických potřeb, ale také jako součást ochrany zdraví, prevence onemocnění a podpory psychické stability vězněných osob.

## Literatura

1. Council of Europe. (2002). CPT standards (CPT/Inf/E (2002) 1 – Rev. 2011). European Committee for the Prevention of Torture and Inhuman or Degrading Treatment or Punishment. <https://www.justice.gov.sk/dokumenty/2021/05/CPTstandards.pdf>
2. Generální ředitelství Vězeňské služby České republiky. (2024). Příloha č. 1 k nařízení generálního ředitele č. 02/2024 o stravování. <https://www.vs.gov.cz/media/organizacni-jednotky/generalni-reditelstvi/dotazy-podle-106/priloha-c-1-ngr-02-2024-o-stravovani.pdf>
3. Gesch, C. B., Hammond, S. M., Hampson, S. E., Eves, A., & Crowder, M. J. (2002). Influence of supplementary vitamins, minerals and essential fatty acids on the antisocial behaviour of young adult prisoners. *The British Journal of Psychiatry*, 181(1), 22–28. <https://doi.org/10.1192/bjp.181.1.22>
4. Poulter, M., Coe, S., Graham, C. A.-M., Leach, B., & Tammam, J. (2024). A systematic review of the effect of dietary and nutritional interventions on the behaviours and mental health of prisoners. *British Journal of Nutrition*, 132(1), 77–90. <https://doi.org/10.1017/S0007114524000849>
5. Vězeňská služba České republiky. (2015). Nařízení generálního ředitele č. 7/2015 o léčebné výživě a nutričních terapeutech ve Vězeňské službě České republiky. <https://www.vs.gov.cz/media/organizacni-jednotky/generalni-reditelstvi/dotazy-podle-106/priloha-c-2-ngr-7-2015-o-lecebne-vyzive-a-nutricnich-terapeutech-ve-vs-cr.pdf>
6. Zaalberg, A., Nijman, H., Bulten, E., Stroosma, L., & van der Staak, C. (2010). Effects of nutritional supplements on aggressive and antisocial behavior in young offenders. *Aggressive Behavior*, 36(2), 117–126. <https://doi.org/10.1002/ab.20336>
7. Zákon č. 169/1999 Sb., o výkonu trestu odnětí svobody a o změně některých souvisejících zákonů. (1999). Sbirka zákonů České republiky. <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-169>

**A** **VLIV HISTAMINOVÉ A LAKTÓZOVÉ INTOLERANCE NA KVALITU ŽIVOTA****Ela Škorňová<sup>1</sup>, Daniela Hrnčířová<sup>2</sup>**<sup>1</sup>3. interní klinika 1. LF UK a VFN v Praze, 1. lékařská fakulta, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika<sup>2</sup>Ústav hygieny, 3. lékařská fakulta, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika

Práce se zabývá vlivem histaminové a laktózové intolerance na kvalitu života. Cílem bylo porovnat kvalitu života žen s histaminovou intolerancí, laktózovou intolerancí a jejich současným výskytem a posoudit, do jaké míry tyto intolerance ovlivňují každodenní život.

Výzkum byl realizován formou kvantitativního dotazníkového šetření. Výzkumný soubor tvořilo 81 žen starších 18 let s diagnostikovanou histaminovou intolerancí, laktózovou intolerancí nebo kombinací obou diagnóz. Respondentky byly rozděleny do tří skupin podle typu intolerance. Ke zhodnocení kvality života byla použita česká validovaná verze dotazníku Food Intolerance Quality of Life Questionnaire - Adult Form (FIQLQ-AF), která hodnotí tři oblasti kvality života: Emocionální dopad, Sociální a dietní omezení a Reakce a vyhybání se. Pro statistické porovnání jednotlivých skupin byl využit Kruskalův-Wallisův test.

Ve všech třech sledovaných skupinách bylo nejvyšší průměrné skóre zaznamenáno v doméně Reakce a vyhybání se (histaminová intolerance  $5,24 \pm 1,43$  bodů, laktózová intolerance  $4,86 \pm 1,10$  bodů, kombinace obou intolerancí  $5,16 \pm 1,41$  bodů), což naznačuje, že právě tato oblast představuje pro respondentky největší zátěž. Naopak nejnižší hodnoty byly zjištěny v doméně Sociální a dietní omezení. Doména Emocionální dopad dosahovala ve všech skupinách srovnatelných hodnot. Statistická analýza neprokázala mezi skupinami statisticky významné rozdíly v žádné z hodnocených domén (Emocionální dopad:  $p = 0,712$ ; Sociální a dietní omezení:  $p = 0,650$ ; Reakce a vyhybání se:  $p = 0,347$ ).

Výsledky naznačují, že kvalita života žen s histaminovou a laktózovou intolerancí je významně ovlivněna především nutností dlouhodobě dodržovat dietní opatření, věnovat zvýšenou pozornost výběru potravin a přizpůsobovat každodenní stravovací návyky. Typ diagnostikované intolerance přitom nehraje z hlediska míry ovlivnění kvality života statisticky významnou roli. Získané poznatky poukazují na potřebu komplexního přístupu k péči o pacienty s potravinovými intolerancemi, který vedle dietních doporučení zohledňuje také psychosociální aspekty života a podporu při zvládání onemocnění.

**Klíčová slova:**

histaminová intolerance, laktózová intolerance, kvalita života, FIQLQ-AF, dietní opatření.





## SÍLA STŘEVNÍHO MIKROBIOMU A TRANSPLANTACE STOLICE

**Jakub Jarý**

Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem

Průjmy spojené s přemnožením toxigenních kmenů *Clostridioides difficile* v tlustém střevě, představují celosvětově nejčastější průjemové onemocnění vznikající během hospitalizace. Mezi faktory, které mohou ovlivňovat rozvoj onemocnění, nejčastěji patří stav po léčbě antibiotiky (zejména aminopeniciliny, cefalosporiny, linkosamidy, fluorochinolony). Dalšími faktory rovněž mohou být například stavy po nitrobrříšních operacích. Důležitou roli v rozvoji onemocnění může hrát též vysoký věk spojený s polymorbiditou, dlouhodobý pobyt na lůžku, nebo základní onemocnění maligními tumory či ulcerózní kolitidou.

Celkem ve střevě žije asi 500 druhů mikroorganismů. Dominantními mikroorganismy v tlustém střevě jsou bakterie, ty ve výsledku tvoří 60 % hmotnosti stolice. Odhaduje se, že se skládá z asi 2800 bakteriálních druhů, z nichž většina žije v tlustém střevě (viz tabulka č.1). Mimo bakterie jsou častými mikroorganismy ve střevech i různé houby, prvoci a viry. Mikroorganismy ve střevě mají funkci ochrannou (společenství bakterií působí protektivně proti kolonizaci patogeny), metabolickou (syntéza vitamínů, fermentace uhlovodíků, podílejí se na metabolismu žluči) a také jsou nezbytné v procesu vyžrávání a modulaci imunitního systému. Jednou cestou rozvoje klostridiové kolitidy může být užívání některých ATB (viz výše), díky kterému může dojít ke změně v zastoupení jednotlivých druhů, zvláště k nedostatku kmenů *Bacteroidetes* a *Firmicutes*, které ve zdravém střevě převládají, zároveň se zvyšuje podíl oportunních kmenů – *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Enterococcus faecalis*. To může predisponovat pacienta k uchycení spór a kolonizaci střeva *Clostridioides difficile*, což dále zhorší podmínky ve střevě a potencuje další dysbalanci. Udává se, že asi 5 % dospělé populace je bezpříznakově osídleno *Clostridioides difficile*. Také u více než 50 % novorozenců se *Clostridioides difficile* vyskytuje jako součást střevní flóry. Vliv na rozvoj klostridiové kolitidy má mimo jiné i typ výživy novorozence. U kojenců krmených umělými mléčnými formulemi byl zjištěn ze stolic až čtyřnásobně vyšší počet kolonií *Clostridioides difficile* než u kojenců dětí, což je připisováno imunoglobulinové frakci přítomné v mateřském mléce, která brání navazování toxinů A a B na jejich receptory. U starších dětí dochází k rozvoji onemocnění velmi zřídka, což se dá vysvětlit nepřítomností specifických receptorů vázících toxin A.

Transplantace fekální mikroflóry (FMT) sestává z podání stolice od zdravého dárce do zaživacího traktu pacienta za účelem léčby specifického onemocnění spojeného se změnou střevního mikrobiomu. Velké množství studií, včetně randomizovaných kontrolovaných studií a metaanalýz prokázaly jasný důkaz o tom, že FMT je vysoce účinnou léčbou proti rekurentní infekci bakteriemi *Clostridioides difficile*. Vzhledem k rostoucí prevalenci, závažnosti a úmrtnosti této infekce, hraje FMT terapeutickou roli a je proto důležitá pro záchranu lidských životů a snížení ekonomické zátěže zdravotní péče. FMT se v současnosti nejvíce využívá při komplexní léčbě recidivující klostridiové kolitidy, a to svádí k představě, že FMT může působit jako alternativa antibiotické léčby. Ve skutečnosti je však účinek FMT přesně opačný než účinek antibiotik. Úkolem antibiotické léčby je usmrtit nebo aspoň zneškodnit patogenní bakterie v lidském organismu, zatímco smyslem FMT je osídlit střevní trakt novými živými bakteriemi. Svou podstatou je fekální bakterioterapie podstatně bližší probiotické léčbě, ale ani tyto dva léčebné postupy nelze směšovat. Základní rozdíl spočívá v tom, že probiotické přípravky obsahují jen jeden nebo několik druhů mikroorganismů, avšak v extraktu stolice jsou přítomny stovky druhů mikrobů, ve vyváženém vzájemném poměru. Pomocí FMT se tedy přenáší z dárce na příjemce vzorek komplexního střevního ekosystému. To je hlavní příčina vyšší účinnosti FMT ve většině společných indikací. Kromě toho se obě metody odlišují i tím, že celkové množství mikroorganismů podaných v jedné dávce probiotik je více než tisíckrát menší než při FMT. Fekální bakterioterapii v ČR jako první zavedli v letech 2009–2010 do klinické praxe infektologové ve Fakultní nemocnici v Brně.

## VIROM A JEHO VÝZNAM VE ZDRAVÍ A NEMOCI

Petr Šíma

Laboratoř imunoterapie, Mikrobiologický ústav, Česká akademie věd, Praha

*Věnováno vzpomínce na organizátory a dlouholeté přispěvatele této Konference:*

*Stanislava (Standu) Hrubého, Jana (Honzu) Ševčíka, Bohumila (Bobana) Turka a Igo Kajabu*

*"... všechny nemoci začínají ve střevě."  
Hippokratés z Kósu (cca 460 – cca 370 př. n. l.)*

### Souhrn

Problematika střevního mikrobiomu a její dopad na lidské zdraví je už po řadu let v popředí zájmu jak odborníků, tak laiků. Řada studií prokázala, že složení mikrobiomu a metabolické produkty mikroorganismů, které jej obývají, přímo či nepřímo ovlivňují činnost orgánů a orgánových systémů makroorganismu, včetně neuroendokrinních a imunitních. Pod pojmem mikrobiom se nejčastěji rozumí bakteriální druhy, které jsou v něm zastoupeny a víceméně se opomíjí druhy virů, kterých mikrobiom obsahuje několikanásobně více. Záměrem tohoto sdělení je upozornit na zdravotní význam viromu, o němž doposud máme jen velmi málo informací.

### Klíčová slova:

mikrobiota, mikroflóra, mikrobiom, virom, fagom, quorum sensing, quorum quenching, eubióza, dysbióza, endogenní virové elementy, viroid, obelisky

### Úvod

#### Malé připomenutí významu mikrobiomu

Intenzivní zájem o úlohu mikrobiomu ve spojitosti se zdravím nastal na počátku 20. století a je spojen se jménem objevitele fagocytózy I. I. Mečnikova (1845–1916) (Nobelova cena 1908), který doporučoval k podpoře zdraví a tím k prodloužení života bakterie mléčného kvašení už od starověku používané ke konzervaci potravin a k léčbě střevních zánětů.

Střevní mikrobiom hraje významnou roli v udržování zdraví (1). Složení a aktivita střevní mikrobioty se také podílejí na trávení a zpracování potravin a produkci vitamínů a dalších důležitých látek. Ovlivňuje průběh mnoha onemocnění, od nesdělných gastrointestinálních dysfunkcí přes diabetes 2, kardiovaskulárních, neuropsychologických a nádorových onemocnění až po nemoci sdělné, infekční (2, 3, 4, 5, 6).

#### Upřesnění pojmů

V posledních letech došlo k významnému posunu našich názorů na úlohu mikrobů kolonizujících lidský organismus, co se týče jejich vlivu na jeho celkovou funkční aktivitu a zdravotní stav. Tato vysoce komplexní mikrobiální společenství se nacházejí na kůži a na vnitřních slizničních rozhraních (dýchací cesty, cévní soustava, trávicí a genitourinární trakt, spojivka) (7). Zahrnují patogenní i nepatogenní viry, prokaryota jako jsou bakterie a archea (dříve archeobakterie), a také eukaryotické mikroorganismy, houby, plísně a prvky. Jsou souborně označovány jako **mikrobiota** nebo **mikroflóra**. Dnes se používá přesnější termín **mikrobiom**. V mnoha odborných pojednáních se velmi často uvádí, že pojmy „mikrobiota“ a „mikrobiom“ byly zavedeny v roce 2001

J. Lederbergem (1925–2008) (8)., nositelem Nobelovy ceny (1958) za objev konjugace bakterií (9). Toto tvrzení však neodpovídá historické pravdě. Poprvé se objevuje ve francouzské odborné literatuře už v padesátých letech minulého století a J. Lederberg ho pouze zpopularizoval (10, 11).

Analogicky k termínu mikrobiom označuje termín **virom** společenství různých typů virů a endogenních virových elementů nacházejících se v mikrobiomu (12).

## Viromy planety

Viry hrají důležitou roli v evoluci a v koloběhu mezi biosférou a zemskou kůrou. Jsou všudypřítomné ve všech biotopech včetně suchých a polárních oblastí (pouště, permafrost) v atmosféře, půdě, slaných, sladkých a termálních vodách, a také ve všech živých organismech. Představují vektory horizontálního přenosu genetické informace (výměny genů) mezi všemi živými organismy a tvoří nedílnou součást planetárního pangenomu (genů všech organismů žijících na Zemi).

Viry jsou nejmenší biologické entity, s odhadovaným celkovým počtem až 1031 částic (13). Některé z nich jsou velmi sofistikované jako obří DNA viry se specifickou imunitou podobnou bakteriálnímu imunitnímu systému CRISPR, která je zaměřena proti jejich virovým a subvirovým parazitům (tzv. virofágům).

## Střevní virom člověka

Viry osídlující člověka mají v různých tělních lokalitách svá charakteristická a různě početná společenstva. Např. v krevním viromu zdravých lidí se nacházejí herpesviry, anelloviry, papilomaviry, polyomaviry, adenoviry, parvoviry a pegiviry (14, 15), ale nejvyšší hustota a nejvíce druhů virů obsahuje trávicí trakt a výkaly. Společná, po miliony let trvající koevoluce člověka s viry dala vznik specifickému biotopu, střevnímu viromu, který představuje jeden z nejsložitějších ekosystémů na Zemi.

Střevní virom je v populaci lidí vysoce heterogenní a jeho skladba závisí nejen na geografickém prostředí a klimatu, urbanizaci, etnické příslušnosti, religiozitě, životním stylu a zvycích, ale hlavně na složení stravy a věku.

## Průběh kolonizace střevního viromu

Viry kolonizují střevo až po narození. V mekoniu nebyly žádné viry zjištěny. Ale už po týdnu už dosahuje počet virových částic ve stolici 108/g. Pocházejí především od matky, pak také z potravy a z okolního prostředí (16), které se stávají jejich hlavním zdrojem. Ve vzorcích stolice zdravých lidí už lze prokázat různé druhy rostlinných a živočišných virů a také druhy komenzálních či patogenních virů jednobuněčných eukaryotických organismů jako jsou prvoci, řasy, či hlenovky a také mnohobuněčných hub a plísňů žijících ve střevech. Strava proto představuje důležitý environmentální faktor, který může maskovat a měnit výsledky klinických vyšetření i metagenomických studií vzorků stolice.

## Mezidruhové interakce mezi viry, baktériemi a makroorganismem

Jednotlivé druhy mikroorganismů reagují na změny prostředí a vyměňují si informace nejen mezi sebou, ale také komunikují s buňkami makroorganismu prostřednictvím řady chemicky rozmanitých signálních molekul (tzv. quorum sensing (QS) (17). Díky QS bakterie monitorují své počty v prostředí (18). QS indukuje změny v genové expresi druhů vyskytujících se v mikrobiomu, což vede k produkci tří typů signálních molekul, tzv. autoinduktorů odlišných jak strukturou, tak mechanismem svého působení. Jako příklady lze uvést autoindukující peptidy (AIP), acylhomoserinové laktony (AHL), auto-induktor 2 (AI-2) (19). Tyto regulační faktory významně ovlivňují počty mikrobiálních jedinců a jejich vzájemné podíly zastoupených v mikrobiomu, a zároveň jejich funkční expresi, což má vliv na celovou reaktivitu tkání makroorganismu (20). Opačně působí mechanismus označovaný jako quorum quenching (QQ), kdy je aktivita autoinduktorů inhibována, protože došlo buď k zástavě jejich tvorby nebo k jejich navázání na odpovídající receptory, anebo jejich degradaci, takže komunikace mezi mikroby a eukaryotními buňkami mikroorganismu jsou

přerušeny (21). QQ tak blokuje QS systém, čímž omezuje případně až inhibuje bakteriální genovou expresi a tím potlačuje funkční aktivitu bakterií. Z tohoto pohledu se nabízí využít QQ systém jako alternativní možnost regulovat bakteriální biofilmy a omezit šíření bakteriemi vyvolaných infekcí, např. v akvakulturách, v zemědělství, v potravinářském průmyslu, ale i medicíně (22).

Kooperativní systém QS/QQ je základem pozitivních (od neutralismu ke komensalismu) a negativních (od antibiomy k parazitismu) symbiotických vztahů jak uvnitř mikrobiomu, tak mezi mikrobiomem a makroorganizmem, jak je definoval A. de Bary již v roce 1879 (23).

Biochemická aktivita mikrobiálních enzymů může mít pro organismus pozitivní i negativní dopady. Pokud je složení mikrobiálních druhů vyvážené, což pozitivně ovlivňuje zdraví, nazývá se tento stav jako eubióza. Naopak, z jakéhokoli důvodu je jejich skladba narušena, pak na zdraví působí negativně a takovýto stav se označuje jako dysbióza. V mnoha pracích se uvádí, že to byl I. I. Mečnikov, kdo pro popis nerovnováhy mezi střevními komenzálními a patogenními bakteriemi použil termín dysbióza jako první (24, 25). Pravda je, že jej však nikdy nezmínil. Pouze střevní rezidentní bakterie rozdělil podle jejich účinků na patologické a normální (26). Jde o podobný historický omyl, jak už bylo zmíněno výše s použitím termínů mikrobiom a mikrobiota J. Lederbergem. Termínu dysbióza se objevuje poprvé v roce 1920, kdy německý nutriční poradce C. A. Scheunert studoval vztah mezi střevní „flórou“ a zánětem kostí u koní (27).

Obecně lze konstatovat, že interakce mezi viry, bakteriemi a makroorganizmem jsou značně složité. Je pravda, že viry žádné molekuly natož autoinduktory neprodukují, ale díky své vysoké molekulární různorodosti a komplexitě mohou být vazebným cílem produktů jiných prokaryotních či eukaryotních mikroorganismů obývajících střevní biocenózu a pozměňovat tak celkovou aktivitu mikrobiomu. Navíc je třeba vzít rovněž do úvahy, že díky osobitě skladbě střevního viromu u jednotlivých osob se jeho funkce mohou značně odlišovat. Vyvážené konfigurace střevního viromu jsou klíčové pro udržení zdravého celého střevního mikrobiomu, zatímco dysbióza střevního viromu může jedince předurčovat k jakémukoliv onemocnění. Přesně zaměřené ovlivňování střevního viromu až uží nutriční, či léky proto představuje slibnou perspektivu pro klinickou diagnostiku i celkovou terapeutickou intervenci.

## Některé doposud zjištěné druhy virů a virových elementů ve střevním viromu

Teprve díky rychlému rozvoji metagenomického sekvencování za posledních 25 let jsme získali více znalostí o množství a druhů virů ve viromu člověka. Jednotlivá společenství virů se druhově odlišují a mají své charakteristické složení v gastrointestinálním a urogenitálním traktu, dýchací a krevní oběhové soustavě a v kůži (13).

Prozatím máme nejvíce znalostí o střevním viromu. Zjištěné virové sekvence se ukládají do databázi GenBank a Refseq Národního Centra Biotechnologických Informací (NCBI) v USA. Nedávná studie oznámila aktualizovanou sbírku střevních virových linií nazvanou Metagenomic Gut Virus (MGV), která katalogizovala na 190 000 virových genomů a odhadla 54 118 virových druhů (28). Jsou v něm zahrnuty jedno – i dvoudlávkové DNA a RNA viry. Počty virů v mikrobiomu dospělého člověka dosahují řádově 1012–1013 na jednotlivce a odpovídá v podstatě počtům bakterií (12, 29). Metagenomické sekvencování potvrdilo v lidském viromu přítomnost bakteriofágů (1013) tvořících fagom (či fageom) (30, 31), dále archeálních virů, tedy virů infikujících Archaea (archebaktérie) (32) a virů infikujících eukaryotické buňky.

Velmi důležitou součástí viromu zejména ze zdravotního hlediska tvoří genetické sekvence virového původu, které mají schopnost se inkorporovat do chromozomů eukaryotických buněk hostitele. Tyto sekvence mohou měnit expresi jejich genů, a dokonce vytvářet infekční endogenní virové elementy, jako jsou profágy a endogenní retroviry (Human Endogenous RetroVirus – HERV) (33). Jsou to vlastně pozůstatky virových infekcí, které v průběhu antropogeneze postihovaly člověka. (34). Jejich počty jsou odhadovány téměř na 105 a zaujímají téměř 8% DNA (35).

Zcela nedávno byly identifikovány v střevním viromu zcela nové RNA viroidům podobné elementy, které byly nazvány obelisky. Fungují jako autonomní replikony (úseky RNA či DNA), jež kódují samo se štepící ribozymy (RNA enzymy) a dosud neznámou

a necharakterizovanou proteinovou rodinu – obliny. Tyto tyčinkovité elementy představují nejmenší známé autonomní RNA replikony objevené v živočišných ekosystémech (36). Ukázalo se, že mohou vykonávat mnoho základních životních funkcí. Jejich objev naznačuje existenci RNA biosféru počátků evoluce života na Zemi, nově definuje minimální genomy a nabízí nové poznatky nejen o evoluci RNA, stejně jako o interakci hostitele a mikroba (37).

Jak vyplývá z uvedeného, je samozřejmé, že není možno definitivně shrnout všechny druhy virů a virových elementů, protože velmi rychle dochází k novým objevům. Proto následující tabulka slouží jen k základní orientaci a uvádí jen ty nejvýznamnější virové taxony včetně některých virových elementů vyskytujících se ve střevním viromu.

## Příklady druhů virů a virových elementů nacházejících se ve viromu člověka

|                                                                                                          |                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Bakteriální viry (bakteriofágy, fageom)</b><br>Kaudoviry*<br>Mikroviry<br>Duplodnaviry<br>Varidnaviry | <b>Eukaryotické RNA viry</b><br>roslinné viry<br>Sapoviry<br>Statoviry<br>Rotaviry<br>Koronaviry<br>Pikobirnaviry |
| <b>Archeální viry</b>                                                                                    | <b>Endogenní virové elementy</b><br>(profágy a endogenní retroviry, HERV)                                         |
| <b>Eukaryotické DNA viry</b><br>Anelloviry<br>Herpesviry<br>Adenoviry<br>Cirkoviry<br>Parvoviry          | <b>Viroidy</b><br>RNA elementy<br>obelisky                                                                        |

\*) v r. 2021 rozděleny Mezinárodní komisí pro taxonomii virů (ICTV) na šest nových čeledí (Ackermannviridae, Chaseviridae, Herelleviridae, Demerecviridae, Drexelviriidae a Autographiviridae (38).

## Virom ve zdraví a nemoci

Jedny z prvních virů nalezených v séru, slinách a střevech krátce po narození a ve vzorcích stolice zdravých dětí jsou anelloviry a pikobirnaviry. Jsou to pravděpodobně komenzální viry (jako fágy). mající také jiné hostitele (savce i ptáky) (15).

Pro představu, jak složitá může být problematika některých virů obývajících virom člověka, stojí za to se zmínit podrobněji o Torque-Teno viru (TTV) náležejícího mezi anelloviry. V roce 1997 byl publikován článek s názvem „Nový DNA virus (TTV) spojený se zvýšenými hladinami transamináz v posttransfuzní hepatitidě neznámé etiologie“ (39). TTV zde byl poprvé popsán jako nový virus hepatitidy, a pojmenoval se podle iniciál japonského pacienta s nevysvětlenou posttransfuzní hepatitidou. V roce 2004 byl jeho název upraven na Torque-Teno Virus (z lat. torques náhrdelník a tennis tenký), protože ho připomínal svým tvarem. Ukázalo se, že TTV se vyvinul z nového viru hepatitidy až se postupně začlenil do lidského viromu (29). Vyskytuje se až u 98% populace (40). V podstatě se nikterak neprojevuje, ale jeho snížené, či zvýšené množství může naznačovat nějaký patologický

stav. Proto je TTV důležitým ukazatelem pacientovy imunitní kapacity a může být využit jako epidemiologický marker. Od první identifikace TTV bylo mnoho podobných virů nalezeno a rovněž klasifikováno u většiny zdravých lidí. Zvláštní pozornost si zaslouží i to, že jsou zcela běžné koinfekce s více druhy virů, jež nejsou doposud plně charakterizovány. Dalšími taxony virů ať už patogenních, či komenzálních vyskytujících se ve viromu člověka (a také zvířat) jsou nedávno definované RNA statoviry (41), které jsou fylogeneticky příbuzné s jinými RNA viry, jako jsou rostlinné tombusviry nebo flaviviry, vyvolávající řadu onemocnění jako encefalitidy a hemoragické horečky. K DNA virům pak patří parvoviry (např. parvovirus B19 vyvolávající tzv. „pátou nemoc“) a k nim náležející taxony jako bokaviry a dependoviry.

Ne všechny patogenní viry nalezené ve stolici však vyvolávají onemocnění. Některé druhy způsobují jen mírné infekce trávicího traktu. Kontaminace stolice koronavirem covid -19 přetrvávala i po vyléčení infekce a vymizení viru z dýchacích cest (42). Např. virus mírné skvrnitosti pepře tobamovirus PMMoV 138 ze skupiny virů tabákové mozaiky běžně se vyskytující v pepři je nejčastějším rostlinným virem v lidské stolici, a i po průchodu trávicím traktem si zachovává infekčnost. Díky tomu může být použit jako marker fekální kontaminace vody (43, 44).

Střevní virom tak stejně jako bakteriom (bakteriální mikrobiom) hraje důležitou úlohu v patogenezi nemocí jako jsou zánětlivé onemocnění střev (IBD) (45), klostridiové infekce (46), obezita a diabetes 2 (47), infekce SARS-CoV-2 (48, 49), onemocnění jater (50) a také kolorektálního karcinomu (CRC) (51) a podvýživy (52). Bohatost virů ve střevech souvisí paralelně s vývojem a diverzifikací bakteriální mikrobioty. Její složení se mění s věkem a stravou. Také onemocnění a aplikace antibiotik a zejména fekální mikrobiální terapie (FMT) vyvolávají podstatné změny virových druhů a jejich obsahu ve střevě. Vliv viromu na úspěšnost FMT terapie byl doceněn teprve nedávno (fekální fágová terapie). Jsou to zejména fágy, které modulují složení bakteriálních komunit a mohou ovlivnit svého lidského hostitele. Např. fágový transkripční faktor Cro může aktivovat enterohemoragický sekreční systém bakterie *Escherichia coli* typu III a zvyšovat její virulenci (53), takže se může stát původcem závažných až smrtelných onemocnění.

## Závěry

Ve srovnání s bakteriální složkou lidských střev byl střevní virom prakticky ignorován a stále zůstává jednou z nejméně pochopených složek střevní mikrobioty. Dosud byla identifikován pouze zlomek celkového počtu virových druhů tvořících virom, takže většinu typů viromu je třeba stanovit a charakterizovat. Také mnoho nevíme o vztazích virom – mikrobiom – makroorganismus, ale je zcela jisté, že podstatnou měrou zasahují do rovnováhy mezi zdravím a nemocí.

Naše chápání střevního viromu je roztržštěné a vyžaduje standardizované metody pro izolaci a sekvenování viru, aby bylo možné poskytnout úplnější obraz viromu, což je klíčem k vysvětlení toho, jak mohou viry přispívat k etiologii nemocí a jak by mohly být racionalizovány cíle pro intervence (54, 55).

Zcela na závěr lze jen konstatovat, že naše chápání střevního viromu je fragmentované a vyžaduje standardizovat metody izolace a sekvenování viru, aby poskytl úplnější obraz viromu, což je klíčové pro vysvětlení, jak viry mohou přispívat k etiologii onemocnění a jak by mohly být racionalizovány jako cíle terapeutických zákroků (54).

## Poděkování:

Autor děkuje za podporu projektu RVO 61388971

## Literatura:

1. Šima P, Trebichavský I, Vannucci L. (2023). Viral and bacterial microbiome in healthy human intestine: A mini-review, *International Clin Pathol J* 10 (1): 50-55. <https://doi:10.15406/icpj.2023.10.00219>
2. Hollister EB, Gao C, Versalovic J (2014). Compositional and functional features of the gastrointestinal microbiome and their effects on human health. *Gastroenterol* 146(6): 1449-1458. <https://doi:10.1053/j.gastro.2014.01.052>
3. Jandhyala SM, Talukdar R, Subramanyam C, Vuyyuru H, Sisikala M, Reddy DN. (2015). Role of the normal gut microbiota. *World J Gastroenterol* 21(29): 8787-8803. <https://doi: 10.3748/wjg.v21.i29.8787>
4. Parekh PJ, Arusi E, Vinik AI, Johnson DA (2014). The role and influence of gut microbiota in pathogenesis and management of obesity and metabolic syndrome. *Front Endocrinol (Lausanne)*; 5: 47. <https://doi: 10.3389/fendo.2014.00047>
5. Rogers GB, Keating DJ, Young RL, Wong M-L, Licinio J, Wesenling S (2016). From gut dysbiosis to altered brain function and mental illness: mechanisms and pathways. *Mol Psych* 21(6):736-748. <https://doi:10.1038/mp.2016.50>
6. Warner BB (2019). The contribution of the gut microbiome to neurodevelopment and neuropsychiatric disorders. *Pediatr Res* 85:216–224. <https://doi.org/10.1038/s41390-018-0191-9>
7. Lloyd–Price J, Abu–Ali G, Huttenhower C. (2016). The healthy human microbiome. *Genome Med.* 8(1):51.
8. Lederberg J, McCray AT. (2001). ‘Ome sweet’ omics—a genealogical treasury of words. *Scientist.* 15:8.
9. Luckey TD. (1972). Introduction to intestinal microecology. *Am J Clin Nutr.*;25:1292–1294.
10. Podolski SH. (2017). Historical perspective on the rise and fall and rise of antibiotics and human weight gain. *Ann Intern Med.*166:133–138.
11. Prescott SL. (2017).History of medicine: Origin of the term microbiome and why it matters. *Human Microbiome J.* 2017;4:24–25.
13. Zárate S, Taboada B, Yocupicio-Monroy M, et al. (2017). Human virome. *Arch Med Res.* 48:701–716.
12. Liang G, Bushman FD. (2021). The human virome: assembly, composition and host interactions. *Nat Rev Microbiol.* 19(8):514–527.
14. Neil JA, Cadwell K. (2019). The intestinal virome and immunity. *J Immunol.*1615–1624.
15. Lolomadze EA, Rebrikov DV. (2020). Constant companion: clinical and developmental aspects of torque teno virus infections. *Arch Virol.*165(12):2749–2757.
16. Mukhopadhyaya I, P Segal JP, Cardling S, et al. (2019). The gut virome: the ‘missing link’ between gut bacteria and host immunity? *Ther Adv Gastroenterol.* 12:1–17.
17. Miller MB, Bassler BL (2001). Quorum sensing in bacteria. *Annu Rev Microbiol.* 55:165–199.
18. Fuqua WC, Winans SC, Greenberg EP. (1994).Quorum sensing in bacteria: the LuxR– LuxI family of cell density–responsive transcriptional regulators. *J Bacteriol.* 176(2):269–275.

19. Huang JH, Shi YH, Zeng GM, et al. (2016). Acyl-homoserine lactone-based quorum sensing and quorum quenching hold promise to determine the performance of biological wastewater treatments: an overview. *Chemosphere*. 157:137–151.
20. Atkinson S, Williams P. (2009). Quorum sensing and social networking in the microbial world. *J R Soc Interface*. 6 (40):959–978.
21. Natrah FMI, Defoirdt T, Sorgeloos P, et al. (2011). Disruption of bacterial cell-to-cell communication by marine organisms and its relevance to aquaculture. *Mar Biotechnol*. 13 (2):109–126.
22. Bzdrenga J, Daudé J, Rémy B, et al. (2017). Biotechnological applications of quorum quenching enzymes. *Chem–Biol Interact*. 267:104–115.
23. de Bary A. Die Erscheinung der Symbiosis. In Verlag auf der Versammlung der Naturforscher und Ärzte zu Cassel. Strassburg; 1879.
24. Stecher B, Maier L, Hardt WD. (2013). ‘Blooming’ in the gut: how dysbiosis might contribute to pathogen evolution. *Nat Rev Microbiol*. 11(4):277–284.
25. Wing MR, Patel SS, Ramezani A, et al. (2016). Gut microbiome in chronic kidney disease. *Exp Physiol*. 101(4):471–477.
26. Metchnikoff É. (1908). Studies on intestinal flora, intestinal purification. *Ann Inst Pasteur*. 22:930–955.
27. Scheunert CA. (1920). Dysbiosis of the intestinal flora. *Z Infekt*. 21:105 121.
28. Nayfach, S., Pérez-Espino, D., Call, L. et al. (2021). Metagenomic compendium of 189,680 DNA viruses from the human gut microbiome. *Nat Microbiol* 6, 960–970, <https://doi.org/10.1038/s41564-021-00928-6>
29. Shkoporov AN, Clooney AG, Sutton TD, et al. (2019). The human gut virome is highly diverse, stable, and individual specific. *Cell Host & Microbe*. 26(4):527–541.
30. Townsend EM, Kelly L, Muscatt G, Box JD. et. al. (2021). The human gut phageome: origins and roles in the human gut microbiome. *Front Cell Infect Microbiol*. 11:643214. <https://doi: 10.3389/fcimb.2021.643214>
31. Vives M. J. (2025). Decoding the human phageome helps to unravel microbial dynamics in health and disease *Appl Environ Microbiol* 91, 8, e00919-25. <https://doi.org/10.1128/aem.00919-25>
32. Bolduc, B., Shaughnessy, D.P., Wolf, Y.I., Koonin, E.V. et al. (2012). Identification of novel positive-strand rna viruses by metagenomic analysis of archaea - dominated Yellowstone Hot Springs. *J Virol* 86, 5562–5573. <https://doi.org/10.1128/JVI.07196-11>
33. Prangishvili D. (2013). The wonderful world of archaeal viruses. *Annu Rev Microbiol* 67:565–585.
34. Khodosevich K, Lebedev Y, Sverdlov E. (2002). Endogenous retroviruses and human evolution. *Comp Funct Genomics* 3: 494–498.
35. Belshaw R, Pereira V, Katzourakis A, Talbot G. et al. (2004). Long-term reinfection of the human genome by endogenous retroviruses. *Proc Nat Acad Sci USA* 101: 4894–4899.
36. Zheludev IN, Edgar RC, Lopez-Galiano MJ, Peña M, et al. (2024). Viroid-like colonists of human microbiomes, *Cell* 187, 23, 6521-6536.e18, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.09.033>
37. Moelling K, Broecker F. (2021). Viroids and the origin of life. *Int J Mol Sci*, 22(7):3476. doi:10.3390/ijms22073476.

38. Turner D, Kropinski AM, Adriaenssens EM. A roadmap for genome-based phage taxonomy. *Viruses*. 2021;13:506–516. <https://doi.org/10.3390/v13030506>
39. Nishizawa, T, Okamoto, H, Konishi, K, Yoshizawa, H. et al. (1997). A novel DNA virus (TTV) associated with elevated transaminase levels in posttransfusion hepatitis of unknown etiology. *Biochem Biophys Res Commun*, 241, 92–97. doi: 10.1006/bbrc.1997.7765.
40. Brani P, Manzoor HZ, Spezia PG, Gasperina DD, et al. (2025).Torque Teno Virus: lights and shades. *Viruses* 2025, 17(3), 334; <https://doi.org/10.3390/v17030334>
41. Janowski AB, Krishnamurthy, SR, Lim ES, et al. (2017).Statoviruses, a novel taxon of RNA viruses present in the gastrointestinal tracts of diverse mammals. *Virology*.;504:36–44.
42. Dhar D, Mohanty A.(2020). Gut microbiota and Covid-19-possible link and implications. *Virus Res*, 285:198018.
43. Kitajima M, Iker BC, Pepper I, et al. (2014). Relative abundance and treatment reduction of viruses during wastewater treatment processes identification of potential viral indicators. *Sci Total Environ*. 488 489:290–296. <https://doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.04.087>
44. Kitajima M, Sassi HP, Torrey JR. (2018). Pepper mild mottle virus as a water quality indicator. *npj Clean Water* 1, 19, <https://doi.org/10.1038/s41545-018-0019-5>
45. Sinha A, Li Y, Mirzaei MK, Shamash M,, Samadfam R et al. (2022). Transplantation of bacteriophages from ulcerative colitis patients shifts the gut bacteriome and exacerbates the severity of DSS colitis. *Microbiome*. 10:105.
46. Zuo T, Wong SH, Lam K, et al. (2018). Bacteriophage transfer during faecal microbiota transplantation in *Clostridium difficile* infection is associated with treatment outcome. *Gut* ;67:634–643.
47. Yang K, Niu J, Zuo T, et al. (2021). Alterations in the gut virome in obesity and type 2 diabetes mellitus. *Gastroenterol* 161:1257–1269.
48. Liang W, Feng Z, Rao S, et al. (2020). Diarrhoea may be underestimated: a missing link in 2019 novel coronavirus. *Gut* 69:1141–1143.
49. Zuo T, Zhan H, Zhang F, et al. (2020). Alterations in fecal fungal microbiome of patients with COVID-19 during time of hospitalization until discharge. *Gastroenterol* 159:1302–1310.
50. Jiang L, Lang S, Duan Y, et al. (2020). Intestinal virome in patients with alcoholic hepatitis. *Hepatology*. 72:2182–2196.
51. Johnson CH, Dejea CM, Edler D, et al. (2015). Metabolism links bacterial biofilms and colon carcinogenesis. *Cell Metabol*. 21:891–897.
52. Khan Mirzaei M, Khan MAA, Ghosh P, et al. (2020). Bacteriophages isolated from stunted children can regulate gut bacterial communities in an age-specific manner. *Cell Host Microbe*. 27:199–212.
53. Mukhopadhyaya I, P Segal JP, Cardling S, et al. (2019). The gut virome: the ‘missing link between gut bacteria and host immunity? *Ther Adv Gastroenterol*. 12:1–17.
54. Carding SR, Davis N, Hoyles L. (2017). Review article: the human intestinal virome in health and disease. *Aliment Pharmacol Ther*. 46(9):800 815.
55. Koonin EV, Dolja VV, Krupovic M. (2021). The healthy human virome: from virus–host symbiosis to disease. *Curr Opinion Virol*. 7:86–94.

## OD ZDRAVOTNÍ K NUTRIČNÍ GRAMOTNOSTI: ROLE FZS UJEP V PODPOŘE ZDRAVÍ OBYVATEL

Miroslava Zemanová, Lucia Mičíková, Michal Vostrý

Fakulta zdravotnických studií UJEP, Ústí nad Labem

### Úvod:

Zdravotní gramotnost v období adolescence významně ovlivňuje schopnost mladých lidí činit informovaná rozhodnutí týkající se vlastního zdraví. Proměňující se spektrum rizikového chování, nové formy užívání nikotinu a psychoaktivních látek i rostoucí význam digitálního prostředí současně vytvářejí nové požadavky na prevenci a podporu zdraví ve školách. Fakulta zdravotnických studií Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem (FZS UJEP) proto ve spolupráci s Krajským úřadem Ústeckého kraje, který projekt finančně podpořil, realizovala v roce 2025 projekt Bezpečná budoucnost. Jeho cílem bylo propojit zmapování rizikového chování dospívajících s cílenými aktivitami podporujícími zdravotní gramotnost žáků a pedagogických pracovníků. V roce 2026 spolupráce pokračuje projektem zaměřeným na další významnou oblast podpory zdraví – nutriční gramotnost žáků středních škol.

### Metodika:

Projekt Bezpečná budoucnost byl koncipován jako propojení výzkumné a edukačně-preventivní části. Výzkumné šetření proběhlo na přelomu let 2025 a 2026 a vycházelo z metodiky mezinárodního projektu European School Survey Project on Alcohol and Other Drugs (ESPAD). Data byla získávána prostřednictvím anonymního standardizovaného online dotazníku vyplňovaného v kontrolovaném prostředí školních učeben pod dohledem pedagogů nebo proškolených administrátorů. Projekt byl schválen Etickou komisí FZS UJEP a rodiče žáků podepsali informovaný souhlas s účastí v projektu.

Dotazník vycházel z kmenového nástroje ESPAD a byl doplněn o oblasti reflektující aktuální podobu rizikového chování českých adolescentů. Vedle sociodemografických charakteristik sledoval užívání legálních i nelegálních návykových látek, včetně elektronických cigaret, nikotinových sáčků, zahřívaného tabáku, HHC a kratomu, dále rizikové používání digitálních technologií a sociálních sítí, hazardní hraní a duševní zdraví. K identifikaci problémového chování byly využity mezinárodně používané screeningové nástroje CAST (Cannabis Abuse Screening Test), Lie/Bet, MHI-5 (Mental Health Inventory 5), CIUS (Compulsive Internet Use Scale) a třípoložková škála problémového používání sociálních sítí a digitálních her.

Součástí zpracování dat byla kontrola validity odpovědí, která zahrnovala také kontrolní položku s fiktivní drogou „relewin“. Celkem bylo vyplněno 1490 dotazníků a po vyřazení nedůvěryhodných záznamů tvořilo výsledný analytický soubor 1 188 dospívajících. Výzkumný soubor zahrnoval žáky základních škol (9. třída), gymnázií, středních odborných škol s maturitou a středních škol bez maturity (1. ročníky), což umožnilo sledovat rozdíly spojené s jednotlivými vzdělávacími institucemi. Data byla vážena podle typu školy a analyzována také podle pohlaví, věku a země narození; pro srovnání s národními výsledky ESPAD 2024 byla použita odpovídající starší věková kohorta.

Na výzkumnou část navazovala edukačně-preventivní část zaměřená na žáky i pedagogické pracovníky. Ve spolupráci s odborníky v oblasti adiktologie z 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a dalšími odborníky např. ze SZU byla připravena série vzdělávacích webinářů zaměřených na aktuální témata prevence a podpory zdraví adolescentů: Škola podporující zdraví – hlavní myšlenky, nové směry a inspirace z odborné konference; Tabákové a nikotinové produkty u dětí a dospívajících: trendy, praxe, prevence; Děti a digitální závislost – jak rozpoznat a řešit problémové užívání technologií; Zdravotní a sociální politika; Moderní metody pro práci s generací Z: didaktické hry a aktivity podporující prevenci závislosti; Od uživatele k zneužívanému a Příčiny závislosti u dětí a dospívajících, trendy v užívání, co může škola a kde jsou její limity.

### Výsledky:

Výsledky ukázaly vysokou prevalenci některých forem rizikového chování a současně výrazné rozdíly mezi jednotlivými typy škol.

Jedním z nejvýraznějších zjištění bylo používání elektronických cigaret. V posledních 30 dnech je užívalo 33,9 % respondentů celého souboru, přičemž mezi žáky středních škol bez maturity dosahovala prevalence 55,1 % a téměř třetina žáků této skupiny vapovala denně.

Výrazný rozdíl podle typu školy byl patrný rovněž při souhrnném hodnocení nikotinových výrobků. Některý z nikotinových výrobků užilo v posledních 30 dnech 43,4 % všech respondentů, ve věkové skupině 16 let a více 57,6 %. Nejvyšší zatížení bylo opět zaznamenáno u žáků středních škol bez maturity.

Odlisný profil byl zaznamenán u alkoholu. Jeho konzumaci v posledních 30 dnech uvedlo 42,0 % celého souboru, přičemž nejvyšší měsíční prevalence byla zjištěna u gymnazistů (52,7 %). Rizikové nárazové pití pěti a více sklenic alkoholu při jedné příležitosti během posledního měsíce uvedlo 25,8 % respondentů a tento způsob konzumace se vyskytoval již v věkové skupině do 15 let. Výsledky tak ukázaly, že rizikové chování adolescentů není mezi jednotlivými vzdělávacími skupinami rozloženo rovnoměrně a že jednotlivé skupiny vykazují rozdílné profily rizik.

Významná zjištění přinesla rovněž oblast nelátkových závislostí. Více než čtyři hodiny denně sledovalo videa na platformách, jako jsou YouTube nebo TikTok, 41,7 % respondentů. Rizikové používání internetu podle škály CIUS bylo identifikováno přibližně u třetiny souboru (33,0 %). Výsledky současně ukázaly rozdílný charakter digitálních rizik podle pohlaví: chlapci častěji intenzivně hráli digitální hry, zatímco u dívek bylo výraznější rizikové používání sociálních sítí. Více než čtyři hodiny denně hrálo hry 25,8 % chlapců, zatímco problémy související s používáním sociálních sítí uvádělo 41,0 % dívek a rizikové používání internetu podle CIUS bylo zjištěno u 38,0 % dívek. Rozdíly byly patrné také podle typu školy – nejvyšší podíl intenzivních hráčů byl zaznamenán u žáků středních škol bez maturity (26,8 %), zatímco problémy spojené se sociálními sítěmi byly nejčastější u gymnazistů (40,1 %).

Výsledky tak ukazují, že rizikové chování adolescentů nelze charakterizovat pouze celkovou prevalencí jednotlivých jevů. Jednotlivé skupiny dospívajících vykazují odlišné profily rizik podle typu školy, věku a pohlaví, a to jak v oblasti látkových, tak nelátkových závislostí. Tato zjištění podporují potřebu diferencovaných preventivních a edukačních intervencí odpovídajících charakteristikám a potřebám konkrétních cílových skupin.

## Navazující projekt:

V roce 2026 pokračuje spolupráce FZS UJEP a Krajským úřadem Ústeckého kraje projektem zaměřeným na zvyšování nutriční gramotnosti žáků středních škol. Projekt navazuje na model ověřený v oblasti prevence látkových a nelátkových závislostí: nejprve bude zmapována úroveň nutriční gramotnosti a následně budou podle identifikovaných potřeb vytvořeny cílené edukační aktivity. Znalosti a další sledované aspekty nutriční gramotnosti budou hodnoceny samostatně u žáků gymnázií, středních škol s maturitou a středních škol bez maturity. Toto rozdělení umožní posoudit, zda se úroveň a případné deficity nutriční gramotnosti liší v závislosti na vzdělávání a hlavně celkovou úroveň nutriční gramotnosti. Na základě zjištěných výsledků bude opět vytvořena série vzdělávacích webinářů, jejichž obsah bude reagovat na identifikované potřeby cílových skupin.

## Závěr:

Výsledky projektu Bezpečná budoucnost ukazují, že podpora zdraví adolescentů by měla vycházet z identifikace konkrétních potřeb a zohledňovat rozdíly mezi jednotlivými vzdělávacími skupinami. Propojení regionálního výzkumu, odborné expertizy a následné cílené edukace žáků i pedagogů představuje model, který FZS UJEP ve spolupráci s Krajským úřadem Ústeckého kraje dále rozvíjí. Navazující zaměření na nutriční gramotnost nepředstavuje změnu směru, ale rozšíření systematického přístupu k podpoře zdravotní gramotnosti a zdravého životního stylu mladé populace v Ústeckém kraji.

## Klíčová slova:

zdravotní gramotnost; nutriční gramotnost; adolescenti; rizikové chování; prevence; střední školy; Ústecký kraj



## PODPORA ZDRAVÍ V ÚSTECKÉM KRAJI V PROJEKTU RUR – REGION UNIVERZITĚ, UNIVERZITA REGIONU

Lucia Mičíková, Miroslava Zemanová, Barbora Váverková a kol.

Fakulta zdravotnických studií UJEP, Ústí nad Labem

### Úvod

Projekt RUR – Region univerzitě, univerzita regionu (reg. č. CZ.10.02.01/00/22\_002/0000210) je zaměřen na podporu transformace Ústeckého kraje prostřednictvím systematického propojení akademického prostředí s potřebami regionu. Jeho základním principem je obousměrný přenos znalostí, zkušeností a podnětů mezi univerzitou a regionální praxí. Univerzita poskytuje regionu odborné kapacity, výsledky výzkumu, vzdělávání a inovativní přístupy, zatímco potřeby regionu vytvářejí podněty pro další směřování výzkumných, vzdělávacích a aplikačních aktivit univerzity.

Jednou z klíčových oblastí regionální transformace je zdraví obyvatelstva. Ústecký kraj je dlouhodobě zatížen kombinací zdravotních, sociálních, ekonomických a environmentálních problémů, které se vzájemně ovlivňují a mohou omezovat jeho další rozvoj. Zdraví přitom nelze chápat pouze jako individuální hodnotu nebo jako téma zdravotnictví. Zdravotní stav populace ovlivňuje pracovní schopnost, zaměstnanost, vzdělávání, produktivitu, sociální stabilitu, kvalitu života i atraktivitu regionu pro mladé rodiny, odborníky a investory. Úspěšná transformace regionu proto není možná bez zdravých, zdravotně gramotných a odolných obyvatel schopných aktivně se na této transformaci podílet. Podpora veřejného zdraví, prevence a zdravotní gramotnosti tak představují nejen zdravotní, ale také významný sociální a ekonomický nástroj transformace Ústeckého kraje.

### Cíl

Cílem aktivit týmu Zdraví obyvatelstva v projektu RUR je prostřednictvím spolupráce univerzity, veřejnosti, odborné praxe, veřejné správy a dalších regionálních aktérů přispívat ke zlepšování zdravotní gramotnosti, posilování prevence a vytváření podmínek pro dlouhodobě udržitelnou změnu zdravotního chování obyvatel Ústeckého kraje. Významnými partnery jsou zejména Krajský úřad Ústeckého kraje, Krajská hygienická stanice Ústeckého kraje a další instituce a aktéři, kteří se podílejí na ochraně a podpoře zdraví a rozvoji regionu.

Dílčím cílem je převádět odborné a vědecké poznatky do konkrétních aktivit využitelných přímo v regionu a současně prostřednictvím kontaktu s obyvateli, odborníky, veřejnou správou a dalšími partnery identifikovat skutečné potřeby regionu, na které může univerzita reagovat vzděláváním, výzkumem a cílenými intervencemi.

### Metodika

Jednou z hlavních praktických aktivit jsou preventivní screeningová měření určená široké veřejnosti, zaměřená zejména na včasnou identifikaci vybraných kardiovaskulárních a metabolických rizikových faktorů. Součástí screeningu je stanovení lipidového spektra a glykemie z kapilární krve, měření krevního tlaku a analýza tělesného složení pomocí bioimpedanční metody.

Měření umožňuje upozornit na přítomnost rizikových faktorů souvisejících zejména s rozvojem kardiovaskulárních a metabolických onemocnění, například hypertenze, poruch metabolismu lipidů, diabetu mellitu 2. typu, nadváhy

a obezity. Screening však není realizován pouze jako samotné změření zdravotních parametrů. Každý účastník je v návaznosti na zjištěné výsledky individuálně edukován, získává vysvětlení naměřených hodnot a informace o možnostech prevence a ovlivnění rizikových faktorů prostřednictvím životního stylu. Tím je posilována schopnost obyvatel porozumět informacím o vlastním zdraví a aktivně je využívat při rozhodování o svém zdravotním chování.

Další významnou součástí projektu tvoří vzdělávací aktivity pro veřejnost a odbornou veřejnost. Realizovány jsou přednášky a odborná setkání zaměřená například na výživu, školní stravování, prevenci a toxikologii. Do aktivit jsou zapojováni odborníci z univerzitního i externího prostředí, například prof. Anděl s tématy zaměřenými na výživu či dr. Herkommerová v oblasti toxikologie. Smyslem je zpřístupňovat současné odborné poznatky nejen profesionálům, ale také obyvatelům regionu a podporovat jejich využití v každodenní praxi.

Pro pracovníky působící v oblasti ochrany a podpory veřejného zdraví je dále připravena ucelená série odborných vzdělávacích aktivit, která reaguje na konkrétní potřeby regionální praxe. Zahrnuje témata zdravotní gramotnosti a transformačního potenciálu životního stylu, dětské obezity a zdraví dětí, dětské bezpečnosti, duševní hygieny, závislostí, problematiky týraných dětí, wellbeingu ve školách a institucích, environmentálních rizik, možností realizace projektů podpory zdraví a krizové připravenosti. Vzdělávání tak překračuje úzce zdravotnické pojetí zdraví a reaguje na komplexní determinanty veřejného zdraví v regionu.

## Výsledky

Preventivním screeningem bylo dosud vyšetřeno více než 250 obyvatel, kteří byli současně individuálně edukováni v oblasti zjištěných zdravotních rizik a možností jejich prevence. Přímé působení na obyvatele je doplněno přednáškovou a vzdělávací činností pro veřejnost i odbornou veřejnost. Projekt tak propojuje individuální prevenci a podporu zdravotní gramotnosti s širším působením na komunitní a institucionální úrovni.

Důležitým výsledkem projektu je postupné vytváření sítě spolupráce mezi akademickým prostředím a klíčovými aktéry regionu. Fakulta zdravotnických studií UJEP v rámci aktivit projektu spolupracuje s Krajským úřadem Ústeckého kraje, Krajskou hygienickou stanicí Ústeckého kraje a dalšími významnými regionálními partnery z oblasti veřejné správy, zdravotnictví, ochrany a podpory veřejného zdraví a regionálního rozvoje.

Dosavadní aktivity, výsledky projektu a příklady dobré praxe byly prezentovány také na konferenci RUR Od úspěchu k úspěchu. Konference vytvořila prostor nejen pro sdílení zkušeností, ale také pro propojování institucí, navazování odborných kontaktů a rozvoj další mezioborové a meziinstitucionální spolupráce.

Významným výsledkem projektu tak není pouze počet realizovaných screeningových měření, přednášek či vzdělávacích aktivit, ale především vznik funkčního propojení mezi univerzitou, veřejnou správou, odbornou praxí a dalšími aktéry regionu. Potřeby regionu se stávají podnětem pro odbornou činnost univerzity a výsledky akademické práce se naopak vrací zpět do regionu v podobě konkrétních preventivních, vzdělávacích a odborných aktivit.

## Závěr

Projekt RUR ukazuje, že univerzita může být aktivním aktérem transformace regionu a že oblast veřejného zdraví má v tomto procesu zásadní význam. Transformaci Ústeckého kraje nelze redukovat pouze na ekonomickou restrukturalizaci, nové technologie, infrastrukturu či tvorbu pracovních míst. Její dlouhodobá úspěšnost závisí především na lidech, kteří

v regionu žijí, studují a pracují.

Investice do prevence, zdravotní gramotnosti a zdravého životního stylu proto představují investici do lidského kapitálu regionu. Zdravější populace znamená vyšší pracovní schopnost a produktivitu, nižší nemocnost, lepší předpoklady pro vzdělávání a zaměstnanost, menší zatížení zdravotního a sociálního systému a v neposlední řadě vyšší kvalitu života.

Projekt RUR současně ukazuje význam partnerství. Propojení Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Krajského úřadu Ústeckého kraje, Krajské hygienické stanice Ústeckého kraje a dalších významných regionálních aktérů umožňuje spojit akademické znalosti s praktickými zkušenostmi a strategickými potřebami kraje. Právě taková spolupráce vytváří předpoklady, aby jednotlivé aktivity nezůstávaly izolovanými projekty, ale postupně se stávaly součástí dlouhodobého a systémového přístupu k podpoře zdraví obyvatel.

Fakulta zdravotnických studií tak naplňuje samotnou myšlenku Region univerzitě – univerzita regionu: univerzita poskytuje své odborné, výzkumné a vzdělávací kapacity regionu a region naopak přináší univerzitě reálné potřeby, zkušenosti a prostor pro jejich řešení. Toto obousměrné partnerství má potenciál přispívat nejen ke zlepšování zdraví obyvatel, ale i k dlouhodobé a udržitelné transformaci Ústeckého kraje jako celku.

#### **Klíčová slova:**

Ústecký kraj; RUR; regionální transformace; veřejné zdraví; podpora zdraví; prevence; zdravotní gramotnost; kardiovaskulární riziko; spolupráce univerzity a regionu.



**Region univerzitě  
Univerzita regionu**

**A** POLNÍ STRAVOVÁNÍ**Zdeňka Shumová**

Vojenský zdravotní ústav

Polní stravování představuje specifickou oblast zabezpečení výživy osob v terénních podmínkách, typicky mimo běžné zázemí gastronomických zařízení. Hlavním cílem polního stravování je zajistit dostatečný přísun energie a živin v podmínkách, které jsou často logisticky i hygienicky náročné.

Ve vojenském prostředí se často využívají polní kuchyně. Jedná se o mobilní zařízení umožňující přípravu teplé stravy pro větší skupiny osob. Výhodou je možnost podávání čerstvých teplých pokrmů, nevýhodou pak logistická náročnost. V AČR jsou různé druhy polních kuchyní, které jsou využívány při plánovaných cvičeních. S kuchyní souvisí i dostatečné množství skladovacích kontejnerů, včetně chladících a mrazících. Polní podmínky přinášejí zvýšené riziko kontaminace potravin, nevhodného skladování, nedostatečného tepelného opracování či nedodržování osobní hygieny.

S polním stravováním velmi úzce souvisí zajištění dostatečného množství pitné vody. Pro dovoz a skladování pitné vody AČR disponuje cisternami a polními prostředky pro skladování vody.

Pro nasazení v terénu, kde není možné využít polní kuchyni, jsou k dispozici individuální dávky potravin (BPDi – bojová potravinová dávka individuální), které obsahují hlavní chod, energetické tyčinky, nápoje v prášku a doplňky (cukr, žvýkačky apod.)

**Klíčová slova:**

bojová potravinová dávka individuální, pitná voda, polní kuchyně, rizika



## EFEKTY KETOGENNÍ DIETY U ŽEN S OBEZITOU

Michaela Šiklová<sup>1</sup>, Marina Heniková<sup>1,2</sup>, Viktor Šebo<sup>1,2</sup>, Petr Šedivý<sup>3</sup>, Jan Gojda<sup>1,2</sup>, Lenka Rossmeislová<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centrum pro výzkum diabetu, metabolismu a výživy, 3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha

<sup>2</sup>Interní klinika Fakultní Nemocnice Královské Vinohrady, Praha

<sup>3</sup>IKEM, Praha

### Úvod

Ketogenní dieta se stává mezi veřejností stále více oblíbeným dietním přístupem, zejména pro své účinky při redukcí váhy. V některých klinických oborech se pak využívá i pro další zdravotní účinky, a to především pro léčbu neuropsychiatrických poruch, onkologických onemocnění, autoimunitních onemocnění nebo metabolických onemocnění.

Mnoho studií ukazuje pozitivní účinky ketogenní diety, jak na složení těla, tak na lipidogram či jiné parametry metabolického zdraví, existuje však i řada studií které poukazují na negativní efekty této intervence. Stále ovšem chybí komplexní porozumění metabolickým účinkům ketogenní diety a to jak na úrovni celotělové, tak na úrovni jednotlivých tkání. Zároveň většina studií s ketogenní dietou využívá redukce kalorického příjmu, a není tedy zřejmé, které změny tělesného složení a metabolismu, lze přičíst ketogennímu charakteru diety, a které jsou způsobeny snížením kalorického příjmu.

V naší práci jsme se proto zaměřili na efekty izokalorické ketogenní diety a následné krátkodobé realimentace sacharidovou dietou na složení těla, parametry metabolického zdraví, a obsah lipidů v játrech a ve svalu.

### Metodika

Studie se zúčastnilo 22 žen s obezitou (věk  $36,4 \pm 5,9$ , BMI  $36,1 \pm 3,8$ ), které podstoupily jeden měsíc ketogenní diety ( $<50$  g sacharidů, 15 % bílkovin, 70–77 % tuků), a následně dvoudenní realimentaci sacharidovou stravou (60 % sacharidů, 15 % bílkovin, 25 % tuků). Kalorický obsah ketogenní stravy byl každé účastnici kalkulován individuálně dle hodnot nepřímé kalorimetrie, monitorace pohybové aktivity a záznamu jídelníčku. Před zahájením ketogenní diety, po jejím ukončení a po 2 dnech realimentace byly měřeny antropometrické a biochemické parametry, byl proveden glukózový toleranční test (OGTT), a magnetická rezonance pro zhodnocení obsahu lipidů v játrech a svalu.

### Výsledky

Navzdory izokalorickému charakteru ketogenní diety ženy redukovaly množství tuku o 6,5%, a zároveň došlo k poklesu lačné glykemie a insulinu ( $5,2 \pm 0,4$  vs  $4,8 \pm 0,3$  mmol/l;  $12,7 \pm 5,6$  vs  $7,6 \pm 3,9$  mU/l), což se projevilo také zlepšením inzulinové senzitivity. Hladiny lačné glukózy, insulinu i indexy inzulinové senzitivity se opětovně zvýšily (některé až na bazální úroveň) po 2 dnech realimentace sacharidovou stravou. Ketogenní dieta také zlepšila některé lipidové parametry jako cholesterol a triglyceridy, a snížila obsah lipidů v játrech. Tyto efekty přetrvaly i po návratu na sacharidovou stravu.

Závěr: Naše výsledky naznačují pozitivní vliv ketogenní diety na adipozitu a inzulinovou senzitivitu u žen s obezitou. Celkově se z našich výsledků i výsledků ostatních studií jeví možné využití tohoto typu diety pro pacienty se steatotickým onemocněním jater spojeným s metabolickou dysfunkcí (MASLD).

### Poděkování:

Studie byla podpořena grantem AZV NV19-01-00263, projektem COOPERATIO a projektem Next generation EU, LX22NP05104, projekt EXCELES.

## NOVÉ MIKROANALYTICKÉ PŘÍSTUPY ANALÝZY MLÉKA

**Petr Tůma, Blanka Sommerová**

Univerzita Karlova, 3. lékařská fakulta, Ústav hygieny, Ruská 87, 100 00 Praha 10

Mezi moderní trendy současné instrumentální analýzy patří miniaturizace, automatizace a on-line přístupy, které jsou v souladu s konceptem zelené chemie. Pro dosažení těchto cílů lze s výhodou využít na trhu běžně dostupné technologie fused deposition modeling (FDM) i stereolitografie (SLA) 3D tisku. 3D tisk nabízí pro širokou skupinu uživatelů technologicky přívětivé prostředí pro rychlé prototypování a výrobu zařízení pro mikroanalýzu.

Přednáška bude zaměřena na FDM výrobu odběrných sond vybavených mikrodialyzační membránou. Sondy jsou určeny pro odběr a úpravu mikrolitrových objemů potravinářských a klinických vzorků jako je mléko, nápoje, krev, krevní sérum nebo explanty buněčných tkání. Dále bude představeno on-line spojení mikrodialýzy s elektroforetickou analýzou realizované pomocí SLA vytištěné mikrofluidiky [1, 2]. Na závěr budou představeny reálné aplikace stanovení aminokyselin, nízkomolekulárních organických kyselin, metabolitů, léčiv a minerálů v klinických vzorcích a ukázány možnosti kinetického monitorování [3-5].

### Literatura:

1. P. Tůma, A method for casting a channel component for use in microfluidic devices and an open mold for casting a channel component, EP4501455, in: C. University (Ed.) EU, 2025.
2. P. Tůma, Casting of PDMS microfluidics into 3D printed moulds and their application in capillary electrophoresis, *Talanta* 298 (2026) 129037. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2025.129037>.
3. P. Tůma, Determination of inorganic cations in dry milk samples deposited on a microdialysis probe by capillary electrophoresis, *Food Chem.* 464 (2025) 141789. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141789>.
4. P. Tůma, Steady state microdialysis of microliter volumes of body fluids for monitoring of amino acids by capillary electrophoresis with contactless conductivity detection, *Anal. Chim. Acta* 1287 (2024) 342113. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2023.342113>.
5. F. Opekar, P. Tůma, A new coaxial flow-through probe for electromembrane extraction of methadone from clinical samples on-line coupled to capillary electrophoresis, *Anal. Chim. Acta* 1300 (2024) 342461. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aca.2024.342461>.





Postery

## ANTIOXIDAČNÁ AKTIVITA A CELKOVÝ OBSAH POLYFENOLOV V PRODUKTOCH Z ARÓNIE ČIERNEJ

### ANTIOXIDANT ACTIVITY AND TOTAL POLYPHENOL CONTENT IN CHOKEBERRY PRODUCTS

Monika Schneidgenová<sup>1</sup>, Anna Kalařová<sup>1</sup>, Patricia Šimková<sup>1</sup>, Eva Ivanišová<sup>2</sup>, Marcela Capcarová<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Applied Biology, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic

<sup>2</sup>Institute of Food Sciences, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic

#### Abstrakt

The aim of the present study was to determine antioxidant profile (antioxidant activity, total polyphenol, total flavonoid content) in selected products from chokeberry fruits (*Aronia melanocarpa* L.) with regard to the effects of processing. Jam, juice, dried, freeze-dried were obtained from the commercial network of Slovak producers and frozen fruit from the SUA Botanical Garden in Nitra. Extracts were prepared by shaking 0,2 g of homogenized sample in 80% methanol for 2 hours. Antioxidant activity was determined by the DPPH method, using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl and methanol. DPPH solution (3.9 ml) was pipetted into cuvettes, and the absorbance was measured at a wavelength of 515.6 nm, using a Shimadzu UV- 1800 UV/ Visible Scanning Spectrophotometer (Shimadzu, Japan). Total polyphenol content was determined spectrophotometrically using the Follin-Ciocalteu reagent. Absorbance was measured at a wavelength of 700 nm against a blank solution. Total flavonoid content was determined using the modified Willett method. After 30 minutes in the dark, absorbance was measured at 415 nm using a Jenway spectrophotometer (6405 UV/Vis, England). The antioxidant activity was the highest in freeze-dried fruit 89.86 %. The highest content of total polyphenol was detected in juice (33.26 mg GAE/g fresh matter; GAE – gallic acid equivalent), respectively. The highest total flavonoid content was found in freeze-dried (10.54 mg QE/g fresh matter; QE – quercetin equivalent). The results showed that aronia in processed products remains an interesting source of bioactive compounds in our diet.

#### Úvod

Z mnohých vedeckých zdrojov, polyfenoly prítomné v bobulovom ovocí, vrátane arónie čiernej (*Aronia melanocarpa* L.) majú mnoho funkcií, ktoré podporujú zdravie (Sidor et al. 2019; Ivanišová et al. 2023). Známe je, že tieto funkčné aktivity pochádzajú predovšetkým zo silnej antioxidačnej aktivity polyfenolov, ktoré môžu účinne odstrániť voľné radikály a hrajú významnú úlohu v prevencii a liečbe niektorých chronických ochorení (Sidor and Gramza-Michałowska 2014; Benvenuti et al. 2004; Dupak et al. 2020; Šimková et al. 2025). Produkcia arónie na Slovensku v posledných rokoch prudko rastie. Pri intenzívnom pestovaní na Slovensku dosahuje výnos približne 5–10 ton z hektára. Ovocie, ktoré podlieha priemyselnému spracovaniu, okrem iného aj výrobu džúsov alebo džemov, je aj arónia čierna (*Aronia melanocarpa*). Väčšina ovocia (90 %) sa používa na výrobu šťavy, iné na ovocné čaje, doplnky stravy a výrobu kozmetických prípravkov (Makarenko, 2008). *Aronia melanocarpa* (arónia čierna) je pozoruhodná svojim mimoriadne vysokým obsahom antokyanínov a uvádzanými antioxidačnými a protibezitnými vlastnosťami (Sanlier and Cinar, 2025). Okrem antokyanínov je ovocie bohatým zdrojom proantokyanidínov vysokého stupňa polymerizácie, ktorých obsah dosahuje 5000 mg.100 g-1 suchej hmoty na celom ovocí (Kulling a Rawel, 2008, Oszmiański a Wojdyło, 2005). Arónia obsahuje flavonoly, vrátane glykozidov kvercetínu, rovnako hydroxycynamové kyseliny (HCA), tj. kyselinu chlorogenovú a kyselinu neochlorogenovú (Kulling and Rawel, 2008, Oszmiański and Wojdyło, 2005, Slimestad et al., 2005). Plody arónie majú obsah vlákniny na úrovni 5,6 % čerstvej hmoty (Kulling a Rawel, 2008). Údaje prezentované ďalšími autormi (Nawirska and Kwaśniewska, 2005) ukazujú, že diétna vláknina arónie je charakterizovaná značným obsahom celulózy (35 %), hemicelulózy (34 %) a pektínov (7 %). Potravinová vláknina z ovocia je mimoriadne dôležitou zložkou ľudskej stravy, pretože pozitívne ovplyvňuje fungovanie tráviacej sústavy (Davidson et al., 1998, Kosmala et al., 2011, Slavin, 2005). Čerstvé plody arónie čiernej sa konzumujú zriedkavo, pre ich horkú chuť spôsobenú vysokým obsahom polyfenolov. Extrakt z arónie čiernej, ako uvádzajú

Platonova et al. (2021) má geroprotektívnu aktivitu, ako je predlžovanie života, zlepšenie metabolizmu glukózy a lipidov, antivírusová a antibakteriálna aktivita a ochranný účinok na gastrointestinálny systém. Šťava, výlisky a extrakty z listov vykazujú potenciálne zdravotné výhody. Cieľom práce bolo vyhodnotiť biochemické zloženie (celkový obsah polyfenolov, celkový obsah flavonoidov) a stanoviť hodnoty antioxidačnej aktivity vo vybraných produktoch z plodov arónie čiernej (*Aronia melanocarpa* L.) vzhľadom na vplyvy konzervácie (džem, šťava, sušený, lyofilizovaný, mrazený plod).

## Materiál a metodika

### Biologický materiál

Do práce sme vybrali 5 produktov z *Aronia melanocarpa* L.. Džem, 100% ovocná šťava, sušené plody arónie, lyofilizované plody arónie boli komerčne získané z obchodnej siete od slovenských výrobcov a mrazený plod z Botanickéj záhrady SPU v Nitre, SR.

### Stanovenie antioxidačnej aktivity

Antioxidačná aktivita bola stanovená podľa Brand-Wiliamsa (1995) použitím DPPH metódy (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl). Vzorky vybraných produktov v množstve 0,2 g boli navážené na váhach Boeco Germany (EU). Po extrakcii vzorky v 20 ml 80 % etanolu, pretrepaní (2 hodiny na trepačke) a filtrovaní sme extrakty použili na meranie. Do 3,6 ml etanolického roztoku DPPH radikálu (0,025 g.dm<sup>-3</sup>) sme pridali 0,4 ml vzorky a 10 minút nechali stáť v tme a následne sme zaznamenali absorbanciu na spektrofotometri Jenway – 6405 UV/Vis. Eliminácia radikálov DPPH sa prejavila znížením absorbancie meranej pri 515 nm. Antioxidačná aktivita bola vyjadrená ako % inhibície DPPH radikálu. Účinnosť vzorky (%) bola vypočítaná podľa vzorca:

$$\% \text{ inh} = \frac{(A_C - A_{At})}{A_C} \cdot 100$$

inh – inhibícia DPPH- radikálov vyjadrená v percentách; AC – absorbancia kontroly v čase t = 0 minút (roztok DPPH, 0,700); AAt – absorbancia za prítomnosti antioxidantu v čase t = 10 minút; 0-29 % - slabá antioxidačná aktivita (AA); 30-59 % – stredne silná AA; nad 60 % silná AA

### Stanovenie celkových polyfenolových látok

Obsah polyfenolových látok bol stanovený metódou s použitím Folin– Ciocalteu činidla (Lachman et al. 1998). Pri vlnovej dĺžke 700 nm oproti slepému roztoku sme zistili absorbanciu. Obsah polyfenolov ako ekvivalent kyseliny galovej v mg GAE.g<sup>-1</sup> (GAE – ekvivalent kyseliny galovej) sme vypočítali z nasledovného vzťahu:

$$\text{Obsah polyfenolov} = \frac{A_{700} - 0,0012}{0,0009}$$

Výsledná hodnota sa vydelení 50.

## Stanovenie celkového obsahu flavonoidov

Celkový obsah flavonoidov bol stanovený pomocou modifikovanej Willettovej metódy. Množstvo 0,5 ml vzorky bolo zmiešaných s 0,1 ml 10 % (hm./obj.) etanolového roztoku chloridu hlinitého, 0,1 ml 1 M octanu draselného a 4,3 ml destilovanej vody. Po 30 minútach v tme bola meraná absorbančia pri 415 nm pomocou spektrofotometra Jenway (6405 UV/Vis, Anglicko). Ako štandard bol použitý kvercetín (0,5 – 20 mg/l;  $R^2 = 0,989$ ) a výsledky boli vyjadrené v mg.g-1 ekvivalentoch kvercetínu.

## Výsledky a diskusia

Ovocie sa konzumuje prevažne v čerstvom stave po krátky čas, ale konzervuje sa a predáva v spracovanom stave po celý rok. Bobule sa konzervujú chladením, mrazením, sušením, zaváraním alebo spracovaním na džemy, želé a šťavy. V tab. 1 sú uvedené výsledky práce pre každý skúmaný parameter pri vybraných spôsoboch úpravy arónie *mellanocarpa* L. Výsledky stanovenia antioxidačnej aktivity vo vybraných potravinových produktoch z arónie sa pohybovali v rozmedzí od 83,33-89,86 %. Na základe meraní bolo stanovené nasledovné poradie vzoriek podľa inhibície DPPH radikálu: mrazená arónia > džem z arónie > sušená arónia > lyofilizovaná arónia > aróniová šťava. Rovnako uvádzajú Lidiková et al. (2025), že po pridaní sacharózy došlo aj k štatisticky významnému zvýšeniu hodnôt AA stanovených metódou DPPH. Vplyv prídania sacharidov na obsah bioaktívnych zlúčenín sledovali aj Benedek et al. (2020), ktorí uvádzajú, že antioxidačná aktivita nebola významne ovplyvnená vplyvom cukru v džemoch a zaznamenali mierny nárast obsahu celkových polyfenolov. Pri hodnotení ich obsahu sú však výsledky medzi rôznymi štúdiami nekonzistentné, pretože obsah polyfenolov v rôznych druhoch bobúľ sa môže znížiť (Chaovanalikit and Wrolstad, 2004), zvýšiť (Urbanyi and Horti, 1992; de Ancos et al., 2000) alebo zostať nezmenený (Cocetta et al., 2015; Khattab et al., 2015). Naše pozorovania ukazujú nasledovné poradie vzoriek: aróniová šťava > sušená arónia > džem z arónie > lyofilizovaná arónia > mrazená arónia. Zvýšenie obsahu polyfenolov sa pripisuje hlavne bunkovej degradácii, ktorá spôsobuje uvoľňovanie polyfenolov z bunkovej štruktúry a zvyšuje extrahovateľnosť (Sablani, 2015). To môže vysvetľovať pozorovaný nárast a následný pokles fenolov v bobuliach arónie, keďže sa zvyšuje rýchlosť degradácie voľných polyfenolov. Mrazenie  $-20 \pm 2^\circ\text{C}$  má však veľmi odlišný vplyv na testované ovocie; v prípade ríbezlí klesá obsah flavonoidov až o 51 %, v prípade čiernych čoho? bez ohľadu na teplotu mrazenia, zatiaľ čo v prípade malín, moruší a černíc nedochádza k žiadnym zmenám pri teplote  $-180^\circ\text{C}$ , čo prakticky zachováva ich obsah, a pri teplote  $-800^\circ\text{C}$  klesá až na -33 %. Ako sme zistili v našej práci, najvyšší celkový obsah flavonoidov bol stanovený v lyofilizovanej arónii (10,54 mg QE.g-1 FM), nasledovala aróniová šťava (7,15 mg QE.g-1 FM) aj ďalšie horné indexy a ostatné produkty, ktorých hodnoty boli podstatne nižšie ako mrazená arónia (2,19 mg QE.g-1 FM), sušená arónia (2,16 mg QE.g-1 FM) a džem z arónie (1,22 mg QE.g-1 FM). Obmedzenia spektrofotometrickej metódy neumožňujú detailne popísať tieto výsledky, pretože by mohli byť dostupné iba chromatograficky uvádzajú Biswas et al. (2013).

**Tab.1 Obsah bioaktívnych zlúčenín v konzervovaných vzorkách z arónie čiernej (*Aronia melanocarpa* L.)**

| Vzorka               | Antioxidačná aktivita (%) | Celkový obsah polyfenolov (mg GAE.kg-1) | Celkový obsah polyfenolov (mg GAE.kg-1) |
|----------------------|---------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| Džem                 | 89,11                     | 24,34                                   | 1,22                                    |
| Lyofilizovaná arónia | 86,81                     | 21,17                                   | 10,54                                   |
| Mrazená arónia       | 89,86                     | 14,97                                   | 2,19                                    |
| Aróniová šťava       | 83,33                     | 33,26                                   | 7,15                                    |
| Sušená arónia        | 88,80                     | 27,45                                   | 2,16                                    |

## Záver

Výsledky našej práce naznačujú, že konzumácia arónie čiernej (*Aronia melanocarpa* L.), konzervovanej, ktorá je zdrojom bioaktívnych zlúčenín, môže mať niekoľko zdravotných benefitov. Vyznačuje sa vysokým obsahom bioaktívnych zlúčenín (polyfenoly, flavonoidy) a silnými antioxidačnými vlastnosťami. Mrazením dochádza v bobuliach arónie k miernemu zníženiu polyfenolov, ale absolútne extrahovateľné polyfenoly sú stabilné až 8 mesiacov mrazeného skladovania. Hodnoty antioxidačnej aktivity stanovené metódou DPPH boli vo všetkých analyzovaných vzorkách arónie čiernej nad 60 %, čo dáva možnosť jej začlenená ako funkčnej zložky do potravín a výživových doplnkov a možnosti jej použitia v potravinárskom aj farmaceutickom priemysle.

## Podakovanie:

Táto práca bola financovaná z projektov APVV-19-0243, KEGA 011 SPU-4/2026 a KEGA 015 SPU-4/2026.

## Literatúra:

1. BENEDEK, C., BODOR, Z., MERRILL, V.T., KÓKAI, Z., GERE, A., KOVACS, Z., ABRANKÓ, L.: 2020. Effect of sweeteners and storage on compositional and sensory properties of blackberry jams. In *European Food Research and Technology*, vol. 246, pp. 2187–2204, [doi.org/10.1007/s00217-020-03564-2](https://doi.org/10.1007/s00217-020-03564-2).
2. BENVENUTI, S., PELLATI, F., MELEGARI, M., et al.: 2004. Polyphenols, anthocyanins, ascorbic acid, and radical scavenging activity of rubus, ribes, and aronia. In *Journal Food Sci.*, vol. 69, pp. 164–169, [doi: 10.1111/j.1365-2621.2004.tb13352.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb13352.x).
3. COCETTA, G., MIGNANI, I., SPINARDI, A.: 2015. Effects of long-term storage on highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) antioxidant quality. In *Acta Horticulturae*, 2015, vol. 61, no. 1071, pp. 477–482, [doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1071.61](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1071.61).
4. DAVIDSON, M.H., MCDONALD, M.D., MCDONALD, A.: 1998. Fiber: forms and functions. In *Nutr. Res.*, vol. 18, no. 4, pp. 617–624.
5. DE ANCOS, B., IBAÑEZ, E., REGLERO, G., CANO, M. P.: 2000. Frozen storage effects on anthocyanins and volatile compounds of raspberry fruit. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2000, vol. 48, no. 3, pp. 873–879, [doi.org/10.1021/jf990747c](https://doi.org/10.1021/jf990747c).
6. DUPÁK, R., KALAFOVÁ, A., SCHNEIDGENOVÁ, M., IVANIŠOVÁ, E., BRINDZA, J., CAPCAROVÁ, M.: 2020. Antioxidant activity and hypoglycaemic effect of cornelian cherry stone in diabetic rats. In *Lucrări științifice. Zootehnie și biotehnologii*, vol. 53, no. 6, pp. 164–167. ISSN 1841-9364.
7. CHAOVANALIKIT, A., WROLSTAD, R. E.: 2004. Total anthocyanins and total phenolics of fresh and processed cherries and their antioxidant properties. In *Journal of Food Science*, vol. 69, no. 1, pp. FCT67–FCT72, [doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb17858.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2004.tb17858.x).
8. IVANIŠOVÁ, E., KALAFOVÁ, A., KAČÁNIOVÁ, M., GRYGORIEVA, O. V.: 2023. Antioxidant and antimicrobial activity of selected kind of sprouts. In *ASC 2023. Bingöl, Bingöl University*, 2023, s. 2. ISBN 978-625-94351-0-7
9. KHATTAB, R., CELLI, G. B., GHANEM, A., BROOKS, M. S.-L.: 2015. Effect of frozen storage on polyphenol content and antioxidant activity of haskap berries (*Lonicera caerulea* L.). In *Journal of Berry Research*, vol. 5, no. 4, pp. 231–242, [doi.org/10.3233/JBR-150105](https://doi.org/10.3233/JBR-150105).
10. KING ET AL.: 2022. Refrigerated and frozen storage impact aronia berry quality. In *Food Production, Processing and Nutrition*, vol. 4, no. 3, [doi.org/10.1186/s43014-021-00080-y](https://doi.org/10.1186/s43014-021-00080-y).
11. KOSMALA, M., KOŁODZIEJCZYK, K., MARKOWSKI, J., MIESZCZAKOWSKA, M., GINIES, C., RENARD, C.M.G.C.: 2010. Co-products of black-currant and apple juice production: hydration properties and polysaccharide composition. In *LWT—Food Sci. Technol.*, vol. 43, no. 1, pp. 173–180, [doi:10.1016/j.lwt.2009.06.016](https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.06.016).

12. KULLING, S.E., RAWEL, H.M.: 2008. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – a review on the characteristic components and potential health effects. In *Planta Med.*, vol. 74, no. 13, pp. 1625-1634, doi: [10.1055/s-0028-1088306](https://doi.org/10.1055/s-0028-1088306).
13. LIDIKOVÁ, J., ČERYOVÁ, N., MUSILOVÁ, J., VOLLMANNOVÁ, A., TÓTH, T., GRYGORIEVA, O., BRINDZA, J.: 2025. Antioxidant Activity, Polyphenol, and Anthocyanin Content of Black Chokeberry (*Aronia Melanocarpa* L.). In *Microbiol Biotech Food Sci*, vol. 14, no. 4, pp. e11620, doi.org/10.55251/jmbfs.11620.
14. MAKARENKO, M.: 2008. Marek's juice, czyli Polska potęgą aronii. In *Gazeta Wyborcza*.
15. NAWIRSKA, A., KWAŚNIEWSKA, M.: 2005. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. In *Food Chem.*, vol. 91, no. 2, pp. 221-225, doi: [10.1016/j.foodchem.2003.10.005](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.10.005).
16. OSZMIANŃSKI, J., WOJDYŁO, A.: 2005. *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. *Eur. In Food Res. Technol.*, vol. 221, no. 6, pp. 809-813, doi: [10.1007/s00217-005-0002-5](https://doi.org/10.1007/s00217-005-0002-5).
17. PLATONOVA, E.Y., SHAPOSHNIKOV, M.V., LEE, H.Y., LEE, J.H., MIN, K.J., MOSKALEV, A.: 2021. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) extracts in terms of geroprotector criteria. In *Trends in Food Science & Technology*, vol. 114, pp. 570-584, doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.020.
18. SANLIER, N., CINAR, E. N.: 2025. Aronia berry (*Aronia melanocarpa* L.) as a bioactive treasure: Insights into its health-promoting effects. In *Journal of Functional Foods*, vol. 135, Article 107116, doi.org/10.1016/j.jff.2025.107116.
19. SIDOR, A., DROŻDŻYŃSKA, A., GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A.: 2019. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) and its products as potential health-promoting factors-an overview. In *Trends Food Sci. Tech.*, vol. 89, pp. 45-60, doi: [10.1016/j.tifs.2019.05.006](https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.006).
20. SIDOR, A., GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A.: 2019. Black chokeberry *Aronia melanocarpa* L.—a qualitative composition, phenolic profile and antioxidant potential. In *Molecules*, vol. 24, pp. 3710, <https://doi.org/10.3390/molecules24203710>.
21. SLAVIN, J.L.: 2005. Dietary fiber and body weight. In *Nutrition*, vol. 21, no. 3, pp. 411-418, doi: [10.1016/j.nut.2004.08.018](https://doi.org/10.1016/j.nut.2004.08.018).
22. SLIMESTAD, R., TORSKANGERPOLL, K., NATELAND, H.S., JOHANNESSEN, T., GISKE, N.H.: 2005. Flavonoids from black chokeberries, *Aronia melanocarpa*. In *J. Food Compos. Anal.*, vol. 18, no. 1, pp. 61-68, doi: [10.1016/j.jfca.2003.12.003](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2003.12.003).
23. ŠIMKOVÁ, P., KALAFOVÁ, A., SCHNEIDGENOVÁ, M., JASZCZA, K., GREIFOVÁ, H., CAPCAROVÁ, M.: 2025. Prevention of glucose toxicity after cornelian cherry and bee bread treatment in spontaneous animal model of diabetes. In *Archives of Ecotoxicology*. vol.7, (2), pp. 48-52. ISSN 2644-4747.
24. SABLANI, S. S.: 2015. Freezing of fruits and impact on anthocyanins. In *Processing and Impact on Active Components in Food*, vol., 18, pp., 147–156, doi.org/10.1016/B978-0-12-404699-3.00018-4.
25. URBANYI, G., HORTI, K.: 1992. Changes in surface colour of the fruit and of the anthocyanin content of sour cherries during frozen storage. In *Acta alimentaria* (Budapest), vol., 21, no., 3–4, pp. 307–323.
26. WANGENSTEEN, H., BRÄUNLICH, M., NIKOLIĆ, V., KARL EGIL MALTERUD, K. E.: 2014. Anthocyanins, proanthocyanidins and total phenolics in four cultivars of aronia: antioxidant and enzyme inhibitory effects. In *Journal Functional. Foods*, vol., 7, pp. 746-752, doi: [10.1016/j.jff.2014.02.006](https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.02.006).
27. WILLET, W.C.: 2002. Balancing life-style and genomic research for disease prevention. In *Science*, vol., 292, pp. 695-698, doi: [10.1126/science.1071055](https://doi.org/10.1126/science.1071055).

## ANTIOXIDAČNÁ AKTIVITA A CELKOVÝ OBSAH POLYFENOLOV VO VYBRANÝCH PROBIOTICKÝCH PRÍPRAVKOCH

### ANTIOXIDANT ACTIVITY AND TOTAL POLYPHENOL CONTENT IN SELECTED PROBIOTIC PREPARATIONS

Anna Kalařová<sup>1</sup>, Monika Schneidgenová<sup>1</sup>, Patricia Šimková<sup>1</sup>, Eva Ivaniřová<sup>2</sup>, Marcela Capcarová<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Applied Biology, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic

<sup>2</sup>Institute of Food Sciences, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovak Republic

#### Abstract

Given the current search for natural antioxidants, probiotics are enjoying growing scientific interest and facing growing industrial demand. This study was conducted with the aim of evaluating 5 probiotic candidates: 1. 5 strains of lactobacilli and bifidobacteria, 5 billion live bacteria in 1 capsule, digestive enzymes (bromelain, lipase, amylase), prebiotic fructooligosaccharides, vitamin C; 2. composed of organic inulin, organic rice starch, probiotic cultures-Bifidobacterium infantis, Bifidobacterium animalis subsp. lactis, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus reuteri, Streptococcus thermophilus; 3. contains inulin fiber, vitamins D3 and B9 and 3 different colonies of Lactobacillus Acidophilus, Lactobacillus Gasseri and Lactobacillus Rhamnosus; 4. is a Bulgarian natural water probiotic that contains probiotic strains (live cells of Lactobacillus bulgaricus and Streptococcus thermophilus) isolated from spring water in Bulgaria; 5. probiotic complex of 11 strains of lactobacilli and bifidobacteria combined with the prebiotic inulin and vitamin C with significant antioxidant activity and at the same time evaluating their total polyphenol content. Extracts were prepared by shaking 0.2 g of homogenized sample in 80% methanol for 2 hours. Antioxidant activity was determined by the DPPH method, using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl and methanol. DPPH solution (3.9 ml) was pipetted into cuvettes, and the absorbance was measured at a wavelength of 515.6 nm, using a Shimadzu UV- 1800 UV/ Visible Scanning Spectrophotometer (Shimadzu, Japan). Total polyphenol content was determined spectrophotometrically using the Follin-Ciocalteu reagent. Absorbance was measured at a wavelength of 700 nm against a blank solution. The higher polyphenol content and thus higher antioxidant activity were recorded primarily in probiotic preparations with a complex of various probiotic colonies and vitamins. Other studies are also needed to reveal the complete antioxidative potential of potential probiotics.

#### Keywords:

probiotic, antioxidant, polyphenols

#### Úvod

Okrem dlhej histórie konzumácie baktérií mliečneho kvasenia sa uvádza, že probiotické kmene patriace do rodov Lactobacillus a Bifidobacterium majú rad vlastností podporujúcich zdravie (Rossi a Amaretti 2010). Výsledky štúdií ukázali, že vybrané kmene laktobacilov a bifidobaktérií majú antioxidačné vlastnosti (Shimamura et al. 1992; Lin a Yen 1999; Kullisaar et al. 2002; Wang et al. 2006; Zanoni et al. 2008; Uřková a Kravčenko 2009; Spyropoulos et al. 2011) a možno ich použiť na prípravu probiotík a fermentovaných mliečnych výrobkov, ktoré zlepřujú celkový antioxidačný stav a znižujú markery oxidačného stresu u ľudí (Naruszewicz et al. 2002; Songisepp et al. 2005; Virtanen et al. 2007). Metabolické aktivity probiotík môžu mať antioxidačný účinok prostredníctvom zachytávania oxidačných zlúčenín alebo prevencie ich tvorby v čreve (Azcarate-Peril et al. 2011). Schopnostiam probiotických baktérií vykonávať antioxidačnú aktivitu bola venovaná určitá pozornosť, doteraz bolo publikované len obmedzené množstvo porovnávacích prác tejto funkcie. Cieľom našej práce bolo zhodnotenie obsahu polyfenolov a sledovanie celkovej antioxidačnej aktivity v náhodne vybraných probiotických produktoch a prispieť k vyplneniu medzery v tejto oblasti.

## Materiál a metodika

Päť náhodne vybraných vzoriek probiotických prípravkov: 1. 5 kmeňov laktobacilov a bifidobaktérií, 5 miliárd živých baktérií v 1 tobolke, tráviace enzýmy (bromelaín, lipáza, amyláza), prebiotické fruktooligosacharidy, vitamín C; 2. bio inulín, bio ryžový škrob, probiotické kultúry: Bifidobacterium infantis, Bifidobacterium animalis subsp. lactis, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus reuteri, Streptococcus thermophilus; 3. ženy obsahuje vlákninu inulín, vitamín D3 a B9 a 3 rôzne kolónie Lactobacillus Acidophilus, Lactobacillus Gasseri a Lactobacillus Rhamnosus; 4. Bulharské prírodné vodné probiotikum, ktoré obsahuje probiotické kmene (živé bunky Lactobacillus bulgaricus a Streptococcus thermophilus) izolované z pramenitej vody v Bulharsku; 5. probiotický komplex 11 kmeňov laktobacilov a bifidobaktérií v kombinácii s prebiotikom inulínom a vitamínom C. Príprava vzoriek pozostávala z navážky 0,2 g a jej extrakcii v 20 ml 80 % etanolu počas 2 hodín na trepačke. Po filtrácii mohli byť extrakty použité na meranie. Celkový obsah polyfenolov sme stanovili spektrofotometricky s využitím Follin-Ciocalteuovho činidla (Lachman et al. 1998). Absorbanciu sme namerali pri vlnovej dĺžke 700 nm oproti slepému roztoku. Obsah polyfenolov ako ekvivalent kyseliny galovej v mg GAE.g-1 (GAE – ekvivalent kyseliny galovej) sme vypočítali z nasledovného vzťahu:

$$\text{Obsah polyfenolov} = \frac{A_{700} - 0,0012}{0,0009}$$

Výsledná hodnota sa vydolí 50.

Podľa Brand-Williamsa (1995) sme stanovili antioxidačnú aktivitu s použitím metódy DPPH (2,2-difenyl-1-pikrylhydrazyl). Eliminácia radikálov DPPH sa prejavila znížením absorbancie meranej pri vlnovej dĺžke 515 nm. Antioxidačná aktivita bola vyjadrená ako % inhibície DPPH radikálu.

## Výsledky a diskusia

Tab.1 Namerané hodnoty celkového obsahu polyfenolov vo vybraných probiotických prípravkoch

| Vzorky | Celkový obsah polyfenolov (mg.kg-1) |
|--------|-------------------------------------|
| 1      | 5,78                                |
| 2      | 1,97                                |
| 3      | 8,05                                |
| 4      | 0,63                                |
| 5      | 11,85                               |

Tab. 2 Namerané hodnoty antioxidačnej aktivity vybraných probiotických prípravkov

| Vzorky | Antioxidačná aktivita (%) |
|--------|---------------------------|
| 1      | 92,00                     |
| 2      | 15,00                     |
| 3      | 52,71                     |
| 4      | 18,00                     |
| 5      | 87,77                     |

Za určitých okolností obranný systém nedokáže telo chrániť pred oxidačným stresom; preto sa možnosť zvýšenia antioxidačnej obrany považuje za dôležitú pri udržiavaní ľudského zdravia a prevencii chorôb (Serafini a Del Rio 2004). Antioxidačné mechanizmy probiotík by sa dali pripísať zachytávaniu ROS, chelácii kovových iónov, inhibícií enzýmov a redukčnej aktivity rovnako aj inhibícií autooxidácie askorbátu (Lin a Yen 1999; Talwalkar a Kailasapathy 2003). Celkový obsah polyfenolov v sledovaných vzorkách sa pohyboval od 0,63 do 11,85 mg.kg<sup>-1</sup> (Tab.1). Výsledky stanovenia antioxidačnej aktivity vo vzorkách sa pohybovali v rozmedzí od 15 do 92 % (Tab.2). Medzi látky zodpovedné za antioxidačnú schopnosť patria vitamín C a polyfenoly. Pri porovnávaní nami vybraných probiotických prípravkov vo vzorkách s nízkym obsahom polyfenolov boli hodnoty antioxidačnej aktivity slabé (0 - 29). Prípravky 2 a 4, ktoré sú zložené výhradne z probiotických kultúr, mali namerané hodnoty v sledovaných parametroch nižšie. Naopak u probiotických prípravkov s prídavkom vitamínu D3 a B9 ako sú 3, 1 a aj 5 s vitamínom C sme zistili vyššie hodnoty. Amaretti et al. (2013) uvádzajú, že niektoré kmene *Bifidobacterium animalis* subsp. *Lactis*, *Lactobacillus brevis*, v rámci laktobacilov a bifidobaktérií boli použité na prípravu potenciálne antioxidačnej probiotickej formulácie. Tieto zistenia nie sú zhodné s našimi výsledkami. Na druhej strane však podľa Spyropolousa et al. (2011) môžu probiotiká konkrétne posilniť antioxidačnú obranyschopnosť hostiteľa, produkovať a uvoľňovať GSH a vitamíny, ktoré sa vstrebávajú a distribuujú v organizme. Výsledky Kim et al. (2013) ukázali, že vybrané probiotické kmene (*B. animalis* subsp. *lactis* MG741, *B. breve* MG729, *L. reuteri* MG505 a *L. rhamnosus* MG316) môžu byť dobrými kandidátmi ako zložky potravín k zmierneniu symptómov súvisiacich s oxidačným stresom.

## Záver

Hoci sa rôzne kmene laktobacilov a bifidobaktérií v súčasnosti používajú v mnohých doplnkoch zdravej výživy, ich antioxidačné aktivity boli relatívne slabo identifikované. Na základe našich zistení môžeme konštatovať, že vyšší obsah polyfenolov a tým aj vyššia antioxidačná aktivita boli zaznamenané predovšetkým v probiotických prípravkoch s komplexom rôznych probiotických kolónií a s vitamínmi. Výsledky boli získané a spracované na základe meraní študentov v rámci predmetu metabolizmus bioaktívnych látok.

## Podakovanie:

Táto práca bola financovaná z projektov APVV-19-0243, KEGA 011 SPU-4/2026 a KEGA 015 SPU-4/2026.

## Literatúra:

1. AMARETTI, A., M. DI NUNZIO, M., POMPEI, A., RAIMONDI, S., ROSSI M., AND BORDONI A. 2013. Antioxidant properties of potentially probiotic bacteria: in vitro and in vivo activities. In *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 97, pp. 809-817 doi: [10.1007/s00253-012-4241-7](https://doi.org/10.1007/s00253-012-4241-7).
2. AZCÁRATE-PERIL, M. A., SIKES, M., BRUNO-BÁRCENA, J.M. 2011. The intestinal microbiota, gastrointestinal environment and colorectal cancer: a putative role for probiotics in prevention of colorectal cancer? In *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*, vol. 301, pp. G401-424. doi: [10.1152/ajpgi.00110](https://doi.org/10.1152/ajpgi.00110).
3. BRAND-WILLIAMS, W., CUVELIER, M. E., & BERSET, C. L. W. T. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. In *LWT-Food science and Technology*, vol. 28, no. 1, pp. 25-30, doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5.
4. HYEMIN, K., JIN-SEONG, K., YONG GYEONG, K., YULAH, J., JI-EUN K., NAM-SOO P., AND CHANG-HO, K.. 2020. Antioxidant and Probiotic Properties of Lactobacilli and Bifidobacteria of Human Origins. In *Biotechnology and Bioprocess Engineering*, vol. 25, pp. 421-430 doi [10.1007/s12257-020-0147-x](https://doi.org/10.1007/s12257-020-0147-x) pISSN 1226-8372 eISSN 1976-3816.

5. KULLISAR, T., ZILMER, M., MIKELSAAR, M., VIHALEMM, T., ANNUK, H., KAIRANC, C., KILK, A. 2002 Two antioxidative lactobacilli strains as promising probiotics. *Int J Food Microb*, vol. 72, pp. 215-224. doi:10.1016/S0168-1605(01)00674-2.
6. LACHMAN, J., HOSNEDL, V., PIVEC, V., ORSÁK, M. 1998. Polyphenols in Cereals and Their Positive and Negative Role in Human and Animal Nutrition. In *Proc. of Conf. Cereals for Human Health and Preventive Nutrition*, pp. 118-125.
7. LIN, M. Y., YEN, C.L. 1999. Antioxidative ability of lactic acid bacteria. In *J Agric Food Chem*, vol. 47, pp. 1460-1466, doi: 10.1021/jf981149I.
8. NARUSZEWCZ, M., JOHANSSON, M.L., ZAPOLSKA-DOWNAR, D., BUKOWSKA, H. 2002. Effect of *Lactobacillus plantarum* 299v on cardiovascular disease risk factors in smokers. In *Am J Clin Nutr*, vol. 76, pp. 1249-1255. doi: 10.1093/ajcn/76.6.1249.
9. ROSSI, M., AMARETTI, A. 2010. Probiotic properties of bifidobacteria. In Mayo B, van Sinderen D (eds) *Bifidobacteria: Genomics and Molecular Aspects*. In Horizon Scientific Press, Rowan House, UK, pp. 97-123, ISBN: 978-1-904455-68-4.
10. SERAFINI, M., DEL RIO, D. 2004. Understanding the association between dietary antioxidants, redox status and disease: is the Total Antioxidant Capacity the right tool? In *Redox Rep*, vol. 9, pp. 145-152. doi: 10.1179/135100004225004814.
11. SHIMAMURA, S., ABE, F., ISHIBASHI, N., MIYAKAWA, H., YAESHIMA, T., ARAYA, T., TOMITA, M. 1992. Relationship between oxygen sensitivity and oxygen metabolism of *Bifidobacterium* species. In *J Dairy Sci*, vol. 75, pp. 3296-3306. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(92)78105-3.
12. SONGISEPP, E., KALS, J., KULLISAAR, T., MÄNDAR, R., HÜTT, P., ZILMER, M., MIKELSAAR, M. 2005. Evaluation of the functional efficacy of an antioxidative probiotic in healthy volunteers. In *Nutr J* 4: 22. doi:10.1186/1475-2891-4-22.
13. SPYROPOULOS, B.G., MISIAKOS, E.P., FOTIADIS, C., STOIDS, C.N. 2011. Antioxidant properties of probiotics and their protective effects in the pathogenesis of radiation-induced enteritis and colitis. In *Dig Dis Sci*, vol. 56, pp. 285-294. doi: 10.1007/s10620-010-1307-1.
14. TALWALKAR, A., KAILASAPATHY, K. 2003. Metabolic and biochemical responses of probiotic bacteria to oxygen. In *J Dairy Sci*, vol. 86, pp. 2537-2546. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73848-X.
15. USKOVA, M.A., KRAVCHENKO, L.V. 2009. Antioxidant properties of lactic acid bacteria-probiotic and yogurt strains. In *Vopr Pitan*, vol. 78, pp. 18-23.
16. VIRTANEN, T., PIHLANTO, A., AKKANEN, S., KORHONEN, H. 2007. Development of antioxidant activity in milk whey during fermentation with lactic acid bacteria. In *J Appl Microbiol*, vol. 102, pp. 106-115. doi:10.1111/j.1365-2672.2006.03072.x.
17. ZANONI, S., POMPEI, A., CORDISCO, L., AMARETTI, A., ROSSI, M., MATTEUZZI, D. 2008. Growth kinetics on oligo- and polysaccharides and promising features of three antioxidative potential probiotic strains. In *J Appl Microbiol*, vol. 105, pp. 1266-1276, doi: 10.1111/j.1365-2672.2008.03860.x.
18. WANG, Y.C., YU, R.C., CHOU, C.C. 2006. Antioxidative activities of soymilk fermented with lactic acid bacteria and bifidobacteria. In *Food Microbiol*, vol. 23, pp. 128-135. doi: 10.1016/j.fm.2005.01.020.

 **POTENCIÁL RASTLINNÝCH ZMESÍ PRI PODPORE METABOLICKÉHO ZDRAVIA**

**Eva Kováčiková, Gabriela Karhútová, Liliana Hnatová, Katarína Fatrcová-Šramková, Dominika Lenická, Jana Kopčeková, Zuzana Kňažická**

Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

**ABSTRAKT**

Obezita predstavuje závažné civilizačné ochorenie 21. storočia úzko späté s oxidačným stresom, chronickým nízkostupňovým zápalom a inzulínovou rezistenciou. V kontexte jej prevencie a manažmentu sa čoraz väčšia pozornosť venuje rastlinným bioaktívnym látkam, predovšetkým polyfenolom a flavonoidom, ktoré môžu modulovať metabolické procesy prostredníctvom antioxidantného pôsobenia, inhibície adipogenézy a ovplyvnenia aktivity tráviacich enzýmov. Cieľom našej práce bolo zhodnotiť biologický potenciál jedenástich komerčne dostupných čajovínových zmesí deklarovaných ako podporných pri redukcii telesnej hmotnosti. Vzorky boli analyzované z hľadiska celkovej antioxidantnej aktivity (metóda DPPH), celkového obsahu fenolických látok (Folin-Ciocalteuova metóda, vyjadrené v mg GAE/dávka) a schopnosti inhibovať aktivitu tráviaceho enzýmu  $\alpha$ -amylázy in vitro. Výsledky poukázali na výrazné rozdiely medzi vzorkami. Antioxidantná aktivita sa pohybovala od  $1,59 \pm 0,69\%$  do  $53,92 \pm 0,84\%$  inhibície DPPH, pričom najvyššiu hodnotu dosiahla zmes s ibištekom sudánskym, sennou a medovkou lekárskou. Celkový obsah fenolických látok sa pohyboval od  $19,69 \pm 2,28$  do  $145,90 \pm 8,20$  mg GAE/dávka, s maximom pri vzorkách obsahujúcich čaj Pu-erh. Inhibičný účinok na  $\alpha$ -amylázu bol u všetkých vzoriek mierny ( $87,61$ – $96,07\%$  zvyškovej aktivity) a štatisticky nevýznamný. Získané výsledky naznačujú, že vybrané čajovínové zmesi predstavujú perspektívny, dostupný zdroj bioaktívnych látok s antioxidantným potenciálom využiteľným v prevencii obezity, avšak ich efekt je podmienený botanickým zložením a musí byť súčasťou komplexnej zmeny životného štýlu.

**Kľúčové slová:**

obezita, čajovínové zmesi, polyfenoly, antioxidantná aktivita,  $\alpha$ -amyláza, DPPH, bioaktívne látky

**ÚVOD**

Obezita v súčasnosti predstavuje jeden z najzávažnejších globálnych zdravotných a spoločenských problémov a radí sa medzi kľúčové civilizačné ochorenia 21. storočia. Jej patofyziológia je úzko spojená s nadmernou akumuláciou tukového tkaniva, rozvojom inzulínovej rezistencie, chronickým nízkostupňovým zápalom a oxidačným stresom. Tieto faktory priamo vedú k vzniku ďalších komorbidít, akými sú diabetes mellitus 2. typu, dyslipidémia a závažné kardiovaskulárne ochorenia. Obezita patrí medzi chronické multifaktoriálne ochorenia, ktoré WHO klasifikuje podľa BMI, pričom hodnoty  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> indikujú obezitu s ďalším rozdelením na stupne závažnosti (Bray et al., 2017).

V modernej prevencii a manažmente obezity sa čoraz väčšia pozornosť venuje funkčným zložkám potravín. Významnú úlohu zohrávajú rastlinné bioaktívne látky, predovšetkým polyfenoly a flavonoidy. Tieto fytochemikálie pôsobia ako silné antioxidanty, potláčajú adipogenézu, stimulujú termogenézu, modulujú zloženie črevnej mikrobioty a môžu ovplyvňovať aktivitu tráviacich enzýmov podieľajúcich sa na metabolizme sacharidov a lipidov (Aloo et al., 2023; Tufail et al., 2025). Čaje a čajovínové zmesi patria celosvetovo medzi najčastejšie konzumované nápoje, a preto predstavujú mimoriadne dostupný a prirodzený zdroj týchto prospešných zlúčenín.

Hlavným zámerom práce bolo analyzovať a zhodnotiť biologický potenciál vybraných komerčne dostupných čajovínových zmesí deklarovaných ako podporné prostriedky pri redukcii telesnej hmotnosti. Konkrétne sa sledovala celková antioxidantná kapacita, celkový obsah fenolických látok a schopnosť vzoriek in vitro inhibovať aktivitu tráviaceho enzýmu  $\alpha$ -amylázy.

## MATERIÁL A METODIKA

Do skúmania bolo zaradených jedenásť vzoriek rôznych čajovinových zmesí zakúpených v kamenných lekárnach a internetových obchodoch na území Slovenska. Vzorky boli pripravené formou horúcich vodných nálevov podľa inštrukcií výrobcov.

Celková antioxidačná aktivita bola stanovená spektrofotometricky metódou vychytávania radikálu DPPH podľa Brand-Williams et al. (1995), upravenou na mikroplatničkový formát (Kováčiková et al., 2025). Výsledky sú vyjadrené ako percento inhibície DPPH. Celkový obsah fenolických látok (TPC) bol stanovený Folin-Ciocalteuovou metódou podľa autorov Xiong et al. (2020), upravenou na mikroplatničkový formát, s kalibračnou krivkou kyseliny galovej ( $R^2 = 0,9922$ ). Výsledky sú vyjadrené v mg ekvivalentu kyseliny galovej (mg GAE) na jednu dávku čajoviny. Inhibičná aktivita voči  $\alpha$ -amyláze bola meraná s využitím komerčného kitu (ab283391; Abcam, Cambridge, UK) a vyjadrená ako percentuálna zvyšková aktivita enzýmu v porovnaní s kontrolou. Štatistické vyhodnotenie zahŕňalo jednosmernú analýzu rozptylu (one-way ANOVA) s Tukeyovým post-hoc testom, resp. Kruskal-Wallisov a Dunnov test pre neparametrické súbory ( $p \leq 0,05$ ), realizované v programe GraphPad Prism 8.0.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Získané analýzy odhalili výrazné a štatisticky významné rozdiely medzi skúmanými vzorkami, čo priamo odzrkadľuje ich rozmanité botanické zloženie.

Antioxidačná aktivita (% inhibície DPPH) sa pohybovala v širokých medziach, od  $1,59 \pm 0,69$  % po  $53,92 \pm 0,84$  %. Najvyššia hodnota bola zaznamenaná pri zmesi obsahujúcej kvet ibišteka sudánskeho (*Hibiscus sabdariffa*), sennový list (*Cassia senna*) a vňať medovky lekárskej (*Melissa officinalis*). Polyfenolové zlúčeniny ibišteka patria medzi bioaktívne látky s vysokou antioxidačnou účinnosťou – v klinických štúdiách sa preukázalo, že suplementácia extraktom z ibišteka môže zlepšovať telesnú kompozíciu a lipidový profil (Piccoli et al., 2025).

Celkový obsah fenolických látok (TPC) sa pohyboval od  $19,69 \pm 2,28$  mg GAE/dávka po  $145,90 \pm 8,20$  mg GAE/dávka. Najvyššie hodnoty TPC boli zaznamenané pri vzorkách obsahujúcich fermentovaný čaj Pu-erh (*Thea nigra*), ktorého polyfenolové zlúčeniny vznikajú enzymatickou oxidáciou katechínov. Konzumácia čajov bohatých na polyfenoly sa u ľudí spája s miernym poklesom telesnej hmotnosti a BMI (Amiot et al., 2016). Zaujímavé je, že vzorka č. 2 s najvyššou antioxidačnou aktivitou dosahovala relatívne nízky TPC ( $50,38 \pm 3,21$  mg GAE/dávka), čo naznačuje, že antioxidačný potenciál závisí od kvalitatívneho zloženia fenolického profilu, nielen od celkového množstva polyfenolov.

Aktivita  $\alpha$ -amylázy sa pohybovala v relatívne úzkom rozmedzí od  $87,61 \pm 1,25$  % do  $96,07 \pm 2,58$  %, pričom medzi vzorkami neboli zistené štatisticky významné rozdiely (Kruskal-Wallisov a Dunnov test). Najsilnejší inhibičný účinok vykazovala vzorka obsahujúca chaluha bublinatú (*Fucus vesiculosus*), sennový list, feniklový plod (*Foeniculum vulgare*), brezový list (*Betulae folium*) a koreň sladkého drievka (*Liquiritiae radix*). Celkovo však všetky skúmané čajoviny vykazovali iba mierny inhibičný vplyv na  $\alpha$ -amylázu, čo naznačuje, že priama blokáda trávenia škrobu nie je ich primárnym mechanizmom pri regulácii telesnej hmotnosti.

## ZÁVER

Zistenia potvrdzujú, že viaceré komerčne dostupné čajoviny určené na chudnutie disponujú významným antioxidačným potenciálom a obsahujú preukázateľne vysoký podiel fenolických látok, a to najmä ak obsahujú zložky ako Pu-erh alebo ibištek sudánsky. Ich schopnosť obmedziť vstrebávanie sacharidov priamou blokádou  $\alpha$ -amylázy in vitro je však obmedzená a štatisticky nevýznamná. Výsledný biologický efekt nie je daný len prítomnosťou jednotlivých zložiek, ale aj ich vzájomným synergickým pôsobením a spôsobom prípravy nálevu. Tieto funkčné rastlinné zmesi tak predstavujú perspektívny a bezpečný doplnok racionálnej výživy pri prevencii obezity, ale plnohodnotne fungujú len ako súčasť komplexnej zmeny životného štýlu. Pre presnejšie posúdenie ich klinickej účinnosti sú potrebné ďalšie in vivo a humánne intervenčné štúdie.

## PodĎakovanie:

Práca bola riešená v rámci projektu KEGA 029SPU-4/2026 a VEGA 1/0357/26.

## LITERATÚRA:

1. Aloo, S. O., Ofosu, F. K., Kim, N.-H., Kilonzi, S. M., & Oh, D.-H. (2023). Insights on dietary polyphenols as agents against metabolic disorders: Obesity as a target disease. *Antioxidants*, 12(2), 416. <https://doi.org/10.3390/antiox12020416>
2. Amiot, M. J., Riva, C., & Vinet, A. (2016). Effects of dietary polyphenols on metabolic syndrome features in humans: A systematic review. *Obesity Reviews*, 17(7), 573–586. <https://doi.org/10.1111/obr.12409>
3. Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
4. Bray, G. A., Kim, K. K., & Wilding, J. P. H. (2017). Obesity: A chronic relapsing progressive disease process. A position statement of the World Obesity Federation. *Obesity Reviews*, 18(7), 715–723. <https://doi.org/10.1111/obr.12551>
5. Kováčiková, E., Fatrcová-Šramková, K., Lenická, D., Kopčėková, J., & Kňazická, Z. (2025). Interná metodika analýzy antioxidačnej aktivity a celkového obsahu fenolických látok na mikropłatničkovom formáte. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.
6. Kristensen, M., Jensen, M. G., Aarestrup, J., Petersen, K. E., Søndergaard, L., Mikkelsen, M. S., & Astrup, A. (2012). Flaxseed dietary fibers lower cholesterol and increase fecal fat excretion, but magnitude of effect depend on food type. *Nutrition & Metabolism*, 9, 8. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-9-8>
7. Naseri, K., Saadati, S., Sadeghi, A., Ashtary-Larky, D., Asbaghi, O., Ghaemi, F., Pashayee-Khamene, F., Yari, Z., & de Courten, B. (2022). The efficacy of ginseng (*Panax*) on human prediabetes and type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 14(12), 2401. <https://doi.org/10.3390/nu14122401>
8. Piccoli, R., Almeida, D. V., & Tavares, R. G. (2025). Metabolic benefits of yerba mate and green tea: Experimental evaluation and molecular docking with lipid-regulating enzymes. *Biomedical and Biopharmaceutical Research*, 22(2), 1–24. <https://doi.org/10.19277/bbr.22.2.360>
9. Tufail, T., Saeed, F., Awuchi, C. G., Farooq, M. A., Asif, M., Arshad, M. U., Gondal, T. A., Ghumman, N., Asif, A., Muzaffar, A., & Imran, M. (2025). Role of phytonutrients in the prevention and treatment of chronic diseases: A concrete review. *ACS Omega*, 10(13), 12724–12755. <https://doi.org/10.1021/acsomega.4c02927>
10. Xiong, J., Chan, Y. H., Rathinasabapathy, T., Grace, M. H., Komarnytsky, S., & Lila, M. A. (2020). Enhanced stability of berry pomace polyphenols delivered in protein-polyphenol aggregate particles to an in vitro gastrointestinal digestion model. *Food Chemistry*, 331, Article 127279. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127279>
11. Yari, Z., Rahimlou, M., Poustchi, H., & Hekmatdoost, A. (2016). Flaxseed supplementation in metabolic syndrome management: A pilot randomized, open-labeled, controlled study. *Phytotherapy Research*, 30(8), 1339–1344. <https://doi.org/10.1002/ptr.5635>

## HODNOTENIE KARDIOPROTEKTÍVNEHO ÚČINKU ARÓNIOVEJ ŠŤAVY U ŽIEN S VISCERÁLNOU OBEZITOU

Jana Kopčeková, Katarína Fatrcová-Šramková, Eva Kováčiková, Regína Sládečková, Zuzana Kňažická, Katarína Sádecká

Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

### ÚVOD

Kardiovaskulárne ochorenia (KVO) patria medzi hlavné príčiny úmrtnosti na svete (WHO, 2024). Rovnako sú najčastejšou príčinou mortality aj v členských krajinách Európskej únie, kde v roku 2019 predstavovali viac ako 35 % všetkých úmrtí (OECD, 2022). Na Slovensku sú KVO najčastejšou príčinou úmrtia u mužov aj žien (Hijová, 2020). Vo väčšine prípadov je ich základnou príčinou ateroskleróza a chronický zápal cievnej steny, ktoré sa vyvíjajú počas dlhého obdobia ako dôsledok pôsobenia viacerých rizikových faktorov (Peluso et al., 2014). Medzi najvýznamnejšie modifikovateľné rizikové faktory patria obezita, dyslipidémia, arteriálna hypertenzia, diabetes mellitus, fajčenie a nezdravé stravovacie návyky (Ghodeshwar et al., 2023).

Významným rizikovým faktorom KVO je najmä abdominálna obezita a zvýšené množstvo viscerálneho tukového tkaniva, ktoré sa spája aj s vyšším rizikom diabetu 2. typu a niektorých nádorových ochorení (Barberio et al., 2019; Silveira et al., 2020). Viscerálne tukové tkanivo je metabolicky aktívny orgán produkujúci adipocytokíny a hormóny, ktoré sa podieľajú na vzniku chronického zápalu, inzulínovej rezistencie a porúch lipidového metabolizmu vrátane znížených koncentrácií HDL cholesterolu (Tchernot a Després, 2013). Hromadenie viscerálneho tuku preto predstavuje významný ukazovateľ kardiometabolického rizika. Na vzniku viscerálnej obezity sa významne podieľajú faktory životného štýlu. Výsledky epidemiologických štúdií ukázali, že pravidelná fyzická aktivita a dostatočný príjem ovocia a zeleniny sú spojené s nižším rizikom jej rozvoja, zatiaľ čo nízka pohybová aktivita a nevhodné stravovanie toto riziko zvyšujú (Islam et al., 2020). Riziko akumulácie viscerálneho tuku je obzvlášť významné u žien po menopauze. Hormonálne zmeny sprevádzajúce menopauzu vedú k redistribúcií telesného tuku smerom do abdominálnej oblasti, čo sa spája so zhoršením metabolického profilu a zvýšeným kardiovaskulárnym rizikom. Chen et al. (2021) uvádzajú vyšší výskyt viscerálnej obezity u žien po menopauze v porovnaní so ženami v premenopauzálnom období. K rozvoju obezity u žien navyše prispievajú aj psychosociálne faktory, najmä stres a pracovné či rodinné povinnosti, ktoré môžu obmedzovať možnosti pravidelnej fyzickej aktivity (Landstedt et al., 2016). Výsledky štúdie Islam et al. (2020) podporujú názor, že nízka úroveň fyzickej aktivity a nezdravá strava zvyšuje riziko viscerálnej obezity u žien (Islam et al., 2020). Ženy, ktoré nemajú pravidelnú fyzickú aktivitu a nekonzumujú denne aspoň 5 porcií zeleniny a ovocia, majú takmer dvakrát vyššiu pravdepodobnosť nadhmotnosti a viscerálnej obezity v porovnaní s tými, ktoré tieto odporúčania spĺňali.

Z pohľadu prevencie KVO a metabolických porúch je dôležitá pestrá strava bohatá na rastlinné zdroje bioaktívnych látok, najmä polyfenolov (Keller et al., 2021). Ovocie a zelenina predstavujú ich najvýznamnejší zdroj a pravidelná konzumácia potravín bohatých na polyfenoly sa spája s nižším rizikom kardiovaskulárných ochorení. Osobitne významné sú antokyány a prokyanidíny, ktoré prispievajú k zlepšeniu endotelálnej funkcie, redukcii oxidačného stresu a zápalových procesov (Cao et al., 2022). Polyfenoly zároveň inhibujú oxidáciu LDL cholesterolu, zlepšujú lipidový profil, podporujú regeneráciu cievneho endotelu a podieľajú sa na regulácii krvného tlaku (Kim et al., 2019).

Jedným z najvýznamnejších prírodných zdrojov polyfenolových zlúčenín je arónia čiernoplodá (*Aronia melanocarpa*), patriaca do čeľade Rosaceae (Brand et al., 2022). Okrem polyfenolov sú bobule tiež bohaté na ďalšie bioaktívne zložky, ako sú vitamíny (vitamín C a vitamín E), minerálne látky (draslík, vápnik a horčík), karotenoidy, pektíny, organické kyseliny a sacharidy prítomné v menšom množstve (Jurendič a Ščetar, 2021). Arónia má najvyššiu antioxidantnú aktivitu spomedzi všetkých odrôd bobulového ovocia (Liu et al., 2021).

Ako najvýznamnejšie fenolové zlúčeniny zo skupiny fenolových kyselín boli identifikované hydroxyškoricové kyseliny (Jurikova et al., 2017). Najrozšírenejšia je kyselina chlorogénová, čo je komplex kyseliny kávovej spojenej s kyselinou chinovou esterovou

väzbou. Táto zlúčenina sa spolu s kyselinou neochlorogénovou považuje za hlavné neflavonoidné polyfenoly v arónii (Jurikova et al., 2017; Banach et al., 2020). Podľa Häkkinena et al. (1999) sa vo vzorkách arónie zistili významné množstvá kyseliny kávovej a jej derivátov, ferulovej a p-kumarovej. Ďalšími uvedenými fenolovými kyselinami sú kryptochlorogénová, protokatechová, vanilová, salicylová, syringová, elagová a v malom množstve p-hydroxybenzoová (Zhang et al., 2019; Sidor et al., 2019). Aronia melanocarpa je jedným z najbohatších rastlinných zdrojov antokyánov, celkové množstvo antokyánov v čerstvej arónii sa pohybuje od 357 do 1790 mg.100 g-1 čerstvej hmotnosti (Sidor et al., 2019). Antokyanové zloženie je zastúpené takmer výlučne kyanidínovými glykozidmi. V bobuliach Aronia melanocarpa sú dôležité hlavné štyri antokyány: kyanidín-3-O-galaktózid (67,5 %) a kyanidín-3-O-arabinozid (24,8 %), kyanidín-3-O-glukozid (3,8 %) a kyanidín- 3-O-xylozid (4,0 %) (Gómez et al., 2021). Okrem toho sú v príslušných plodoch v malých množstvách pelargonidín-3-galaktózid a pelargonidín-3-arabinozid (Jakobek et al., 2007). Najvyšší obsah antokyánov sa nachádza vo výliskoch (Sójka et al., 2013), v bobuliach arónie boli zaznamenané vyššie množstvá ako v čerstvej šťave (Zhang et al., 2021). Mimoriadny záujem o tento druh ovocia súvisí s jeho vysokým obsahom bioaktívnych látok a výraznou antioxidačnou aktivitou.

V dôsledku bohatého obsahu bioaktívnych zlúčenín vykazuje arónia široké spektrum biologických účinkov vrátane protizápalových, antioxidačných, hypotenzívnych, antiaterosklerotických a antidiabetických vlastností (Ciociu et al., 2013). Mnohé experimentálne aj klinické štúdie poukázali na jej potenciál pri prevencii a manažmente metabolických porúch súvisiacich s obezitou, oxidačným stresom a chronickým zápalom (Nazir et al., 2013; Najjar et al., 2021; Negreanu-Pirjol et al., 2023). Cieľom práce bolo vyhodnotiť účinok pravidelnej konzumácie aróniovej šťavy na vybrané antropometrické, biochemické a zápalové ukazovatele súvisiace u žien s viscerálnou obezitou.

## METODIKA PRÁCE

Štúdia bola vykonaná v súlade s Helsinskou deklaráciou, schválená etickou komisiou v Špecializovanej nemocnici sv. Svorada Zbor, n. o. Nitra, SR (č. protokolu 3/101921/2021) a realizovaná na Ústave výživy a genetiky FAPZ SPU v Nitre.

Do štúdie bolo zaradených 17 žien vo veku od 44 do 58 rokov s priemerným vekom  $50,5 \text{ rokov} \pm 3,85 \text{ rokov}$ . Súbor bol charakteristický zvýšenou akumuláciou viscerálneho tuku, keď priemerná plocha viscerálneho tuku (VFA) dosiahla  $129,88 \pm 19,96 \text{ cm}^2$ , pričom u všetkých probandiek presahovala hodnotu  $100 \text{ cm}^2$ , čo predstavuje hranicu zvýšeného kardiometabolického rizika.

Dobrovoľníčky konzumovali 50 ml 100 % aróniovej komerčnej šťavy podľa odporúčania výrobcu po dobu 8 týždňov ako súčasť bežnej stravy. Účastníčky boli poučené, aby si počas štúdie zachovali svoje bežné stravovacie návyky, zdržali sa konzumácie nutričných doplnkov a nemodifikovali svoju fyzickú aktivitu. V realizovanej klinickej štúdii bola použitá 100 % aróniová šťava, ktorú dodala spoločnosť ZAMIO s. r. o., Trhovište, Slovenská republika. Šťavy sú vyrobené lisovaním za studena z bio plodov arónie čiernoplodej (*Aronia melanocarpa* Michx. Elliott), bez pridaného cukru či iných sladidiel, bez farbív a aróm. Sú stabilizované pasterizáciou a neobsahujú chemické konzervačné látky. Šťavy boli poskytnuté v 700 ml sklenených fľašiach a celkové množstvo šťavy bolo z rovnakej šarže. Zloženie aróniovej šťavy je uvedené v tabuľke 1.

**Tabuľka 1 Zloženie aróniovej šťavy**

| Parameter                                    | Jednotka                | Množstvo      |
|----------------------------------------------|-------------------------|---------------|
| <b>Základné živiny a energetická hodnota</b> |                         |               |
| Tuk                                          | %                       | 0,76          |
| Bielkoviny                                   | %                       | 0,20          |
| Sacharidy                                    | %                       | 18,21         |
| z toho cukry                                 | %                       | 1,53          |
| D-Sorbitol                                   | g.100 ml <sup>-1</sup>  | 6,39          |
| Energetická hodnota                          | kJ.100 ml <sup>-1</sup> | 341,1         |
| <b>Bioaktívne látky</b>                      |                         |               |
| Celkový obsah polyfenolov                    | mg GAE.g <sup>-1</sup>  | 4,91 ± 0,05   |
| Antokyány                                    | mg.g <sup>-1</sup>      | 1,67 ± 0,04   |
| Rutín                                        | mg.l <sup>-1</sup>      | 238,69 ± 0,25 |
| Kyselina benzoová                            | mg.l <sup>-1</sup>      | 204,71 ± 1,09 |
| Kyselina kávová                              | mg.l <sup>-1</sup>      | 38,56 ± 0,06  |
| Kyselina kumarová                            | mg.l <sup>-1</sup>      | 30,36 ± 1,41  |
| Kyselina ferulová                            | mg.l <sup>-1</sup>      | 100,37 ± 0,45 |
| Resveratrol                                  | mg.l <sup>-1</sup>      | 4,82 ± 0,98   |
| Kyselina neochlorogénová                     | mg.l <sup>-1</sup>      | 372,36 ± 1,89 |
| Kyselina chlorogénová                        | mg.l <sup>-1</sup>      | 497,86 ± 0,52 |
| Kvercetín                                    | mg.l <sup>-1</sup>      | 7,93 ± 0,02   |
| Vitámín C                                    | mg.100 g <sup>-1</sup>  | 12,60 ± 0,08  |
| Antioxidačná aktivita (inhibícia DPPH)       | %                       | 83,18 ± 0,51  |

Pred začatím a po 8 týždňoch konzumácie aróniovej šťavy bola probandkám štandardným spôsobom odobratá nalačno venózna krv a podstúpili antropometrické merania. Hodnoty získané na začiatku štúdie boli použité ako kontrola. Vzorky krvi boli odobraté z periférnej žily v laktóvej jamke ráno nalačno medzi 7:00 a 9:00 hodinou štandardným spôsobom pomocou odberovej vákuovej skúmavky obsahujúcej kyselinu etyléndiamintetraoctovú (EDTA), (2,7 ml) alebo separačný gél (7,5 ml), kvalifikovaným personálom.

Telesnú hmotnosť a výšku sme merali pomocou štandardných postupov. Výška tela bola meraná na ambulantnej elektronickej váhe Tanita WB-300 vo vzpriamenej polohe bez obuvi. Telesná hmotnosť a zloženie tela boli diagnostikované multifrekvenčnou bioelektrickou impedančnou analýzou (MFIA) prístrojom InBody 720 (Biospace Co. Ltd., Soul, Kórea), ktorý meria celkovú impedanciu pri frekvenciách 1, 5, 50, 100, 500, 1000 kHz a rozlišuje telesnú hmotnosť na 3 zložky – celková telesná voda (intracelulárna a extracelulárna), suchá hmota (bielkoviny a minerálne látky) a telesný tuk. Meranie sa uskutočnilo v laboratórnych podmienkach podľa návodu na obsluhu (Biospace, 2008). Viscerálne tukové tkanivo bolo reprezentované oblasťou viscerálneho tuku (VFA, cm<sup>2</sup>), ktorá bola definovaná ako prierezová oblasť viscerálneho tuku v brušnej dutine na úrovni pupočníka.

Rutinné biochemické analýzy sa uskutočnili štandardnými metódami v akreditovanom laboratóriu Špecializovanej nemocnice sv. Svorada Zobor, n.o. pomocou automatického biochemického analyzátora BioMajesty JCA-BM6010/C (JEOL Ltd., Tokio, Japonsko) s použitím komerčných súprav DiaSys (Diagnostic Systems GmbH, Holzheim, Nemecko) podľa pokynov výrobcu. Celková antioxidačná kapacita (TAC) séra bola stanovená v Centre biovied SAV, Košice testom železitej redukujúcej antioxidačnej sily (FRAP) s použitím metódy Benzieho a Straina (1996) a výsledky sú vyjadrené v mmol Fe2+ na liter séra.

Štatistické analýzy sa uskutočnili pomocou softvéru SAS, verzia 9.4 (SAS Institute, Inc, Cary, NC, USA). Na overenie predpokladu normálneho rozdelenia údajov sme použili Shapiro-Wilkov test. Sledované charakteristiky sú vyjadrené ako priemer  $\pm$  smerodajná odchýlka (SD). Na určenie významnosti metabolických zmien vyvolaných intervenciou medzi dvomi závislými premennými sme použili párový t-test resp. jeho neparametrickú alternatívu Wilcoxonov test (Wilcoxon Signed-Rank test). Štatistická významnosť bola stanovená na  $p < 0,05$ .

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Základnú charakteristiku probandiek zaradených do klinickej štúdie uvádza tabuľka 2. Sledovaný súbor tvorilo 17 žien vo veku 44 až 58 rokov, pričom priemerný vek bol  $50,5 \pm 3,85$  rokov. Všetky účastníčky mali nadmernú telesnú hmotnosť alebo obezitu, pričom priemerná hodnota BMI bola  $30,05 \pm 2,22 \text{ kg.m}^{-2}$  (rozpätie  $27,43\text{--}36,36 \text{ kg.m}^{-2}$ ). Súbor bol charakteristický zvýšenou akumuláciou viscerálneho tuku, keď priemerná plocha viscerálneho tuku (VFA) dosiahla  $129,88 \pm 19,96 \text{ cm}^2$ , pričom u všetkých probandiek presahovala hodnotu  $100 \text{ cm}^2$ . Priemerná koncentrácia glukózy nalačno bola  $5,17 \pm 0,73 \text{ mmol.l}^{-1}$ . Účastníčky zároveň vykazovali zvýšené sérové koncentrácie celkového cholesterolu, ktoré dosahovali v priemere  $6,21 \pm 1,00 \text{ mmol.l}^{-1}$ .

**Tabuľka 2 Charakteristika probandov**

| Parameter                 | Jednotka             | priemer $\pm$ SD   | min.   | max.   |
|---------------------------|----------------------|--------------------|--------|--------|
| Vek                       | roky                 | $50,5 \pm 3,85$    | 44     | 58     |
| Výška                     | cm                   | $165,21 \pm 5,02$  | 154    | 172    |
| Hmotnosť                  | kg                   | $82,12 \pm 8,1$    | 68,6   | 97,8   |
| Body mass index           | $\text{kg.m}^{-2}$   | $30,05 \pm 2,22$   | 27,43  | 36,36  |
| Viscerálny tuk (VFA)      | $\text{cm}^2$        | $129,88 \pm 19,96$ | 100,52 | 162,01 |
| Glukóza                   | $\text{mmol.l}^{-1}$ | $5,17 \pm 0,73$    | 4,2    | 6,8    |
| Celkový cholesterol (T-C) | $\text{mmol.l}^{-1}$ | $6,21 \pm 1,00$    | 4,79   | 7,89   |
| C-reaktívny proteín (CRP) | $\text{mg.l}^{-1}$   | $5,36 \pm 1,54$    | 3,6    | 9,1    |

Po 8-týždňovej konzumácii 100 % aróniovej šťavy boli zaznamenané štatisticky významné zmeny len pri vybraných metabolických parametroch. Signifikantne sa zvýšili koncentrácie glukózy a kreatinínu, zatiaľ čo koncentrácia bilirubínu sa znížila ( $p < 0,05$ ). Naopak, hodnoty kyseliny močovej, močoviny, albumínu a pečenej enzýmov (AST, ALT, GGT) sa po intervencii významne nezmenili ( $p > 0,05$ ). Napriek zisteným zmenám zostali všetky sledované parametre v rámci fyziologicky akceptovateľných hodnôt, čo naznačuje, že 8-týždňová konzumácia aróniovej šťavy nemala významný vplyv na väčšinu ukazovateľov renálnych a hepatálnych funkcií (tab. 3).

**Tabuľka 3 Ukazovatele metabolických funkcií pred a po intervencii**

| Parameter   | Jednotka | Pred intervenciou | Po intervencii | p        |
|-------------|----------|-------------------|----------------|----------|
| Glukóza     | mmol.l-1 | 5,17 ± 0,73       | 5,53 ± 0,72    | p < 0,05 |
| Kys. močová | μmol.l-1 | 301,94 ± 50,02    | 306,05 ± 54,27 | p > 0,05 |
| Bilirubín   | μmol.l-1 | 10,34 ± 3,5       | 8,87 ± 3,1     | p < 0,05 |
| Kreatinín   | μmol.l-1 | 66,71 ± 9,51      | 68,05 ± 9,06   | p < 0,05 |
| Močovina    | mmol.l-1 | 4,79 ± 1,64       | 5,11 ± 1,71    | p > 0,05 |
| Albumín     | g.l-1    | 48,89 ± 1,85      | 48,85 ± 1,45   | p > 0,05 |
| AST         | μkat.l-1 | 0,33 ± 0,09       | 0,35 ± 0,1     | p > 0,05 |
| ALT         | μkat.l-1 | 0,31 ± 0,1        | 0,31 ± 0,1     | p > 0,05 |
| GGT         | μkat.l-1 | 0,36 ± 0,13       | 0,41 ± 0,37    | p > 0,05 |

Vysvetlivky: AST – aspartátaminotransferáza; ALT – alanínaminotransferáza; GGT – gama-glutamyltransferáza.

Po 8-týždňovej konzumácii 100 % aróniovej šťavy došlo k signifikantnému zvýšeniu koncentrácie HDL-cholesterolu a celkovej antioxidačnej kapacity (TAC), pričom koncentrácia C-reaktívneho proteínu (CRP) sa významne znížila. Naopak, koncentrácie celkového cholesterolu, LDL-cholesterolu, triacylglycerolov, IL-6 a orozomukoidu sa štatisticky významne nezmenili (tab. 4). Významným zistením bol pokles CRP, ktorý je všeobecne uznávaným markerom systémového zápalu a prediktorom kardiovaskulárneho rizika (Kuppa et al., 2023). Tento výsledok podporuje predpoklad, že bioaktívne látky arónie môžu tlmiť zápalové procesy prostredníctvom modulácie produkcie cytokínov a inhibície prozápalových signálnych dráh (Appel et al., 2015). Podobné zníženie CRP po konzumácii aróniových produktov zaznamenali aj Tasic et al. (2021), Gancheva et al. (2021) a metaanalýza Sarikaya et al. (2024). Napriek tomu sme nezistili zmeny v koncentrácii IL-6, čo naznačuje, že jednotlivé zápalové markery môžu na intervenciu reagovať rozdielne. Najvýraznejší účinok intervencie bol pozorovaný pri TAC, ktorá sa významne zvýšila. Tento nález potvrdzuje vysoký antioxidačný potenciál arónie, ktorá patrí medzi najbohatšie zdroje polyfenolových antioxidantov (Zheng a Wang, 2003; Kulling et al., 2008). Zvýšenie TAC bolo zaznamenané aj v predchádzajúcich klinických štúdiách (Nowak et al., 2016; Olechno et al., 2024).

**Tabuľka 4 Lipidový profil, zápalové markery a TAC pred a po intervencii**

| Parameter | Jednotka | Pred intervenciou | Po intervencii | p         |
|-----------|----------|-------------------|----------------|-----------|
| T-C       | mmol.l-1 | 6,21 ± 1,00       | 6,41 ±         | p > 0,05  |
| LDL-C     | mmol.l-1 | 4,01 ± 0,91       | 4,11 ± 0,9     | p > 0,05  |
| HDL-C     | mmol.l-1 | 1,56 ± 0,32       | 1,65 ± 0,25    | p < 0,05  |
| TG        | mmol.l-1 | 1,39 ± 0,6        | 1,4 ± 0,58     | p > 0,05  |
| CRP       | mg.l-1   | 5,36 ± 1,53       | 4,28 ± 1,26    | p < 0,05  |
| IL-6      | ng.l-1   | 7,26 ± 1,04       | 7,31 ± 1,73    | p > 0,05  |
| ORM       | g.l-1    | 0,92 ± 0,2        | 1,42 ± 3,16    | p > 0,05  |
| TAC       | mmol.l-1 | 0,96 ± 0,15       | 1,07 ± 0,14    | p < 0,001 |

Vysvetlivky: T-C – celkový cholesterol; LDL-C – lipoproteíny s nízkou hustotou (LDL cholesterol); HDL-C – lipoproteíny s vysokou hustotou (HDL cholesterol); TG – triacylglyceroly; CRP – C-reaktívny proteín; IL-6 – interleukín 6; ORM – orozomukoid; TAC – celková antioxidačná kapacita.

Obezita predstavuje významný rizikový faktor kardiovaskulárnych ochorení, pričom osobitne nepriaznivý je nadbytok viscerálneho tuku vzhľadom na jeho vysokú metabolickú aktivitu a schopnosť produkovať prozápalové mediátory (Carbone et al., 2019; Valenzuela et al., 2023). V našej štúdii sa po 8-týždňovej konzumácii aróniovej šťavy preukázalo významné zníženie telesnej hmotnosti, BMI, WHR a viscerálnej tukovej plochy, čo naznačuje priaznivý vplyv arónie na distribúciu telesného tuku. Pozorované výsledky sú v súlade s experimentálnymi štúdiami, ktoré poukázali na antiobezitné účinky arónie a jej antokyanov. Jiao et al. (2021) zaznamenali po suplementácii kyanidín-3-O-galaktosidom zníženie telesnej hmotnosti a telesného tuku u potkanov kŕmených vysokotukovou diétou. Podobne Kim et al. (2018) preukázali redukciiu telesnej hmotnosti u obezých myší po podávaní extraktu z arónie a Kim et al. (2021) potvrdili priaznivý vplyv arónie na zníženie viscerálnej tukovej plochy. Naopak, ako uvádza tab. 5 percento telesného tuku (BFM), beztuková telesná hmota (FFM), skeletová svalová hmota (SMM) ani parametre telesnej vody (TBW, ICW, ECW) sa po intervencii významne nezmenili ( $p > 0,05$ ).

**Tabuľka 5 Antropometrické parametre pred a po intervencii**

| Parameter | Jednotka           | Pred intervenciou | Po intervencii | p           |
|-----------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|
| Hmotnosť  | kg                 | 82,12 ± 8,1       | 81,51 ± 8,04   | $p < 0,05$  |
| BFM       | %                  | 39,53 ± 3,78      | 39,21 ± 3,82   | $p > 0,05$  |
| FFM       | kg                 | 49,54 ± 4,53      | 49,42 ± 4,39   | $p > 0,05$  |
| SMM       | kg                 | 27,28 ± 2,73      | 27,22 ± 2,64   | $p > 0,05$  |
| VFA       | cm <sup>2</sup>    | 129,88 ± 19,96    | 126,22 ± 18,7  | $p < 0,01$  |
| WHR       | -                  | 0,98 ± 0,05       | 0,96 ± 0,04    | $p < 0,001$ |
| BMI       | kg.m <sup>-2</sup> | 30,05 ± 2,22      | 29,83 ± 2,23   | $p < 0,05$  |
| TBW       | kg                 | 36,32 ± 3,33      | 36,23 ± 3,23   | $p > 0,05$  |
| ICW       | kg                 | 22,44 ± 2,09      | 22,41 ± 2,03   | $p > 0,05$  |
| ECW       | kg                 | 13,88 ± 1,22      | 13,81 ± 1,22   | $p > 0,05$  |

Vysvetlivky: BFM – telesný tuk; FFM – beztuková telesná hmota; SMM – skeletová svalová hmota; VFA – plocha viscerálneho tuku; WHR – pomer obvodu pásu a bokov; BMI – index telesnej hmotnosti; TBW – celková telesná voda; ICW – intracelulárna voda; ECW – extracelulárna voda.

## ZÁVER

Výsledky štúdie preukázali, že pravidelná konzumácia 100 % aróniovej šťavy počas 8 týždňov priaznivo ovplyvnila viaceré ukazovatele súvisiace s kardiometabolickým zdravím žien s hypercholesterolémiou. Intervencia viedla k významnému zníženiu telesnej hmotnosti, BMI, WHR a plochy viscerálneho tuku, čo poukazuje na priaznivý vplyv na distribúciu telesného tuku a centrálnu obezitu. Súčasne sa preukázalo zvýšenie koncentrácie HDL-cholesterolu, zníženie koncentrácie C-reaktívneho proteínu a výrazné zvýšenie celkovej antioxidačnej kapacity séra, čo naznačuje zlepšenie antioxidačnej ochrany organizmu a zmiernenie systémového zápalu. Naopak, konzumácia aróniovej šťavy významne neovplyvnila koncentrácie celkového cholesterolu, LDL-cholesterolu, triacylglycerolov ani väčšinu sledovaných ukazovateľov metabolických, renálnych a hepatálnych funkcií. Hoci boli zaznamenané štatisticky významné zmeny koncentrácií glukózy, kreatinínu a bilirubínu, všetky hodnoty zostali v rámci fyziologických medzí. Celkovo možno konštatovať, že aróniová šťava predstavuje perspektívnu funkčnú potravinu s potenciálom priaznivo ovplyvňovať kardiovaskulárne rizikové faktory, predovšetkým prostredníctvom zlepšenia antioxidačného statusu, zníženia zápalovej aktivity a redukcie viscerálnej adipozity. Na potvrdenie zistených účinkov je však potrebné realizovať ďalšie klinické štúdie s väčším počtom účastníkov a dlhším trvaním intervencie.

## PodĎakovanie:

Práca bola riešená v rámci projektu VEGA 1/0357/26 Predikcia účinkov biologicky aktívnych látok z prírodných rastlinných zdrojov: od bunkového modelu k diverzifikácii výživy a ochrany zdravia.

## LITERATÚRA:

1. BARBERIO, A.M.; ALAREEKI, A.; VINER, B. et al., 2019. Central body fatness is a stronger predictor of cancer risk than overall body size. *Nature Communications*. Vol. 10, no. 1, s. 383. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-08159-w>
2. BENZIE, I.F.F.; STRAIN, J.J., 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. Vol. 239, no. 1, s. 70–76. <https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292>
3. BRAND, M.; OBAE, S.; MAHONEY, J. et al., 2022. Ploidy, genetic diversity and speciation of the genus *Aronia*. *Scientia Horticulturae*. Vol. 291, s. 110604. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110604>
4. CARBONE, S.; CANADA, J.M.; BILLINGSLEY, H.E. et al., 2019. Obesity paradox in cardiovascular disease: where do we stand? *Vascular Health and Risk Management*. Vol. 15, s. 89–100. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S168946>
5. CHEN, J.L.; GUO, J.; MAO, P. et al., 2021. Are the factors associated with overweight/general obesity and abdominal obesity different depending on menopausal status? *PLoS ONE*. Vol. 16, no. 2, s. e0245150. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245150>
6. CIOCIU, M.; BADESCU, L.; MIRON, A. et al., 2013. The involvement of a polyphenol-rich extract of black chokeberry in oxidative stress on experimental arterial hypertension. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Vol. 2013, s. 912769. <https://doi.org/10.1155/2013/912769>
7. CRETU, G.C.; MORLOCK, G.E., 2014. Analysis of anthocyanins in powdered berry extracts by planar chromatography linked with bioassay and mass spectrometry. *Food Chemistry*. Vol. 146, s. 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.09.038>
8. DENEV, P.; ČÍŽ, M.; KRATCHANOVA, M. et al., 2019. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) polyphenols reveal different antioxidant, antimicrobial and neutrophil-modulating activities. *Food Chemistry*. Vol. 284, s. 108–117. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.108>
9. GHODESHWAR, G.K.; DUBE, A.; KHOBRAGADE, D., 2023. Impact of Lifestyle Modifications on Cardiovascular Health: A Narrative Review. *Cureus*. Vol. 15, no. 7, s. e42616. <https://doi.org/10.7759/cureus.42616>
10. HIJOVÁ, E., 2020. Prebiotiká a kardiovaskulárne ochorenia. Ateroskleróza: metabolizmus, klinika a liečba. Roč. 24, č. 1–2, s. 1424–1429.
11. ISLAM, F.; KATHAK, R.R.; SUMON, A.H.; MOLLA, N.H., 2020. Prevalence and associated risk factors of general and abdominal obesity in rural and urban women in Bangladesh. *PLoS ONE*. Vol. 15, no. 5, s. e0233754. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0233754>
12. JIAO, X.; SHEIN, Y.; DENG, H. et al., 2021. Cyanidin-3-O-galactoside from *Aronia melanocarpa* attenuates high-fat diet-induced obesity and inflammation via AMPK, STAT3, and NF-κB p65 signaling pathways in Sprague-Dawley rats. *Journal of Functional Foods*. Vol. 85, s. 104616. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104616>

13. JURENDIĆ, T.; ŠČETAR, M., 2021. *Aronia melanocarpa* Products and By-Products for Health and Nutrition: A Review. *Antioxidants*. Vol. 10, no. 7, s. 1052. <https://doi.org/10.3390/antiox10071052>
14. JURIKOVA, T.; MLCEK, J.; SKROVANKOVA, S. et al., 2017. Fruits of Black Chokeberry *Aronia melanocarpa* in the Prevention of Chronic Diseases. *Molecules*. Vol. 22, no. 6, s. 944. <https://doi.org/10.3390/molecules22060944>
15. KELLER, A.; WALLACE, T.C., 2021. Tea intake and cardiovascular disease: an umbrella review. *Annals of Medicine*. Vol. 53, no. 1, s. 929–944. <https://doi.org/10.1080/07853890.2021.1933164>
16. KIM, Y.; KEOGH, J.B.; CLIFTON, P.M., 2019. Does Nut Consumption Reduce Mortality and/or Risk of Cardiometabolic Disease? An Updated Review Based on Meta-Analyses. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 16, no. 24, s. 4957. <https://doi.org/10.3390/ijerph16244957>
17. KULLING, S.E.; RAWEL, H.M., 2008. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) – A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Medica*. Vol. 74, no. 13, s. 1625–1634. <https://doi.org/10.1055/s-0028-1088306>
18. KUPPA, A.; TRIPATHI, H.; AL-DARRAJI, A. et al., 2023. C-Reactive Protein Levels and Risk of Cardiovascular Diseases: A Two-Sample Bidirectional Mendelian Randomization Study. *International Journal of Molecular Sciences*. Vol. 24, no. 11, s. 9129. <https://doi.org/10.3390/ijms24119129>
19. LANDSTEDT, E.; HARRYSON, L.; HAMMARSTROM, A., 2016. Changing housework, changing health? A longitudinal analysis of how changes in housework are associated with functional somatic symptoms. *International Journal of Circumpolar Health*. Vol. 75, s. 31781. <https://doi.org/10.3402/ijch.v75.31781>
20. NAJJAR, R.S.; TURNER, C.G.; WONG, B.J. et al., 2021. Berry-Derived Polyphenols in Cardiovascular Pathologies: Mechanisms of Disease and the Role of Diet and Sex. *Nutrients*. Vol. 13, no. 2, s. 387. <https://doi.org/10.3390/nu13020387>
21. NEGREANU-PIRJOL, B.-S.; OPREA, O.C.; NEGREANU-PIRJOL, T. et al., 2023. Health Benefits of Antioxidant Bioactive Compounds in the Fruits and Leaves of *Lonicera caerulea* L. and *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot. *Antioxidants*. Vol. 12, no. 4, s. 951. <https://doi.org/10.3390/antiox12040951>
22. NOWAK, D.; GRĄBCZEWSKA, Z.; GOŚLIŃSKI, M. et al., 2016. Effect of chokeberry juice consumption on antioxidant capacity, lipids profile and endothelial function in healthy people: A pilot study. *Czech Journal of Food Sciences*. Vol. 34, s. 39–46. <https://doi.org/10.17221/258/2015-CJFS>
23. OECD/EUROPEAN UNION, 2022. *Health at a Glance: Europe 2022: State of Health in the EU Cycle*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/507433b0-en>
24. OLECHNO, E.; PUŚCION-JAKUBIK, A.; SOCHA, K. et al., 2024. Consumption of Chokeberry Bio-Products Improves Specific Metabolic Parameters and Increases the Plasma Antioxidant Status. *Antioxidants*. Vol. 13, no. 6, s. 699. <https://doi.org/10.3390/antiox13060699>
25. PELUSO, I.; VILLANO, D.V.; ROBERTS, S.A. et al., 2014. Consumption of mixed fruit-juice drink and vitamin C reduces postprandial stress induced by a high fat meal in healthy overweight subjects. *Current Pharmaceutical Design*. Vol. 20, no. 6, s. 1020–1024. <https://doi.org/10.2174/138161282006140220144802>

26. SARIKAYA, B.; KOLAY, E.; GUNEY-COSKUN, M. et al., 2024. The Effect of Black Chokeberry (*Aronia melanocarpa*) on Human Inflammation Biomarkers and Antioxidant Enzymes: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Nutrition Reviews*. s. nuae143. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuae143>
27. SIDOR, A.; DROŽDŽYŃSKA, A.; GRAMZA-MICHAŁOWSKA, A., 2019. Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) and its products as potential health-promoting factors – an overview. *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 89, s. 45–60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.05.006>
28. SILVEIRA, E.A.; KLIEMANN, N.; NOLL, M. et al., 2021. Visceral obesity and incident cancer and cardiovascular disease: An integrative review of the epidemiological evidence. *Obesity Reviews*. Vol. 22, no. 1, s. e13088. <https://doi.org/10.1111/obr.13088>
29. SÓJKA, M.; KOŁODZIEJCZYK, K.; MILALA, J., 2013. Polyphenolic and basic chemical composition of black chokeberry industrial by-products. *Industrial Crops and Products*. Vol. 51, s. 77–86. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.08.051>
30. TASIC, N.; JAKOVljeVIC, V.L.J.; MITROVIC, M. et al., 2021. Black chokeberry *Aronia melanocarpa* extract reduces blood pressure, glycemia and lipid profile in patients with metabolic syndrome: a prospective controlled trial. *Molecular and Cellular Biochemistry*. Vol. 476, no. 7, s. 2663–2673. <https://doi.org/10.1007/s11010-021-04106-4>
31. TCHERNOF, A.; DESPRÉS, J.-P., 2013. Pathophysiology of human visceral obesity: an update. *Physiological Reviews*. Vol. 93, no. 1, s. 359–404. <https://doi.org/10.1152/physrev.00033.2011>
32. WHO, 2024. Obesity and Overweight. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> [datum citovania 2025-02-03].



## PROTEKTÍVNY POTENCIÁL SULFORAFANU V PREVENCIÍ CHRONICKÝCH OCHORENÍ

Regína Sládečková, Kristína Lacinová, Zuzana Kňazická, Eva Kováčiková, Branislav Gálik

Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

### ABSTRAKT

Sulforafan (SFN) je bioaktívny izotiokyanát pochádzajúci zo zeleniny čeľade Brassicaceae, predovšetkým z brokolice a jej klíčkov, kde vzniká enzymatickou hydrolyzou prekursora glukorafanínu (GFN) pôsobením myrozínázy. Spomedzi izotiokyanátov s chemopreventívnymi vlastnosťami patrí sulforafan k najúčinnnejším, pričom jeho biologické pôsobenie je podmienené najmä aktiváciou transkripčného faktora Nrf2, inhibíciou prozápalových dráh NF- $\kappa$ B a epigenetickou moduláciou prostredníctvom inhibície históndeacetyláz (HDAC). V oblasti onkologickej prevencie sulforafan zastavuje bunkový cyklus v G2/M fáze a indukuje apoptózu moduláciou proteínov rodiny Bcl-2 a aktiváciou kaspázovej kaskády. In vitro štúdie na bunkových líniiach MCF-7 a HCT116 dokumentujú signifikantné zvýšenie pomeru Bax/Bcl-2 pri koncentrácii 40  $\mu$ M, zatiaľ čo in vivo xenograftové modely preukázali redukciiu objemu nádoru o viac ako 50% pri dávkach 40–100 mg/kg telesnej hmotnosti, bez systémovej toxicity. Pri kardiovaskulárnych ochoreniach sulforafan potláča expresiu adhézných molekúl VCAM-1 a znižuje produkciu reaktívnych foriem kyslíka v endotelových bunkách, pričom pravidelná konzumácia brokolice bohatej na glukorafanín viedla v randomizovaných štúdiách k signifikantnému poklesu LDL-cholesterolu už po 12 týždňoch. V kontexte metabolického syndrómu a diabetu 2. typu experimentálne štúdie dokumentujú pokles glykovaného hemoglobínu (HbA1c), zlepšenie inzulínovej senzitivity (pokles HOMA-IR) a zmiernenie hepatálnej steatózy. Sulforafan zároveň moduluje črevnú mikrobiotu, zvyšuje diverzitu mikrobiálnych komunít a vykazuje antimikrobiálnu aktivitu aj voči *Helicobacter pylori*. Napriek konzistentným predklinickým dôkazom zostávajú humánne intervenčné štúdie heterogénne v dávkovaní a sledovaných biomarkeroch. Sulforafan má najväčší potenciál ako nástroj primárnej prevencie chronických neprenosných ochorení; jeho terapeutické využitie si vyžaduje ďalší klinický výskum.

### Kľúčové slová:

sulforafan, Nrf2, glukozinoláty, chemoprevenciu, oxidačný stres, Brassica, črevná mikrobiota

### ÚVOD

Chronické neprenosné ochorenia, vrátane kardiovaskulárnych chorôb, diabetu 2. typu, obezity a onkologických ochorení, predstavujú celosvetovo dominantnú príčinu morbiditu a mortality. Oxidačný stres a chronický zápal nízkej intenzity sú uznávané ako kľúčové patofyziologické mechanizmy spoločné pre všetky tieto stavy (Reddy et al., 2023; Oršolić et Jembrek, 2025). V tomto kontexte vzrastá záujem o bioaktívne látky rastlinného pôvodu, ktoré sú schopné zasahovať do týchto procesov prostredníctvom prirodzených ochranných mechanizmov bunky (Baralić et al., 2024).

Sulforafan (SFN) je izotiokyanát prirodzene sa vyskytujúci v zelenine čeľade Brassicaceae. Vďaka schopnosti aktivovať transkripčný faktor Nrf2, tlmiť prozápalové signálne dráhy a ovplyvňovať epigenetické procesy sa zaradil medzi najslubnejšie nutraceutiká v prevencii chronických ochorení (Joshi et al., 2025; Jang et al., 2026). Cieľom tohto príspevku je prehľadne zhrnúť súčasné poznatky o zdrojoch, mechanizmoch účinku a protektívnom potenciáli sulforafanu.

### ZDROJE A BIOSYNTÉZA SULFORAFANU

#### Kapustovitá zelenina ako zdroj glukozinolátov

Kapustovitá zelenina patrí do čeľade Brassicaceae, ktorá zahŕňa široké spektrum hospodársky významných rastlín. Do tejto skupiny patrí brokolica, karfiol, kapusta, kel, ružičkový kel, reďkovka, horčica a ďalšie druhy, ktoré majú významné postavenie

v ľudskej výžive. Z botanického hľadiska je pre túto čeľaď typická prítomnosť krížovitých kvetov a špecifický sekundárny metabolizmus bohatý na glukozinoláty. Práve tieto znaky robia z kapustovitej zeleniny nutrične aj biochemicky mimoriadne zaujímavú skupinu rastlín (Aġagüdüz et al., 2022).

Kapustovitá zelenina je bohatým zdrojom glukozinolátov (GLS), skupiny fytonutrientov obsahujúcich síru, ktoré sú spojené s mnohými zdravotnými prínosmi. Po konzumácii krížovitej zeleniny prechádzajú GLS hydrolyzou pôsobením rastlinnej alebo bakteriálnej myrozinázy (uvolňuje sa pri poškodení rastliny krájaním alebo žuvaním a pôsobením črevného mikrobiómu), čím vznikajú rôzne bioaktívne metabolity, vrátane izotiokyanátov (ITC) a indolov, ktoré boli široko skúmané pre svoje protinádorové vlastnosti (Ho et al., 2025).

### Biosyntéza sulforafanu a jeho prekursorzy

ITC s uvádzanými chemopreventívnymi vlastnosťami zahŕňajú sulforafan (SFN), allyl-izotiokyanát, benzyl-izotiokyanát a 2-fenetyl-izotiokyanát. Z nich SFN je najúčinnnejší a pochádza z hlavného prekursora GLS v brokolici, glukorafanínu (GFN). Spomedzi indolov je indol-3-karbinol (I3C) hlavným bioaktívnym produktom odvodeným od prekursora GLS, glukobrasícínu, ktorý je hojný v kapuste a ružičkovom kele. V žalúdku sa za kyslých podmienok I3C premieňa na 3,3'-diindolylmetán (DIM), hlavný produkt kondenzácie kyseliny (Ho et al., 2025).

Farmakokinetické štúdie na ľuďoch odhalili, že konzumácia jednej porcie brokolícových klíčkov alebo vyzretej brokolice môže vyvolať koncentrácie sulforafanu v plazme približne 1 µM a 60 nM. Koncentrácie sulforafanu v plazme následne klesali s kinetikou prvého stupňa (polčas rozpadu 1,77 h). Hoci sa sulforafan rýchlo vylučuje z plazmy, je pravdepodobné, že môže mať dlhodobé účinky na cievnú fyziológiu, keďže konzumácia brokolice môže u zdravých dobrovoľníkov indukovať antioxidačné enzýmy najmenej na 24 hodín (Evans, 2011).

## MOLEKULÁRNE MECHANIZMY ÚČINKU

Sulforafan sa v súčasnej odbornej literatúre považuje za významnú bioaktívnu zlúčeninu s potenciálom ovplyvňovať viaceré mechanizmy podieľajúce sa na vzniku chronických ochorení. Práve schopnosť zasahovať do viacerých patofyziologických procesov súčasne vysvetľuje, prečo sa sulforafan skúma v súvislosti s onkologickými, kardiovaskulárnymi, metabolickými a gastrointestinálnymi ochoreniami. Jeho účinok súvisí najmä s reguláciou oxidačného stresu, zápalu, bunkovej signalizácie a metabolickej odpovede organizmu (Baralić et al., 2024; Saito et al., 2025).

### Aktivácia dráhy Nrf2 a antioxidačná ochrana

Z mechanistického hľadiska patrí medzi najvýznamnejšie účinky sulforafanu aktivácia dráhy Nrf2, podpora antioxidačných a detoxikačných enzýmov a tlmenie prozápalových signálnych dráh. Sulforafan nepôsobí iba ako jednoduchý antioxidant, ale ako multifunkčný regulátor bunkovej homeostázy. Jeho preventívny význam spočíva najmä v podpore prirodzených ochranných mechanizmov bunky a v obmedzovaní procesov spojených s chronickým poškodením tkanív (Joshi et al., 2025; Jang et al., 2026). Oxidačný stres je úzko spojený so vznikom a progresiou viacerých civilizačných ochorení, pretože dlhodobé hromadenie reaktívnych foriem kyslíka a dusíka vedie k poškodeniu bunkových štruktúr, poruche signalizácie a pretrvávaniu chronického zápalu. Tento stav je identifikovaný ako primárny molekulárny prekursor vzniku širokého spektra civilizačných (neprenosných) ochorení, vrátane kardiovaskulárnych porúch, metabolického syndrómu a neurodegenerácie (Reddy et al., 2023; Oršolić et al., 2025).

### Protizápalové mechanizmy a inhibícia NF-κB

Mnohé štúdie potvrdzujú úlohu sulforafanu ako negatívneho regulátora aktivácie jadrového faktora kappa-lahkého reťazca aktivovaných B buniek (NF-κB) a následného uvoľňovania cytokínov, aktivácie inflamazómu a priamej regulácie aktivity faktora inhibujúceho migráciu makrofágov. Je dôležité, že štúdie tiež zdôraznili potenciálnu steroidošetnú aktivitu sulforafanu, čo naznačuje, že môže mať potenciál ako doplnková terapia pri niektorých zápalových ochoreniach (Treasure et al., 2023).

Sulforafan má ďalšie rôznorodé protizápalové vlastnosti, ktoré súvisia s interakciami s mediátormi kľúčových signálnych dráh a zápalovými cytokínmi. Suplementácia sulforafanom znižuje hladiny kľúčových prozápalových cytokínov, ako sú TNF- $\alpha$  a IL-6, ktoré bývajú zvýšené pri chronickom zápale nízkeho stupňa spojeného s obezitou (Luo et al., 2024).

## PROTEKTÍVNY POTENCIÁL PRI ONKOLOGICKÝCH OCHORENIACH

Sulforafan patrí medzi najintenzívnejšie skúmané bioaktívne zlúčeniny v oblasti onkologickej prevencie, pretože zasahuje do viacerých mechanizmov podieľajúcich sa na vzniku a progresii nádoru. Dostupné experimentálne práce prinášajú presvedčivé výsledky, avšak klinické dôkazy sú zatiaľ menej jednoznačné. Humánne štúdie zatiaľ vykazujú rozdiely v dávkovaní, forme podania aj v sledovaných biomarkeroch, čo sťažuje priame porovnanie výsledkov (Saito et al., 2025).

### Epigenetická regulácia a inhibícia HDAC

Protinádorový účinok sulforafanu je významne spojený s inhibíciou históndeacetyláz (HDAC), čo umožňuje reaktiváciu predtým umlčaných tumor-supresorových génov. Sulforafan vykazuje schopnosť zastaviť bunkový cyklus v G2/M fáze a následne indukovať programovanú bunkovú smrť (apoptózu) prostredníctvom modulácie proteínov rodiny Bcl-2 a aktivácie kaspáz (Ali et al., 2023).

Význam sulforafanu v onkológii sa spája najmä s aktiváciou dráhy Nrf2, tlmením prozápalových a proliferčných signálnych dráh, podporou apoptózy, zástavou bunkového cyklu a ovplyvnením epigenetických procesov. Sulforafan nepôsobí len ako jednoduchý antioxidant, ale ako multifunkčný regulátor bunkovej homeostázy (Joshi et al., 2025).

### Experimentálne štúdie in vitro a in vivo

Experimentálne štúdie in vitro opakovane preukázali, že sulforafan inhibuje proliferáciu nádorových buniek, podporuje apoptózu a zasahuje do regulácie bunkového cyklu. Pri expozícii vyšším koncentráciám sulforafanu, konkrétne v rozmedzí 20 – 50  $\mu$ M, dochádza k posunu od protekcie k priamej cytotoxicite voči malígnym bunkám. V bunkových líniiach MCF-7 (rakovina prsníka) a HCT116 (kolorektálny karcinóm) viedla aplikácia 40  $\mu$ M SFN k signifikantnému zvýšeniu pomeru Bax/Bcl-2, čo je determinujúci faktor pre spustenie mitochondriálnej cesty apoptózy (Ali et al., 2023).

Významné poznatky priniesli aj experimentálne štúdie in vivo, ktoré potvrdili protinádorový potenciál sulforafanu v modelových organizmoch. Aplikácia SFN v dávkach 40 až 100 mg/kg telesnej hmotnosti viedla k redukcii objemu a hmotnosti tumorov o viac ako 50 % v porovnaní s kontrolnou skupinou (Mordecai et al., 2023). Tento efekt nie je pripisovaný len priamej cytotoxicite, ale aj inhibícií angiogenézy – procesu tvorby nových ciev vyživujúcich nádor. V týchto modeloch bolo preukázané, že SFN znižuje expresiu vaskulárneho endotelového rastového faktora (VEGF) a potláča aktivitu transkripčného faktora HIF-1 $\alpha$ . Na rozdiel od konvenčnej chemoterapie nevykazoval SFN v sledovaných dávkach žiadnu systémovú toxicitu ani úbytok telesnej hmotnosti u testovaných subjektov (Mordecai et al., 2023).

### Onkologické ochorenia močovej sústavy

V kontexte onkologických ochorení močovej sústavy predstavuje sulforafan objekt intenzívneho výskumu, predovšetkým kvôli jeho špecifickému farmakokinetickému profilu. Po konzumácii glukorafanínu a jeho následnej enzymatickej premene na sulforafan dochádza k rýchlemu vstrebávaniu v tráviacej sústave, pričom následná exkrécia prebieha primárne prostredníctvom moču vo forme merkapturových kyselín. Práve tento mechanizmus vylučovania spôsobuje, že epitel močového mechúra je vystavený signifikantne vyšším koncentráciám aktívnych metabolitov ako iné tkanivá, čo z neho robí ideálny cieľ pre chemopreventívne stratégie. Výsledky klinických pozorovaní naznačujú, že pravidelná expozícia týmto metabolitom vedie k merateľnej indukcii detoxikačných enzýmov fázy II, čím sa posilňuje obranná schopnosť buniek voči karcinogénom (Kennelley et al., 2023).

## PROTEKTÍVNY POTENCIÁL PRI KARDIOVASKULÁRNYCH OCHORENIACH

Sulforafan sa v kontexte kardiovaskulárnych ochorení skúma najmä pre svoj antioxidačný a protizápalový účinok. Predpoklad, že konzumácia zelenej zeleniny môže predchádzať kardiovaskulárnym ochoreniam, je v súlade s epidemiologickými štúdiami, ktoré preukázali, že príjem brokolice a podobnej zeleniny v strave súvisí so zníženým rizikom úmrtnosti na ischemickú chorobu srdca (Evans, 2011).

### Vplyv na endotelovú funkciu

Endotel predstavuje aktívnu vrstvu cievnej steny, ktorá zohráva kľúčovú úlohu pri regulácii cievneho tonusu, zápalovej odpovede a celkovej vaskulárnej homeostázy. Poškodenie endotelu patrí medzi skoré štádiá rozvoja aterosklerózy a ďalších kardiovaskulárnych ochorení (Bai et al., 2015).

Cievny zápal a ateroskleróza sa vyvíjajú prevažne v bočných vetvách a ohyboch tepien, ktoré sú vystavené nerovnomernému prietoku krvi. V kultivovaných endotelových bunkách (EC) sulforafan potlačil aktiváciu p38, expresiu VCAM-1 a produkciu ROS prostredníctvom Nrf2. Podobne sulforafan potlačal aktiváciu p38 a expresiu VCAM-1 v miestach náchylných na aterosklerózu u myši divokého typu, ale nie u myši Nrf2<sup>-/-</sup>, čo naznačuje, že protizápalové účinky sulforafanu boli závislé od Nrf2. Pozorovania teda odhaľujú, že zápalu v oblastiach náchylných na aterosklerózu možno predchádzať aktiváciou Nrf2 prostredníctvom sulforafanu (Evans, 2011).

Mechanizmus jeho pôsobenia sa spája predovšetkým s aktiváciou Nrf2 a znížením oxidačného stresu v endotelových bunkách. Sulforafan podporuje cytoprotektívne mechanizmy a tlmi procesy vedúce k zápalovej aktivácii cievnej steny (Bai et al., 2015). Experimentálna práca Ali et al. (2023) ukázala ochranný účinok sulforafanu na ľudské endotelové bunky vystavené oxidačnému poškodeniu, čo podporuje jeho význam pri ochrane endotelu na bunkovej úrovni.

### Účinok na lipidový profil a zápal

Armah et al. (2015) vo svojich dvoch nezávislých randomizovaných kontrolovaných štúdiách preukázali, že pravidelná konzumácia špeciálne vyšľachtenej brokolice s vysokým obsahom glukorafanínu (prekurzora sulforafanu) vedie k signifikantnému zníženiu hladiny LDL cholesterolu v plazme. Tento pokles bol pozorovaný už po dvanástich týždňoch intervencie, pričom autori zdôrazňujú, že efekt bol dosiahnutý pri bežnom príjme potravy (400 g týždenne), čo naznačuje reálnu uplatniteľnosť v bežnom stravovaní. Pri myšiach kŕmených krmivom s vysokým obsahom lipidov bolo potvrdené, že suplementácia sulforafanom nielenže znižuje celkový cholesterol a triacylglyceroly, ale zároveň potláča hromadenie lipidov v pečeni (Luo et al., 2024). Táto bioaktívna zlúčenina pôsobí ako silný aktivátor transkripčného faktora Nrf2, čo vedie k zvýšenej expresii antioxidačných enzýmov a súčasne k inhibícii prozápalových signálnych dráh, ako je napríklad NF- $\kappa$ B. V endotelových bunkách vystavených stresu dochádza k potlačeniu tvorby adhézných molekúl, čím sa bráni uchyteniu monocytov na cievnu stenu a spomaľuje sa iniciácia aterosklerotického procesu (Evans, 2011).

## METABOLICKÝ SYNDRÓM, OBEZITA A DIABETES MELLITUS 2. TYPU

Sulforafan sa v posledných rokoch intenzívne skúma aj v súvislosti s metabolickým syndrómom, obezitou a diabetes mellitus 2. typu, pretože ide o stavy úzko prepojené s oxidačným stresom, chronickým zápalom a poruchou energetického metabolizmu. Sulforafan môže ovplyvňovať glukózovú homeostázu, inzulínovú senzitivitu a viaceré metabolické dráhy súvisiace s rozvojom diabetu 2. typu (Wang et al., 2024).

### Vplyv na inzulínovú senzitivitu

Zlepšenie odpovede tkanív na inzulín je úzko späté s aktiváciou signálnej dráhy Nrf2, ktorá zmierňuje oxidačné poškodenie

buniek a následne podporuje integritu inzulínovej signalizácie, čím priamo pôsobí proti patofyziologickým mechanizmom inzulínovej rezistencie. Sulforafan pravdepodobne zasahuje do fosforylačných kaskád proteínkinázy B, čo stimuluje efektívnejší transport glukózy do periférnych tkanív, najmä do kostrového svalstva (Wang et al., 2024).

V experimentálnej štúdii na modeli mladých (8 týždňov) a stredne starých (40 týždňov) samcov myši línie C57BL/6J kŕmených diétou s vysokým obsahom tukov (60 % kcal z tukov) viedlo 12-týždňové podávanie sulforafanu v dávke 0,5 mg/kg telesnej hmotnosti denne k signifikantnému zlepšeniu metabolického profilu. Výsledky intraperitoneálneho glukózového tolerančného testu (GTT) a inzulínového tolerančného testu (ITT) potvrdili zvýšenie inzulínovej senzitivity a zlepšenie glukózovej tolerancie u oboch vekových skupín (Luo et al., 2024).

Podávanie sulforafanu viedlo k zníženiu hladiny glukózy nalačno, celkového cholesterolu a triacylglycerolov v sére, a zároveň k zmierneniu hepatálnej steatózy. Zatiaľ čo u mladých myši sulforafan výrazne potlačil prírastok telesnej hmotnosti a hromadenie bieleho tukového tkaniva, u stredne starých jedincov bol tento účinok na redukciu hmotnosti menej markantný, hoci metabolické prínosy zostali zachované. Mechanizmus účinku zahŕňal aktiváciu dráhy Nrf2 a supresiu zápalových markerov TNF- $\alpha$  a IL-6 v tukovom tkanive (Luo et al., 2024).

Určitú oporu poskytujú aj humánne údaje. Bahadoran et al. (2012) v randomizovanej dvojito zaslepenej klinickej štúdii uviedli, že podávanie prášku z brokolicových kličkov pacientom s diabetom 2. typu viedlo pri vyššej dávke k poklesu sérového inzulínu a HOMA-IR, čo naznačuje zlepšenie inzulínovej rezistencie. Glukorafanín, ako stabilný prekurzor sulforafanu, po konverzii na sulforafan vykazuje schopnosť zlepšovať inzulínovú senzitivitu a experimentálne záznamy dokumentujú pokles hladiny glykovaného hemoglobínu (HbA1c) a redukciu pečenej glukoneogenézy (Saito et al., 2025).

### Protizápalové a metabolické účinky

Protizápalový účinok sulforafanu je úzko prepojený s jeho schopnosťou aktivovať transkripčný faktor Nrf2, ktorý spúšťa expresiu cytoprotektívnych génov. Súčasne dochádza k supresii prozápalových mediátorov, ako sú tumor nekrotizujúci faktor alfa (TNF- $\alpha$ ) a interleukín 6 (IL-6), ktoré sú kľúčovými faktormi pri vzniku chronického systémového zápalu nízkeho stupňa spojeného s obezitou. Miera týchto účinkov môže byť ovplyvnená vekom a celkovým fyziologickým stavom organizmu (Luo et al., 2024).

Kým u mladších jedincov býva pozorovaný aj výrazný vplyv na redukciu telesnej hmotnosti a adipozity, u starších subjektov sa účinok prejavuje skôr v rovine kvalitatívnej úpravy metabolických parametrov ako v samotnom úbytku tukového tkaniva. Glukorafanín, ako prekurzor sulforafanu, môže zmiernovať obezitu a metabolické poruchy prostredníctvom zvýšenia energetickej výdaja a ovplyvnenia tukového metabolizmu (Xu et al., 2018).

## GASTROINTESTINÁLNE ZDRAVIE A ČREVNÁ MIKROBIOTA

Houghton et al. (2023) uvádzajú, že sulforafan môže priaznivo ovplyvňovať črevnú dysbiózu a podieľať sa na obnove črevnej homeostázy, zatiaľ čo Holman et al. (2023) zdôrazňujú prepojenie medzi bioaktívnymi látkami z brokolice, črevnými mikroorganizmami a znížovaním zápalu v tráviacej sústave. Z tohto pohľadu sa gastrointestinálny systém nepovažuje len za miesto absorpcie sulforafanu, ale aj za jeden z hlavných cieľov jeho biologického pôsobenia.

### Interakcia s črevnou mikrobiotou

Črevná mikrobióta zohráva významnú úlohu pri biologickom osude glukozinolátov a sulforafanu v organizme. Významná je obojsmerná interakcia medzi glukozinolátmi, sulforafanom a črevnou mikrobiotou. Pri inaktivácii rastlinnej myrozinázy môže časť premeny glukorafanínu na izotiokyanáty zabezpečovať črevná mikrobióta (Costa-Pérez et al., 2023). Zloženie mikrobiómu ovplyvňuje vznik a profil metabolitov pochádzajúcich z kapustovitej zeleniny (Bouranis et al., 2022).

Interakcia je obojsmerná, pretože bioaktívne látky z brokolice a brokolicových klíčkov môžu spätne meniť zloženie črevnej mikroflóry a ovplyvňovať črevné prostredie. Sulforafan a ďalšie bioaktíva rodu Brassica súvisia s reguláciou zápalu a so zmenami mikrobiálnych komunit (Holman et al., 2023). Kaczmarek et al. (2018) v kontrolovanej humánnej štúdii preukázali, že konzumácia brokolice menila zloženie gastrointestinálnej mikrobioty zdravých dospelých a zvyšuje diverzitu črevnej mikrobioty. Ho et al. (2025) zároveň pripomínajú, že dlhodobější konzumácia zeleniny rodu Brassica môže meniť zloženie črevnej mikrobioty, čo naznačuje vzájomné prepojenie medzi stravou, mikrobiómom a biologickým účinkom sulforafanu.

Z hľadiska výživy človeka je dôležité, že rozdiely v zložení črevnej mikroflóry môžu vysvetľovať aj interindividuálnu variabilitu účinku sulforafanu. Sulforafan môže priaznivo ovplyvňovať črevnú homeostázu prostredníctvom modulácie mikrobiómu (Houghton et al., 2023).

### Potenciálna prevencia ochorení tráviacej sústavy

Stále viac dôkazov o úlohe bioaktívnej molekuly sulforafanu v počiatočných fázach bunkových obranných mechanizmov poukazuje na jej potenciál ako terapeutického prostriedku pri liečbe funkčných gastrointestinálnych ochorení, ako aj systémových porúch (Houghton et al., 2023). Strava je kľúčovým zdrojom bioaktívnych látok rastlinného pôvodu, ktoré by mohli slúžiť ako preventívna stratégia v podobe nesteroidných protizápalových zlúčenín, pričom sa pre mnohé z týchto metabolitov preukázalo, že podporujú homeostázu medzi hosťiteľom a mikroorganizmami a zdravie čriev (Holman et al., 2023).

Liečba sulforafanom výrazne zmierňuje poškodenie žalúdka a zvyšuje hladiny antioxidantov. Okrem toho má sulforafan výrazný regulačný účinok na metabolické poruchy vyvolané baktériou *Helicobacter pylori*, najmä pokiaľ ide o aminokyseliny, žľožové kyseliny, glycerofosfolipidy, ceramidy a peptidy (He et al., 2025). Abukhabta et al. (2020) navyše preukázali antimikrobiálnu aktivitu sulforafanom obohatených brokolicových extraktov proti vybraným črevným patogénom in vitro. Pridaním 2 % prášku z horčičných semien vo fáze chladenia procesu prípravy polievky (~60 °C) sa hladina sulforafanu zvýšila takmer štvornásobne, na 102 µmol na 200 ml porciu, čo má praktický implikačný dosah pre potravinárske spracovanie (Abukhabta et al., 2020).

Z hľadiska prevencie ochorení tráviaceho traktu je dôležité chápať, že sulforafan sa spája s protizápalovým, cytoprotektívnym a potenciálne aj antimikrobiálnym pôsobením. Interakcia bioaktívnych látok z brokolice s črevnou mikrobiotou môže zmierniť prejavy IBD (Holman et al., 2023). Holman et al. (2023) a Houghton et al. (2023) upozorňujú, že presný klinický význam sulforafanu pri prevencii ochorení tráviacej sústavy si vyžaduje ďalšie humánne štúdie.

## ZÁVER

Sulforafan predstavuje multifunkčnú bioaktívnu zlúčeninu s dobre zdokumentovanými mechanizmami pôsobenia na molekulárnej úrovni. Aktivácia dráhy Nrf2, inhibícia NF-κB, epigenetická modulácia prostredníctvom inhibície HDAC a modulácia črevnej mikrobioty predstavujú vzájomne prepojené mechanizmy, ktoré spoločne vysvetľujú jeho protektívny potenciál pri onkologických, kardiovaskulárnych, metabolických a gastrointestinálnych ochoreniach. Hoci predklinické dôkazy sú konzistentné a presvedčivé, klinické humánne štúdie sú zatiaľ menej jednoznačné, a to najmä pre heterogenitu v použitých dávkach, formách podania a sledovaných biomarkeroch. Ďalším kritickým faktorom je interindividuálna variabilita podmienená zložením črevnej mikrobioty, ktorá rozhodujúco ovplyvňuje konverziu glukorafanínu na aktívny sulforafan a tým aj biologickú odpoveď organizmu. Kým tieto aspekty nie sú dostatočne preskúmané, sulforafan zostáva predovšetkým perspektívnym nástrojom primárnej prevencie – dostupným, bezpečným a zakoreneným v dobre zrozumiteľnom molekulárnom mechanizme.

## Podakovanie:

Práca bola riešená v rámci projektu KEGA 029SPU-4/2026 a VEGA 1/0357/26.

## POUŽITÁ LITERATÚRA:

1. ABUKHABTA, S. et al. 2021. Sulforaphane-enriched extracts from glucoraphanin-rich broccoli exert antimicrobial activity against gut pathogens in vitro and innovative cooking methods increase in vivo intestinal delivery of sulforaphane. *European Journal of Nutrition*, vol. 60, no. 3, p. 1263-1276. DOI: [10.1007/s00394-020-02322-0](https://doi.org/10.1007/s00394-020-02322-0).
2. AĞAGÜNDÜZ, D. et al. 2022. Cruciferous Vegetables and Their Bioactive Metabolites: from Prevention to Novel Therapies of Colorectal Cancer. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, vol. 2022, p. 1534083. DOI: [10.1155/2022/1534083](https://doi.org/10.1155/2022/1534083).
3. ALI, M. A., KHAN, N., ZHANG, Y., SHI, J. a HOU, Y. 2023. Anticancer properties of sulforaphane: current insights at the molecular level. *Frontiers in Oncology*, vol. 13, p. 1168321. DOI: [10.3389/fonc.2023.1168321](https://doi.org/10.3389/fonc.2023.1168321).
4. ARMAH, C. N. et al. 2015. Diet rich in high glucoraphanin broccoli reduces plasma LDL cholesterol: Evidence from randomised controlled trials. *Molecular Nutrition & Food Research*, vol. 59, no. 5, p. 918-926. DOI: [10.1002/mnfr.201400863](https://doi.org/10.1002/mnfr.201400863).
5. BAHADORAN, Z. et al. 2012. Broccoli sprouts powder could improve serum triglyceride and oxidized LDL/LDL-cholesterol ratio in type 2 diabetic patients. *Diabetes Research and Clinical Practice*, vol. 96, no.3, p. 348-354. DOI: [10.1016/j.diabres.2012.01.009](https://doi.org/10.1016/j.diabres.2012.01.009).
6. BAI, Y. et al. 2015. Sulforaphane Protects against Cardiovascular Disease via Nrf2 Activation. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, vol. 2015, p. 407580. DOI: [10.1155/2015/407580](https://doi.org/10.1155/2015/407580).
7. BARALIĆ, K. et al. 2024. Sulforaphane—A Compound with Potential Health Benefits for Disease Prevention and Treatment: Insights from Pharmacological and Toxicological Experimental Studies. *Antioxidants*, vol. 13, no. 2, p. 147. DOI: [10.3390/antiox13020147](https://doi.org/10.3390/antiox13020147).
8. BOURANIS, J. A. et al. 2022. Interplay between Cruciferous Vegetables and the Gut Microbiome: A Multi-Omic Approach. *Nutrients*, vol. 15, no. 1, p. 42. DOI: [10.3390/nu15010042](https://doi.org/10.3390/nu15010042).
9. COSTA-PÉREZ, A. et al. 2023. Systematic Review on the Metabolic Interest of Glucosinolates and Their Bioactive Derivatives for Human Health. *Nutrients*, vol. 15, no. 6, p. 1424. DOI: [10.3390/nu15061424](https://doi.org/10.3390/nu15061424).
10. EVANS, P. C. 2011. The influence of sulforaphane on vascular health and its relevance to nutritional approaches to prevent cardiovascular disease. *The EPMA Journal*, vol. 2, p. 9-14. DOI: [10.1007/s13167-011-0064-3](https://doi.org/10.1007/s13167-011-0064-3).
11. HE, S. et al. 2025. Therapeutic Effects of Sulforaphane on *Helicobacter pylori*-Infected Mice: Insights from High-Coverage Metabolomics and Lipidomics Analyses of Serum and Liver. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 26, no. 16, p. 7791. DOI: [10.3390/ijms26167791](https://doi.org/10.3390/ijms26167791).
12. HO, E., WONG, C. P. a BOURANIS, J. A. 2025. Cruciferous Vegetables, Bioactive Metabolites, and Microbiome for Breast Cancer Prevention. *Annual Review of Nutrition*, vol. 45, no. 1, p. 171-195. DOI: [10.1146/annurev-nutr-062222-024321](https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-062222-024321).
13. HOLMAN, J. M. et al. 2023. Interplay of Broccoli/Broccoli Sprout Bioactives with Gut Microbiota in Reducing Inflammation in Inflammatory Bowel Diseases. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, vol. 113, p. 109238. DOI: [10.1016/j.jnutbio.2022.109238](https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2022.109238).

14. HOUGHTON, C. A. 2023. *The Rationale for Sulforaphane Favourably Influencing Gut Homeostasis and Gut–Organ Dysfunction: A Clinician’s Hypothesis*. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 24, no. 17, p. 13448. DOI: [10.3390/ijms241713448](https://doi.org/10.3390/ijms241713448).
15. JANG, J. Y., KIM, D., LEE, N. K., IM, E. a KIM, N. D. 2026. *Sulforaphane in Cancer Prevention and Therapy: A State-of-the-Art Review of Epidemiological Evidence, Molecular Mechanisms, and Translational Challenges*. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 27, no. 4, p. 2028. DOI: [10.3390/ijms27042028](https://doi.org/10.3390/ijms27042028).
16. JOSHI, H. et al. 2025. *Sulforaphane: a natural organosulfur having potential to modulate apoptosis and survival signalling in cancer*. *Discover Oncology*, vol. 16, no. 1, p. 2049. DOI: [10.1007/s12672-025-02795-7](https://doi.org/10.1007/s12672-025-02795-7).
17. KACZMAREK, J. L. et al. 2019. *Broccoli consumption affects the human gastrointestinal microbiota*. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, vol. 63, p. 27–34. DOI: [10.1016/j.jnutbio.2018.09.015](https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2018.09.015).
18. KENNELLEY, G. E., AMAYE-OBU, T., FOSTER, B. A., TANG, L., PARAGH, G. a HUSS, W. J. 2023. *Mechanistic review of sulforaphane as a chemoprotective agent in bladder cancer*. *American Journal of Clinical and Experimental Urology*, vol. 11, no. 2, p. 103–120. PMID: [37168941](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37168941/). PMCID: [PMC10165231](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/PMC10165231/).
19. LUO, J., ALKHALIDY, H., JIA, Z. a LIU, D. 2024. *Sulforaphane Ameliorates High-Fat-Diet-Induced Metabolic Abnormalities in Young and Middle-Aged Obese Male Mice*. *Foods*, vol. 13, no. 7, p. 1055. DOI: [10.3390/foods13071055](https://doi.org/10.3390/foods13071055).
20. MORDECAI, J., ULLAH, S. a AHMAD, I. 2023. *Sulforaphane and Its Protective Role in Prostate Cancer: A Mechanistic Approach*. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 24, no. 8, p. 6979. DOI: [10.3390/ijms24086979](https://doi.org/10.3390/ijms24086979).
21. ORŠOLIĆ, N. a JEMBREK, M. J. 2025. *Targeting Oxidative Stress for Disease*. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 26, no. 6, p. 2692. DOI: [10.3390/ijms26062692](https://doi.org/10.3390/ijms26062692).
22. REDDY, V. P. 2023. *Oxidative Stress in Health and Disease*. *Biomedicines*, vol. 11, no. 11, p. 2925. DOI: [10.3390/biomedicines11112925](https://doi.org/10.3390/biomedicines11112925).
23. SAITO, A., ISHIKAWA, S., YANG, K., SAWA, A. a ISHIZUKA, K. 2025. *Sulforaphane as a potential therapeutic agent: a comprehensive analysis of clinical trials and mechanistic insights*. *Journal of Nutritional Science*, vol. 14, p. e65. DOI: [10.1017/jns.2025.10033](https://doi.org/10.1017/jns.2025.10033).
24. TREASURE, K., HARRIS, J. a WILLIAMSON, G., 2023. *Exploring the anti-inflammatory activity of sulforaphane*. *Immunology and Cell Biology*, 101(10), s. 805–828. DOI: [10.1111/imcb.12686](https://doi.org/10.1111/imcb.12686).
25. WANG, Y., HE, X., CHENG, N. a HUANG, K. 2024. *Unveiling the Nutritional Veil of Sulforaphane: With a Major Focus on Glucose Homeostasis Modulation*. *Nutrients*, vol. 16, no. 12, p. 1877. DOI: [10.3390/nu16121877](https://doi.org/10.3390/nu16121877).
26. XU, L., NAGATA, N., & OTA, T. 2018. *Glucoraphanin: a broccoli sprout extract that ameliorates obesity-induced inflammation and insulin resistance*. *Adipocyte*, 7(3), 218–225. DOI: [10.1080/21623945.2018.1474669](https://doi.org/10.1080/21623945.2018.1474669).

## ANTIDIABETICKÝ POTENCIÁL OLIVOVÝCH LISTOV (OLEA EUROPAEA L.): PERSPEKTÍVY PRE PREVENCIU A PODPORNÝ MANAŽMENT DIABETES MELLITUS

### ANTIDIABETIC POTENTIAL OF OLIVE LEAVES (OLEA EUROPAEA L.) PERSPECTIVES FOR PREVENTION AND SUPPORTIVE MANAGEMENT OF DIABETES MELLITUS

Zuzana Kňažická<sup>1</sup>, Liliana Hnatová<sup>1</sup>, Eva Kováčiková<sup>1</sup>, Katarína Fatrcová-Šramková<sup>1</sup>, Dominika Lenická<sup>1</sup>,  
Jana Kopčecová<sup>1</sup>, Regína Sládečková<sup>1</sup>, Eva Mixtajová<sup>1</sup>, Oľga Grygorieva<sup>2</sup>, Vladimíra Bella<sup>3</sup>,  
Marcela Capcarová<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika

<sup>2</sup>Národná Botanická záhrada M. M. Grishka pri Národnej akadémii vied Ukrajiny, Kyjev, Ukrajina

<sup>3</sup>Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika

<sup>4</sup>Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Slovenská republika

#### Abstrakt

Diabetes mellitus 2. typu (DM2) predstavuje závažný globálny zdravotný a socioekonomický problém, ktorý si vyžaduje hľadanie inovatívnych, efektívnych a bezpečných podporných terapeutických prístupov. Nutričný a fytochemický profil olivových listov (*Olea europaea* L.), ktoré sú vedľajším produktom pestovania olív a výroby olivového oleja, z nich robí perspektívny zdroj bioaktívnych látok s potenciálnym využitím v prevencii a manažmente DM2. Hlavné bioaktívne zlúčeniny, najmä sekoiridoidný glykozid oleuropeín (OL) a jeho metabolit hydroxytyrozol (HT), vykazujú výrazné antioxidačné, protizápalové a hypoglykemické účinky. Analýza predklinických a klinických štúdií objasňuje mechanizmy ich pôsobenia, najmä schopnosť inhibovať črevné enzýmy (napr.  $\alpha$ -glukozidázu), spomaľovať absorpciu sacharidov a modulovať intracelulárne signálne dráhy transportu glukózy (napr. proteín AS160), čím sa zvyšuje inzulínová senzitivita tkanív. Dôležitou súčasťou hodnotenia je aj analýza limitov a potenciálnych rizík tejto podpornej terapie, predovšetkým možnosti vzniku hypoglykémie pri kombinácii extraktu z olivových listov (OLE) a konvenčných antidiabetík. Súčasné vedecké poznatky naznačujú, že olivové listy predstavujú perspektívnu surovinou s potenciálnym využitím v prevencii a komplementárnom manažmente DM2.

#### Kľúčové slová:

*Olea europaea* L., diabetes mellitus 2. typu, oleuropeín, inzulínová senzitivita, podporná terapia

#### Abstract

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) represents a major global health and socioeconomic challenge that necessitates the development of innovative, effective, and safe supportive therapeutic approaches. The nutritional and phytochemical profile of olive leaves (*Olea europaea* L.), a by-product of olive cultivation and olive oil production, makes them a promising source of bioactive compounds with potential applications in the prevention and management of T2DM. The primary bioactive compounds, particularly the secoiridoid glycoside oleuropein (OL) and its metabolite hydroxytyrosol (HT), exhibit potent antioxidant, anti-inflammatory, and hypoglycemic properties. An analysis of preclinical and clinical studies explains the mechanisms of action of their biological activity, including the inhibition of intestinal enzymes (e.g.,  $\alpha$ -glucosidase), the slowing of carbohydrate absorption, and the modulation of intracellular glucose transport signaling pathways (e.g., the AS160 protein), thereby improving tissue insulin sensitivity. An important aspect of their evaluation is the analysis of the limitations and potential risks associated with this supportive therapy, particularly the possibility of hypoglycemia when olive leaf extracts (OLE) are used in combination with conventional antidiabetic medications. Current scientific findings suggest that olive leaves represent a promising natural resource with potential applications in the prevention and complementary management of T2DM.

## Keywords:

*Olea europaea* L., type 2 diabetes mellitus, oleuropein, insulin sensitivity, complementary therapy

## Úvod

Princípy mediteránskej (stredomorskej) stravy sú dlhodobo spájané so zníženou mortalitou na kardiovaskulárne ochorenia, ktoré sú často asociované s metabolickým syndrómom a DM2. Olivovník (*Olea europaea* L.; oliva európska) patrí medzi najstaršie pestované suchovzdorné rastliny s mimoriadnym hospodárskym významom, predovšetkým v oblasti Stredomoria (Besnard et al., 2013; Kabbash et al., 2021). Olivové listy predstavujú približne 4,0 – 10,0 % hmotnosti spracovaných olív, čo tvorí asi 5,0 % odpadu pri výrobe olivového oleja (Abaza et al., 2015; Lama-Muñoz et al., 2020). Nevhodná likvidácia tohto vedľajšieho produktu (napr. spaľovaním) spôsobuje ekologickú záťaž. Ich efektívne zhodnocovanie a využitie pri výrobe funkčných potravín a farmaceutických produktov prispieva k princípom obehového hospodárstva a udržateľnosti (Markhali et al., 2020; Donner et al., 2022). Olivové listy sú nedoceneným zdrojom viacerých biologicky aktívnych látok. Oleuropeín a HT sú najvýznamnejšie prírodné fenolové zlúčeniny prítomné v olivových listoch, ktoré disponujú vysokou antioxidačnou aktivitou a významne prispievajú k zdravotným benefitom. Novodobé výskumy poukazujú na ich biochemické a farmakologické účinky, ktoré sa uplatňujú pri prevencii a terapii civilizačných ochorení vrátane regulácie metabolických a endokrinných dráh na celulórnú úroveň.

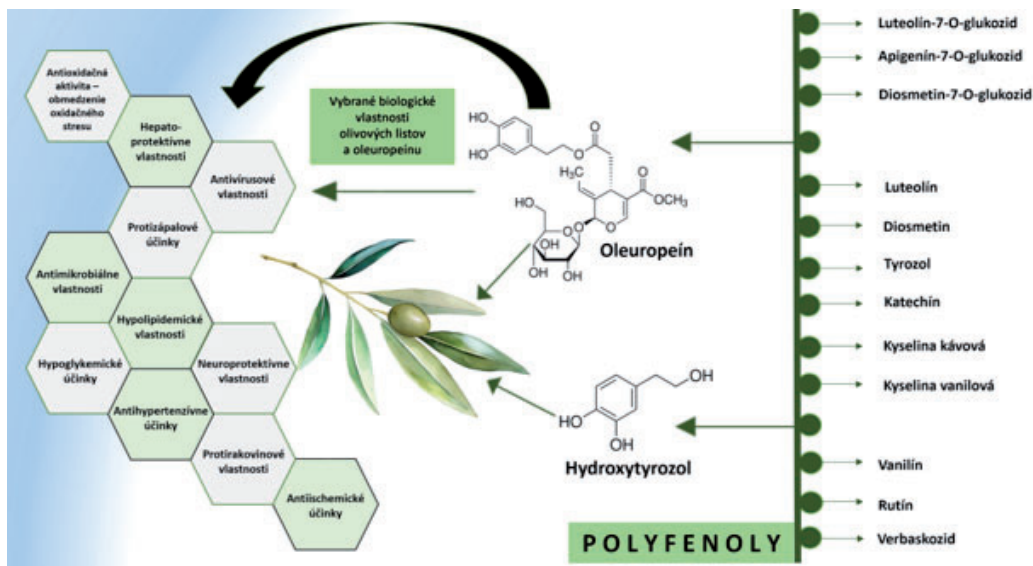
## Nutričné zloženie olivových listov a ich zdravotné účinky

Fytochemické analýzy olivových listov preukázali bohaté zastúpenie sekoiroidov, flavonoidov (napr. luteolín, rutín, apigenín), fenolových kyselín a triterpenoidov (Bouaziz a Sayadi, 2005; Hashmi et al., 2015). Koncentrácia tejto fenolovej frakcie je v listoch niekoľkonásobne vyššia ako v samotných plodoch alebo v oleji (Abaza et al., 2015). Práve vďaka tomuto jedinečnému zloženiu vykazuje OLE vysokú antioxidačnú aktivitu, prostredníctvom ktorej chráni erytrocyty pred oxidačným poškodením a stimuluje činnosť dôležitých antioxidačných enzýmov (Lins et al., 2018; Pennisi et al., 2023).

Oleuropeín (obrázok 1) je dominantný sekoiroidný glykozid v listoch olivovníka (17 – 23 % v sušine podľa obdobia zberu) (Medina et al., 2019), ktorý má preukázané protizápalové, antimikrobiálne, antivírusové, neuroprotektívne a hypolipidemické účinky (Lee a Lee, 2010; Zorić et al., 2021). Suplementácia OL navyše priaznivo ovplyvňuje lipidový profil a krvný tlak u pacientov s hypertenziou (Lockyer et al., 2017; Razmpoosh et al., 2022). Hydroxytyrozol vzniká hydrolýzou OL počas zrenia a spracovania listov (Rahmanian et al., 2015). Spolu s OL indukuje apoptózu v rakovinových bunkách a vykazuje potenciál pri prevencii chronických ochorení u rizikových skupín pacientov s metabolickým syndrómom, hypercholesterolémiou a rozvíjajúcim sa DM2 (Han et al., 2009; Stevens et al., 2021).

Medzi ďalšie významné bioaktívne komponenty patria pentacyklické triterpenoidy (najmä kyselina oleanolová 3,0 – 3,5% a uvaol), ktoré vykazujú protizápalové a antidiabetické účinky (Guinda et al., 2010; Canabarro et al., 2019). Listy tiež akumulujú tokoferoly (dominantný je  $\alpha$ -tokoferol v množstve 284,60  $\mu\text{g/g}$ ), karotenoidy, chlorofyly a nenасыtené mastné kyseliny (kyselina olejová, linolová a  $\alpha$ -linolénová) (Botsoglou et al., 2012; Cavalheiro et al., 2015; Hnatová et al., 2026). Z minerálnych látok dominujú draslík, vápnik a horčík, ktoré zohrávajú dôležitú úlohu v metabolickej regulácii (Antunes et al., 2021; Hnatová et al., 2026).

Obrázok 1 Biologické účinky olivových listov a najvýznamnejšieho polyfenolu – oleuropeínu (OL) (Hnatová et al., 2025)



## Využitie olivových listov pri DM2 a prehľad štúdií

Bioaktívne zlúčeniny v olivových listoch (predovšetkým OL a HT) môžu prispievať k zmierneniu prejavov a spomaleniu progresie DM2. Mechanizmus účinku spočíva v zlepšení citlivosti tkanív na inzulín, ochrane  $\beta$ -buniek pankreasu, spomalení absorpcie sacharidov v čreve a redukcii oxidačného stresu, čo bráni rozvoju diabetických komplikácií (De Bock et al., 2013; Wu et al., 2017; Chen et al., 2025). V klinickej štúdii Wainstein et al. (2012) sledovali 79 pacientov s DM2, ktorí počas 14 týždňov denne užívali 500 mg OLE a placebo. Výsledky ukázali štatisticky významný pokles glykovaného hemoglobínu (HbA1c) a hladiny inzulínu nalačno v liečenej skupine. Následná experimentálna časť na potkanoch objasnila mechanizmus, OLE priamo inhiboval trávenie a vstrebávanie škrobu na úrovni črevnej steny, čím znižoval postprandiálnu glykémiu. V ďalšej klinickej štúdii Wissam a Ali (2017), konzumovalo 31 pacientov s DM2 čaj z olivových listov (50 g sušených listov dvakrát denne) počas 28 týždňov. Výsledky viedli k úprave krvného tlaku u 53 % žien a 61,1 % mužov, čo poukazuje na kardioprotektívne a podporné vlastnosti tohto bylinného nápoja.

V štúdii Mansoura et al. (2023) autori hodnotili tri genotypy olivovníka (Picual, Tofahi, Shemlali). In vitro analýzy potvrdili významnú inhibíciu  $\alpha$ -glukozidázy. Dávka 200 mg OLE/deň u diabetických potkanov výrazne znížila hladiny glykémie a HbA1c (porovnateľne s metformínom). Kombinovaná terapia (OLE + metformín) vykazovala synergický účinok, zlepšila lipidový profil a podporila regeneráciu tkanív pečene, obličiek a pankreasu. Takisto štúdia Al-Shudiefat et al. (2023) potvrdila, že prídanie 1,0 a 3,0 % OLE do krmiva diabetických potkanom viedlo k významnému zníženiu hladín glykémie. Analýza odhalila, že OLE znižoval expresiu intracelulárneho regulačného proteínu AS160 (Akt substrate of 160 kDa; TBC1D4), čím moduloval translokáciu transportéra GLUT4 na povrch svalových a tukových buniek, bez vplyvu na plazmatické hladiny inzulínu. Guex et al. (2019) sledovali účinok OLE u diabetických potkanov počas 10 týždňov. Podávanie OLE (200 a 400 mg/kg) viedlo k redukcii telesnej hmotnosti, poklesu hladiny glykémie nalačno a k preukázateľnému zlepšeniu zápalových markerov a funkcií obličiek.

## Potenciálne riziká a obmedzenia využitia olivových listov pri liečbe DM2

Extrakt z olivových listov preukázateľne vykazuje hypoglykemické účinky a je predmetom viacerých predklinických aj klinických štúdií. Hlavným potenciálnym rizikom je nekontrolované znižovanie glykémie, ktoré môže vzniknúť najmä pri súčasnom užívaní s antidiabetikami (Wainstein et al., 2012; Abdel-Kader et al., 2019). Polyfenoly obsiahnuté v OLE môžu spomaľovať vstrebávanie sacharidov a zlepšovať inzulínovú senzitivitu, čo v kombinácii s liekmi môže viesť k hypoglykémii (Mansour et al., 2023). U pacientov, ktorí neupravujú farmakologickú liečbu pod dohľadom lekárov alebo nesledujú glykémiu, môže tento synergický efekt vyvolať závraty, slabosť, poruchy koncentrácie až závažné hypoglykemické stavy (De Bock et al., 2013). Ďalším rizikom je interakcia s antihypertenzívami. Extrakt z olivových listov môže znižovať krvný tlak v dôsledku vazodilatačných účinkov OL a ďalších polyfenolov (Susalit et al., 2011; Lamti et al., 2025). Pre diabetikov, ktorí často užívajú lieky na hypertenziu, existuje riziko vzniku symptomatickej hypotenzie sprevádzanej mdlobami alebo zhoršeným prekrvením končatín (Zhou et al., 2017). U niektorých pacientov sa môžu vyskytnúť gastrointestinálne ťažkosti (nevoľnosť, hnačka alebo bolesti brucha) (Hermans et al., 2020). Extrakt olivových listov ovplyvňuje trávenie škrobu inhibíciou črevných enzýmov, môže citlivým jednotlivcom narušiť tráviacu toleranciu alebo viesť k zvýšenej fermentácii nestrávených sacharidov v hrubom čreve (Hadrích et al., 2015).

## Záver

Experimentálne in vitro/in vivo a klinické štúdie poukazujú na významný terapeutický potenciál olivových listov v manažmente DM2. Vďaka bioaktívnemu komplexu (OL, HT a ďalších zlúčenín) môžu pôsobiť multifaktoriálne - regulovať glykémiu, zlepšovať senzitivitu na inzulín, chrániť cieľové orgány pred oxidačným poškodením a optimalizovať lipidový profil. Napriek tomu je potrebné uskutočniť ďalšie vedecké štúdie na potvrdenie ich dlhodobej bezpečnosti a eliminácie interakcií s medikamentami. V kontexte obehového hospodárstva a udržateľného poľnohospodárstva však olivové listy predstavujú príležitosť pre vývoj inovatívnych funkčných potravín a zdravotne prospešných doplnkov stravy, ktoré môžu prispieť k zlepšeniu metabolického zdravia a kvality života pacientov s metabolickými poruchami.

## PodĎakovanie:

Práca vznikla za podpory projektov GA FAPZ SPU v Nitre (č. 2/2024 Nové perspektívy využitia listov olivovníka a determinácia účinkov oleuropeínu na ľudské zdravie), VEGA 1/0357/26 a KEGA 029SPU-4/2026.

## Kontaktná adresa:

Ing. Zuzana Kňazická, PhD. (VKS IIa) Ústav výživy a genomiky, FAPZ SPU v Nitre, Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika; e-mail: zuzana.knazicka@uniag.sk

## Literatúra:

1. Abaza, L., Taamalli, A., Nsir, H., et al. (2015). Olive tree (*Olea europaea* L.) leaves: Importance and advances in the analysis of phenolic compounds. *Antioxidants*, 4: 682-698.
2. Abdel-Kader, M.S., Soliman, G.A., Abdel-Rahman, R.F., et al. (2019). Effect of olive leaves extract on the antidiabetic effect of glyburide for possible herb-drug interaction. *Saudi pharmaceutical journal: the official publication of the Saudi Pharmaceutical Society*, 27(8): 1182-1195. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2019.10.001>
3. Al-Shudiefat, A.A.-R., Alturk, H., Al-Ameer, H.J., et al. (2023). Olive Leaf Extract of *Olea europaea* Reduces Blood Glucose Level through Inhibition of AS160 in Diabetic Rats. *Applied Sciences*, 13(10): 5939. <https://doi.org/10.3390/app13105939>

4. Antunes, B. da F., Otero, D.M., Bonemann, D.H., et al. (2021). Evaluation of physicochemical, bioactive composition and profile of fatty acids in leaves of different olive cultivars. *Revista Ceres*, 68(6): 511-520. <https://doi.org/10.1590/0034-737X202168060002>
5. Besnard, G., Khadari, B., de Navascués, M., et al. (2013). The complex history of the olive tree: from Late Quaternary diversification of Mediterranean lineages to primary domestication in the northern Levant. *Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences*, 280(1756): 20122833. <https://doi.org/10.1098/rspb.2012.2833>
6. Botsoglou, E., Govaris, A., Ambrosiadis, I. et al. (2012). Lipid and protein oxidation of  $\alpha$ -linolenic acid-enriched pork during refrigerated storage as influenced by diet supplementation with olive leaves (*Olea europea* L.) or  $\alpha$ -tocopheryl acetate. *Meat Sci*, 92: 525-532.
7. Bouaziz, M., Sayadi, S. (2005). Isolation and evaluation of antioxidants from leaves of a Tunisian cultivar olive tree. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 107: 497-504. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200501166>
8. Canabarro, N.I., Mazutti, M.A., do Carmo Ferreira, M. (2019). Drying of olive (*Olea europaea* L.) leaves on a conveyor belt for supercritical extraction of bioactive compounds: Mathematical modeling of drying/extraction operations and analysis of extracts. *Ind. Crop. Prod.*, 136: 140-151.
9. Cavaleiro, C.V., Picoloto, R.S., Cichoski, A.J. et al. (2015). Olive leaves offer more than phenolic compounds – Fatty acids and mineral composition of varieties from Southern Brazil. *Industrial Crops and Products*, 71: 122-127. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.03.054>.
10. De Bock, M., Derraik, J.G., Brennan, C.M., et al. (2013). Olive (*Olea europaea* L.) leaf polyphenols improve insulin sensitivity in middle-aged overweight men: a randomized, placebo-controlled, crossover trial. *PloS one*, 8(3): e57622. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057622>
11. Donner, M., Erraach, Y., López-i-Gelats, F., et al. (2022). Circular bioeconomy for olive oil waste and by-product valorisation: Actors' strategies and conditions in the Mediterranean area. *Journal of Environmental Management*, 321: 115836. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115836>
12. Guex, C.G., Reginato, F.Z., de Jesus, P.R., et al. (2019). Antidiabetic effects of *Olea europaea* L. leaves in diabetic rats induced by high-fat diet and low-dose streptozotocin. *Journal of ethnopharmacology*, 235: 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.02.001>
13. Guinda, A., Rada, M., Delgado, T., et al. (2010). Pentacyclic triterpenoids from olive fruit and leaf. *J. Agric. Food Chem.*, 58: 9685-9691.
14. Hadrich, F., Bouallagui, Z., Junkyu, H., et al. (2015). The  $\alpha$ -Glucosidase and  $\alpha$ -Amylase Enzyme Inhibitory of Hydroxytyrosol and Oleuropein. *Journal of oleo science*, 64(8): 835-843. <https://doi.org/10.5650/jos.ess15026>
15. Han, J., Talorete, T.P., Yamada, P., et al. (2009). Anti-proliferative and apoptotic effects of oleuropein and hydroxytyrosol on human breast cancer MCF-7 cells. *Cytotechnology*, 59(1): 45-53.
16. Hashmi, M.A., Khan, A., Hanif, M., et al. (2015). Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology of *Olea europaea* (Olive). *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015(1): 541591. <https://doi.org/10.1155/2015/541591>
17. Hermans, M.P., Lempereur, P., Salembier, J.P., et al. (2020). Supplementation Effect of a Combination of Olive (*Olea europaea* L.) Leaf and Fruit Extracts in the Clinical Management of Hypertension and Metabolic Syndrome. *Antioxidants* (Basel, Switzerland), 9(9): 872. <https://doi.org/10.3390/antiox9090872>

18. Hnatová, L., Kňážícká, Z., Fatrcová Šramková, K. et al. (2025). Olivové listy (*Olea europaea* L.): nutričný a farmakologický doplnok stravy, ich využitie vo farmakológii a preventívnej medicíne. *Revue medicíny v praxi*, 23(3): 41-44.
19. Hnatová, L., Kováčiková, E., Gálik, B., et al. (2026). Bioactive and nutritional potential of extracts from differently processed olive leaves (*Olea europaea* L.) as by-products. *Journal of Central European Agriculture*, 27(2): 520-531. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/27.2.5063>
20. Chen, X., Xie, N., Feng, L., et al. (2025). Oxidative stress in diabetes mellitus and its complications: From pathophysiology to therapeutic strategies. *Chinese medical journal*, 138(1): 15-27. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000003230>
21. Kabbash, E.M., Ayoub, I.M., Gad, H.A., et al. (2021). Quality assessment of leaf extracts of 12 olive cultivars and impact of seasonal variation based on UV spectroscopy and phytochemical content using multivariate analyses. *Phytochem. Anal.*, 32: 932-941.
22. Lama-Muñoz, A., Contreras, M.D.M., Espínola, F., et al. (2020). Content of phenolic compounds and mannitol in olive leaves extracts from six Spanish cultivars: Extraction with the Soxhlet method and pressurized liquids. *Food Chem.*, 320: 126626.
23. Lamti, F., Trabelsi, I., Dhaoui, R., et al. (2025). Efficacy of olive leaf extracts in controlling blood pressure in hypertensive patients: a double-blind randomized clinical trial. *Journal of hypertension*, 43(11): 1878-1884. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000004141>
24. Lee, O., Lee, B. (2010). Antioxidant and antimicrobial activities of individual and combined phenolics in *Olea europaea* leaf extract. *Bioresour. Technol.*, 101: 3751-3754.
25. Lins, P.G., Pugine, S.M.P., Scatolini, A.M., et al. (2018). In vitro antioxidant activity of olive leaf extract (*Olea europaea* L.) and its protective effect on oxidative damage in human erythrocytes. *Heliyon*, 4(9): e00805. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00805>
26. Lockyer, S., Rowland, I., Spencer, J.P.E., et al. (2017). Impact of Phenolic-Rich Olive Leaf Extract on Blood Pressure, Plasma Lipids and Inflammatory Markers: A Randomised Controlled Trial. *Eur. J. Nutr.*, 56: 1421-1432.
27. Mansour, H.M.M., Zeitoun, A.A., Abd-Rabou, H.S., et al. (2023). Antioxidant and Anti-Diabetic Properties of Olive (*Olea europaea*) Leaf Extracts: In Vitro and In Vivo Evaluation. *Antioxidants (Basel)*, 12(6): 1275. <https://doi.org/10.3390/antiox12061275>
28. Markhali, F.S., Teixeira, J.A., Rocha, C.M.R. (2020). Olive Tree Leaves-A Source of Valuable Active Compounds. *Processes*, 8(9): 1177. <https://doi.org/10.3390/pr8091177>
29. Medina, E., Romero, C., García, P., et al. (2019). Characterization of Bioactive Compounds in Commercial Olive Leaf Extracts, and Olive Leaves and Their Infusions. *Food Funct.*, 10: 4716-4724.
30. Pennisi, R., Ben Amor, I., Gargouri, B., et al. (2023). Analysis of Antioxidant and Antiviral Effects of Olive (*Olea europaea* L.) Leaf Extracts and Pure Compound Using Cancer Cell Model. *Biomolecules*, 13(2): 238. <https://doi.org/10.3390/biom13020238>
31. Rahmanian, N., Jafari, S.M., Wani, T.A. (2015). Bioactive profile, dehydration, extraction and application of the bioactive components of olive leaves. *Trends in Food Science & Technology*, 42(2): 150-172. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.12.009>
32. Razmpoosh, E.; Abdollahi, S.; Mousavirad, M., et al. (2022). The Effects of Olive Leaf Extract on Cardiovascular Risk Factors in the General Adult Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Diabetol. Metab. Syndr.*, 14: 151.

33. Stevens, Y., Winkens, B., Jonkers, D., et al. (2021). The effect of olive leaf extract on cardiovascular health markers: a randomized placebo-controlled clinical trial. *European Journal of Nutrition*, 60: 2111-2120. <https://doi.org/10.1007/s00394-020-02397-9>
34. Susalit, E., Agus, N., Effendi, I., et al. (2011). Olive (*Olea europaea*) leaf extract effective in patients with stage-1 hypertension: comparison with Captopril. *Phytomedicine: international journal of phytotherapy and phytopharmacology*, 18(4): 251-258. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2010.08.016>
35. Wainstein, J., Ganz, T., Boaz, M., et al. (2012). Olive leaf extract as a hypoglycemic agent in both human diabetic subjects and in rats. *Journal of medicinal food*, 15(7): 605-610. <https://doi.org/10.1089/jmf.2011.0243>
36. Wissam, Z., Ali, A. (2017). Olive leaves herbal tea effect in type 2 diabetic patients with prehypertension. *European Journal of Pharmaceutical and Medical Research*. 4(5): 55-59.
37. Wu, L., Velandar, P., Liu, D., et al. (2017). Olive Component Oleuropein Promotes  $\beta$ -Cell Insulin Secretion and Protects  $\beta$ -Cells from Amylin Amyloid-Induced Cytotoxicity. *Biochemistry*, 56(38): 5035-5039. <https://doi.org/10.1021/acs.biochem.7b00199>
38. Zhou, Y., Ke, S.J., Qiu, X.P., et al. (2017). Prevalence, risk factors, and prognosis of orthostatic hypotension in diabetic patients: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*, 96(36): e8004. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000008004>
39. Zorić, N., Kopjar, N., Rodriguez, J.V., et al. (2021). Protective effects of olive oil phenolics oleuropein and hydroxytyrosol against hydrogen peroxide-induced DNA damage in human peripheral lymphocytes. *Acta Pharm.*, 71(1): 131-141.



## ANALÝZA TELESNEJ KOMPOZÍCIE A STRAVOVANIE HOKEJISTOV ŠKOLSKÉHO VEKU

Katarína Fatrcová-Šramková, Jana Kopčeková, Denisa Túšová, Zuzana Kňažická, Regína Sládečková,  
Eva Kováčiková

Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

### ÚVOD

Problematika telesnej kompozície a výživy predstavuje v súčasnosti významnú oblasť výskumu v rámci športovej vedy a nutričnej epidemiológie, osobitne v kontexte detí a adolescentov. Obdobie školského veku je charakteristické dynamickými zmenami v raste a vývine organizmu, ktoré sú výrazne ovplyvňované nielen genetickými predispozíciami, ale aj životným štýlom, úrovňou pohybovej aktivity a kvalitou stravovania. V prípade mladých športovcov tieto faktory nadobúdajú ešte väčší význam, keďže adekvátna výživa a optimálne telesné zloženie sú kľúčové pre podporu športového výkonu, regenerácie a celkového zdravia.

Ľadový hokej patrí medzi fyzicky náročné športy s kombinovaným anaeróbno-aeróbnym charakterom záťaže, ktorý kladie zvýšené nároky na energetický príjem, zloženie stravy a hydratáciu. U hokejistov školského veku je potrebné zohľadniť nielen požiadavky vyplývajúce zo športového zaťaženia, ale aj špecifiká rastu a vývinu, ktoré ovplyvňujú metabolické procesy a nutričné potreby organizmu. Nedostatočne alebo nevhodne nastavené stravovacie návyky môžu viesť k narušeniu telesnej kompozície, zníženiu výkonnosti, zvýšenému riziku zranení, ako aj k dlhodobým zdravotným komplikáciám.

Výživa detí v školskom veku predstavuje významný determinant rastu, vývinu, zdravotného stavu a schopnosti adaptácie na fyzickú záťaž. U detí, ktoré sa aktívne venujú športu, vrátane ľadového hokeja, nadobúda výživa osobitný význam, keďže musí zabezpečiť nielen pokrytie energetických a nutričných potrieb súvisiacich s fyziologickým rastom, ale aj zvýšené nároky vyplývajúce z tréningového a súťažného zaťaženia (Thomas et al., 2016).

Z hľadiska športovej výživy je rozhodujúce zabezpečiť adekvátnu energetickú dostupnosť, optimálne zastúpenie makronutrientov, dostatočný príjem mikronutrientov a správnu hydratáciu. Tieto faktory predstavujú základné predpoklady pre optimálny telesný rozvoj, regeneráciu a športový výkon. Ich význam je ešte výraznejší v období intenzívneho rastu a biologického dozrievania, keď je organizmus citlivejší na nutričné deficity (Thomas et al., 2016; Capra et al., 2024).

Nedostatočný energetický príjem alebo nevyvážené zastúpenie živín môže viesť k negatívnym dôsledkom, ako sú spomalenie rastu, znížená imunita, únava, zhoršená regenerácia a zvýšené riziko vzniku syndrómu relatívneho energetického deficitu v športe (RED-S). Tento syndróm ovplyvňuje viaceré fyziologické systémy vrátane hormonálnej regulácie, metabolizmu, kostného zdravia a športového výkonu (Burke et al., 2011; Mountjoy et al., 2018).

Cieľom práce bolo zhodnotiť telesnú kompozíciu a stravovacie návyky hokejistov školského veku a identifikovať potenciálne nedostatky vo výžive.

### METODIKA PRÁCE

Výskum sme realizovali v súbore žiakov športových hokejových tried ( $n = 23$ ). Telesná kompozícia chlapcov bola meraná opakovane v troch časových obdobiach (10/2023, 6/2024, 10/2024) pomocou bioimpedančnej metódy a analyzátora InBody 970. Stravovacie návyky boli zisťované dotazníkovou metódou.

Vek hokejistov školského veku sa v priebehu výskumu pohyboval v rozsahu od 10 do 13 rokov. Výskumný súbor tvorili žiaci 5. až 7. ročníka športových hokejových tried klubu MMHK Nitra, ktorí sa počas troch po sebe nasledujúcich sezón (2023/2024 – 2025/2026) aktívne zapájali do pravidelného tréningového procesu organizovaného v rámci klubu a školy.

Tréningový proces bol plánovaný v týždenných mikrocykloch. Hokejisti školského veku absolvovali týždenne priemerne 4 tréningy na ľadovej ploche, 1–2 tréningy mimo ľadu (suchá príprava), 1 vyučovaciu hodinu telesnej výchovy a počas víkendov sa zúčastňovali súťažných zápasov. Celkový objem organizovanej tréningovej záťaže sa pohyboval v rozmedzí 5–6 hodín týždenne bez započítania zápasovej činnosti. Po započítaní zápasovej činnosti sa celkový objem pohybovej záťaže zvyšoval na 7–9 hodín týždenne, pričom približne 65–80 % celkového tréningového času tvorili tréningy na ľadovej ploche. Suchá príprava prebiehala spravidla bezprostredne pred alebo po tréningu na ľade a bola zameraná najmä na rozvoj koordinačných schopností, rýchlosti a základnej sily. Tréningový proces prebiehal počas hlavnej sezóny v období od augusta do apríla. V mesiacoch máj a jún bola realizovaná prevažne kondičná príprava mimo ľadu v rozsahu približne 2–3 tréningov týždenne, zatiaľ čo mesiac júl bol určený na regeneráciu bez organizovanej tréningovej činnosti.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

### Telesná hmotnosť a kompozícia hokejistov školského veku

Pri hodnotení telesnej hmotnosti sme medzi prvým a druhým meraním zaznamenali nárast priemernej hmotnosti o 1,99 kg ( $p < 0,001$ ), pričom hodnota sa zvýšila z 41,22 kg na 43,21 kg (tab. 1). Medzi druhým a tretím meraním sa hmotnosť zvýšila o 2,01 kg ( $p < 0,001$ ). Najvýznamnejší rozdiel sa prejavil medzi prvým a tretím meraním ( $p < 0,001$ ), kde celkový nárast bol 4 kg.

Tabuľka 1 Telesná hmotnosť (kg) hokejistov školského veku

|         | 1. meranie | 2. meranie | 3. meranie |
|---------|------------|------------|------------|
| Priemer | 41,22      | 43,21      | 45,22      |
| Medián  | 37,70      | 39,80      | 40,40      |
| SD      | 11,10      | 12,27      | 13,15      |
| Min     | 29,50      | 30,50      | 31,10      |
| Max     | 71,90      | 80,40      | 83,40      |

Priemerná hodnota proteínov sa medzi prvým a druhým meraním zvýšila o 0,35 kg ( $p < 0,001$ ), z 6,40 kg na 6,75 kg (tab. 2). Medzi druhým a tretím meraním bol zaznamenaný ďalší nárast o 0,24 kg ( $p < 0,001$ ). Najvýraznejší rozdiel sa potvrdil medzi prvým a tretím meraním, pričom celkový nárast predstavoval 0,59 kg ( $p < 0,001$ ). Analýza preukázala štatisticky významné rozdiely medzi všetkými sledovanými meraniami ( $p < 0,001$ ). Proteíny boli vyjadrené aj relatívne vzhľadom na telesnú hmotnosť. Priemerné hodnoty podielu proteínov sa pohybovali v rozsahu 15,5–15,6 % a počas celého sledovaného obdobia sa udržiavali na stabilnej úrovni bez významných zmien.

Tabuľka 2 Množstvo telesných proteínov (kg)

|         | 1. meranie | 2. meranie | 3. meranie |
|---------|------------|------------|------------|
| Priemer | 6,40       | 6,75       | 6,99       |
| Medián  | 6,10       | 6,60       | 6,80       |
| SD      | 0,95       | 1,05       | 1,11       |
| Min     | 5,20       | 5,50       | 5,70       |
| Max     | 8,70       | 9,40       | 9,40       |

Z hodnotenia obsahu minerálnych látok sme pozorovali, že medzi prvým a druhým meraním došlo k nárastu priemernej hodnoty minerálnych látok o 0,11 kg ( $p < 0,001$ ), pričom priemerná hodnota sa zvýšila z 2,26 kg na 2,37 kg (tab. 3). Medzi druhým a tretím meraním bol zaznamenaný ďalší nárast o 0,10 kg ( $p < 0,001$ ). Najvýraznejší rozdiel bol potvrdený medzi prvým a tretím meraním, kde celkový nárast bol 0,21 kg ( $p < 0,001$ ). Štatisticky významné rozdiely boli tak zistené medzi všetkými tromi sledovanými meraniami ( $p < 0,001$ ).

**Tabuľka 3 Množstvo minerálnych látok (kg)**

|                | 1. meranie | 2. meranie |      |
|----------------|------------|------------|------|
| <b>Priemer</b> | 2,26       | 2,37       | 2,47 |
| <b>Medián</b>  | 2,17       | 2,29       | 2,40 |
| <b>SD</b>      | 0,36       | 0,41       | 0,42 |
| <b>Min</b>     | 1,83       | 1,93       | 1,94 |
| <b>Max</b>     | 3,13       | 3,38       | 3,46 |

Analýza telesného tuku (tab. 4) preukázala, že medzi prvými dvomi meraniami nedošlo k preukaznej zmene ( $p = 0,316$ ). Naopak, medzi druhým a tretím meraním bol zaznamenaný štatisticky významný nárast telesného tuku ( $p = 0,005$ ;  $p < 0,001$ ), rovnako ako medzi prvým a tretím meraním ( $p = 0,002$ ;  $p < 0,001$ ).

Priemerná hodnota telesného tuku sa zvýšila z 8,65 kg pri prvom meraní na 8,93 kg pri druhom meraní a následne na 9,79 kg pri treťom meraní. Mediánové hodnoty sa pohybovali na nižšej úrovni (5,4–5,9 kg), čo poukazuje na prítomnosť extrémnych hodnôt ovplyvňujúcich aritmetický priemer. Túto skutočnosť podporuje aj vyššia smerodajná odchýlka ( $SD = 6,86$ – $8,08$  kg) a široké rozpätie hodnôt (2,1–35,2 kg), ktoré naznačujú výraznú variabilitu súboru.

Pre komplexnejšie posúdenie bol vypočítaný aj percentuálny podiel telesného tuku. Priemerné hodnoty dosahovali 21,0 %, 20,7 % a 21,6 % v jednotlivých meraniach bez výrazných zmien.

**Tabuľka 4 Množstvo telesného tuku (kg)**

|                | 1. meranie | 2. meranie | 3. meranie |
|----------------|------------|------------|------------|
| <b>Priemer</b> | 8,65       | 8,93       | 9,79       |
| <b>Medián</b>  | 5,40       | 5,80       | 5,90       |
| <b>SD</b>      | 6,86       | 7,25       | 8,08       |
| <b>Min</b>     | 2,10       | 2,60       | 2,60       |
| <b>Max</b>     | 29,90      | 32,20      | 35,20      |

Pri sledovaní beztukovej telesnej hmoty došlo medzi prvými dvomi meraniami k nárastu priemernej hodnoty o 1,63 kg ( $p < 0,001$ ), pričom hodnota sa zvýšila z 30,69 kg na 32,32 kg (tab. 5). Medzi druhým a tretím meraním bol zaznamenaný ďalší štatisticky významný nárast o 1,06 kg ( $p < 0,001$ ). Najvýraznejší rozdiel bol potvrdený medzi prvým a tretím meraním, kde nárast predstavoval 2,69 kg ( $p < 0,001$ ). Výsledky poukazujú na kontinuálny nárast beztukovej telesnej hmoty v priebehu sledovaného obdobia a preukázali štatisticky významné rozdiely medzi všetkými sledovanými meraniami.

**Tabuľka 5 Beztuková telesná hmota (kg)**

|                | 1. meranie | 2. meranie | 3. meranie |
|----------------|------------|------------|------------|
| <b>PRIEMER</b> | 32,57      | 34,28      | 35,43      |
| <b>MEDIAN</b>  | 31,30      | 32,90      | 34,10      |
| <b>SD</b>      | 4,79       | 5,48       | 5,65       |
| <b>MIN</b>     | 26,80      | 27,90      | 28,50      |
| <b>MAX</b>     | 44,10      | 48,20      | 48,20      |

### Stravovanie hokejistov školského veku

Analýza údajov o stravovacom režime ukázala, že hokejisti konzumujú jedlo v priemere 4,3-krát denne ( $SD = 1,14$ ), pričom medián 4,5 denne poukazuje na to, že väčšina z nich sa stravuje 4 až 5-krát denne. Tento výsledok potvrdzuje aj percentuálne rozdelenie, keď 52,2 % uviedlo konzumáciu jedla 4–5-krát denne. Len trikrát denne sa stravuje 21,7 % a 4,3 % má nízku frekvenciu stravovania (1–2 jedlá denne).

Z hľadiska jednotlivých denných jedál bolo zistené, že najpravidelnejšie konzumovaným jedlom je obed, ktorý denne konzumuje 91,3 %. Vysokú mieru pravidelnosti pri dennom konzume dosahuje aj večera (73,9 %). Naopak, raňajky boli najmenej pravidelné jedlo dňa. Každodenné raňajkovanie uviedlo iba 39,1 %, zatiaľ čo 30,4 % raňajkuje len 1–2-krát týždenne. Priemerná frekvencia raňajkovania dosiahla 4,52-krát týždenne ( $SD = 2,40$ ), čo poukazuje na pomerne nízku pravidelnosť tohto jedla. Desiata predstavuje relatívne stabilnú súčasť stravovacieho režimu. Priemerná frekvencia jej konzumácie dosiahla 5,96-krát týždenne ( $SD = 1,21$ ), pričom viac ako polovica súboru (52,2 %) ju konzumuje na dennej báze. Olovrant je prijímaný výrazne nerovnomerne, priemerná frekvencia konzumácie dosiahla 2,98-krát týždenne ( $SD = 2,84$ ). Až 30,4 % ho nekonzumuje vôbec, zatiaľ čo rovnaký podiel súboru uviedol jeho každodennú konzumáciu. Druhá večera sa v stravovacom režime vyskytuje najmenej pravidelne. Nekonzumuje ju 34,8 % súboru, pričom rovnaký podiel ju konzumuje len 1–2-krát týždenne. Priemerná frekvencia dosiahla 1,59-krát týždenne ( $SD = 1,89$ ).

### Zelenina a ovocie

Hokejisti uvádzajú relatívne vysokú frekvenciu konzumácie ovocia a zeleniny, pričom obe skupiny potravín sa vyskytujú v jedálničku niekoľkokrát denne. Ovocie je konzumované v priemere 3,22-krát denne ( $SD = 1,57$ ), medián dosiahol hodnotu 3,5-krát denne. Najviac hokejistov (47,8 %) uviedlo konzumáciu 3–4-krát denne, kým 34,8 % konzumuje ovocie 1–2-krát denne. Vyššiu frekvenciu príjmu (5 a viackrát denne) dosiahlo 17,3 %.

Zelenina je konzumovaná 3,25-krát denne ( $SD = 2,15$ ), čo je porovnateľné s ovocím. Mediánová hodnota bola 3,5-krát denne. Najväčší podiel súboru konzumuje zeleninu 1–2-krát denne (40 %), ďalších 35 % 3–4-krát denne a 15 % ju konzumuje až 7-krát denne. Len 5 % uviedlo, že zeleninu konzumuje zriedkavo. Tieto výsledky poukazujú na to, že prevažná väčšina dosahuje odporúčaný príjem ovocia a zeleniny.

### Mlieko a mliečne výrobky

Hokejisti konzumujú mlieko v priemere 1,61-krát denne ( $SD = 1,31$ ), pričom medián dosiahol hodnotu 1,5-krát denne. Najväčší podiel súboru (50 %) uviedol konzumáciu mlieka 1–2-krát denne. Zriedkavú konzumáciu mlieka (1–3-krát mesačne) uviedlo 27,3 % a 4,5 % ho konzumuje len niekoľkokrát ročne. Vyššiu frekvenciu príjmu mlieka (3–4-krát denne) uviedlo 13,6 % a 4,5 % mlieko konzumuje 5–6-krát denne.

Mliečne výrobky sú zastúpené o niečo častejšie. Priemerná frekvencia ich konzumácie dosiahla 1,93-krát denne ( $SD = 1,30$ ). Medián predstavoval hodnotu 1,5-krát denne. Väčšina (60,9 %) konzumuje mliečne výrobky 1–2-krát denne, zatiaľ čo 21,7 % uviedlo frekvenciu 3–4-krát denne. Vyššiu frekvenciu (5–6-krát denne) malo 4,3 %. Nízkú frekvenciu konzumácie mliečnych výrobkov (od zriedkavej po výnimočnú) uviedlo celkovo 13,0 %.

### Mäso, mäsové výrobky a ryby

Z analýzy údajov vyplýva, že mäso patrí medzi potraviny pravidelne zastúpené v stravovaní hokejistov. Priemerná frekvencia jeho konzumácie dosiahla 2,48-krát denne ( $SD = 1,54$ ). Medián bol 1,5-krát denne, čo poukazuje na značné rozdiely medzi jednotlivcami. Najväčší podiel súboru (56,5 %) konzumuje mäso 1–2-krát denne, 26,1 % 3–4-krát denne a 13,0 % 5–6-krát denne. Minimálnu konzumáciu uviedlo len 4,3 % hokejistov.

Aj mäsové výrobky tvoria pravidelnú súčasť jedálneho lístka, pričom ich priemerná frekvencia konzumácie je mierne vyššia ako v prípade mäsa: 2,59-krát denne ( $SD = 1,94$ ), medián bol 1,5-krát denne. Väčšina súboru (59,1 %) konzumuje mäsové výrobky 1–2-krát denne, 13,6 % 3–4-krát denne a 18,2 % uvádza častejšiu konzumáciu (5 a viackrát denne). Zriedkavý výskyt uviedlo iba 4,5 %. Tieto výsledky poukazujú na vyššie zastúpenie mäsových výrobkov v porovnaní s mäsom, čo môže súvisieť s ich jednoduchšou prípravou a dostupnosťou.

Naopak ryby a výrobky z nich sú v jedálničku hokejistov zastúpené minimálne. Väčšina súboru (63,6 %) konzumuje ryby len zriedkavo (1–3-krát mesačne) a 9,1 % dokonca len niekoľkokrát ročne. Pravidelnú konzumáciu uviedlo iba 22,7 %. Tieto údaje poukazujú na nízke zastúpenie rýb vo výžive, čo je v rozpore s odporúčaniami zdravej výživy so zaradením rýb aspoň dvakrát týždenne. V rámci príjmu živočíšnych bielkovín výrazne prevláda zdroj z mäsa a mäsových výrobkov nad prospešnými rybami produktmi.

### Vajcia

Vajcia patria medzi potraviny so strednou frekvenciou výskytu v jedálničku. Priemerná frekvencia konzumácie dosiahla 1,75-krát denne ( $SD = 1,48$ ). Medián predstavoval 1,5-krát denne. Väčšina hokejistov (54,5 %) konzumuje vajcia 1–2-krát denne, 22,7 % zriedkavo a 4,5 % len výnimočne. Vyššiu frekvenciu (3 a viackrát denne) uviedlo spolu 18,2 %.

### Strukoviny, orechy a semená

Z výsledkov výskumu vyplýva, že najväčšia časť súboru (36,4 %) konzumuje strukoviny 1–2-krát denne. Zriedkavú konzumáciu (1–3-krát mesačne) uviedlo 31,8 % a len výnimočne zaradenie tejto potraviny do jedálneho lístka 4,5 %. Vyššiu frekvenciu príjmu (3 a viackrát denne) malo 27,2 %. Výsledky poukazujú na to, že strukoviny sú v jedálničku prítomné, ale s nepravidelnou frekvenciou.

Orechy a semená sú prijímané s nižšou frekvenciou: najväčší podiel (38,1 %) uvádza konzumáciu 1–2-krát denne. Na druhej strane až 47,6 % súboru ich prijíma nepravidelne (spolu zriedkavo a výnimočne konzumácia), čo poukazuje na pomerne nízke zastúpenie rastlinných zdrojov zdravých tukov vo výžive. Vyššiu frekvenciu konzumácie (3 a viackrát denne) uviedlo 14,3 %.

### Pečivo a cereálie

Chlieb a pečivo patria medzi základné potraviny denného príjmu. Priemerná frekvencia ich konzumácie dosiahla 3,11-krát denne ( $SD = 1,77$ ), s mediánom 3,5-krát denne. Najväčší podiel súboru (43,5 %) konzumuje tieto potraviny 1–2-krát denne a 39,1 % 3–4-krát denne. Vyššiu frekvenciu (5 a viackrát denne) uviedlo 17,4 %. Zistená frekvencia zodpovedá postaveniu obilninových produktov ako kľúčového zdroja energie a sacharidov.

Ostatné cereálne potraviny sú v stravovaní menej zastúpené, priemerná frekvencia ich konzumácie dosiahla 1,15-krát denne ( $SD = 1,57$ ), medián bol 0,5-krát denne. Takmer polovica (47,8 %) konzumuje cereálie len zriedkavo a 21,7 % len výnimočne, pričom pravidelnú každodennú konzumáciu uviedlo len 17,4 % hokejistov.

## ZÁVER

Výsledky z meraní hokejistov poukazujú na zmeny v telesnej kompozícii v priebehu sledovaného obdobia, najmä v oblasti svalovej a tukovej hmoty. Zároveň boli identifikované nedostatky v stravovacích návykoch hokejistov školského veku, predovšetkým v pravidelnosti stravovania a kvalitatívnom zložení jedálneho lístka. Na základe získaných výsledkov je potrebná optimalizácia výživového režimu mladých hokejistov na podporu ich zdravého vývinu a športového výkonu.

## Podakovanie:

Práca vznikla v rámci riešenia projektu KEGA 029SPU-4/2026.

## LITERATÚRA:

1. THOMAS, D. T.; ERDMAN, K. A.; BURKE, L. M. 2016. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. vol. 116, no. 3, p. 501–528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>
2. CAPRA, Maria Elisabetta et al. 2024. Nutrition for Children and Adolescents Who Practice Sport: A Narrative Review. *Nutrients*. roč. 16, no. 16. <https://www.mdpi.com/2072-6643/16/16/2803>
3. MOUNTJOY, Margo et al. 2018. IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED S): 2018 update. *British Journal of Sports Medicine*. vol. 52, no. 11, p. 687–697. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099193. <https://bjsm.bmj.com/content/52/11/687>
4. BURKE, L. M.; HAWLEY, J. A.; WONG, S. H. S.; JEUKENDRUP, A. E. 2011. Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*. vol. 29, Suppl. 1, p. S17–S27. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.585473>



## SEZAMOVÝ OLEJ VO VÝŽIVE ĽUDÍ – NUTRIČNÉ A ZDRAVOTNÉ BENEFITY

Katarína Fatrcová-Šramková<sup>1</sup>, Martina Holpitová<sup>1</sup>, Zuzana Kňazická<sup>1</sup>, Dominika Lenická<sup>1</sup>, Timea Boksová<sup>1</sup>, Martin Prčík<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

<sup>2</sup>Ústav udržateľného regionálneho a miestneho rozvoja, Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

### Úvod

Sezam indický (*Sesamum indicum* L.) patriaci do čeľade sezamovité (Pedaliaceae) je jednou z najstarších známych olejní. Sezamový olej, získaný z jeho semien, je už dlho známy pre svoju výraznú chuť a rozmanité využitie v tradičnej kuchyni a medicíne na celom svete. Patrí medzi najstaršie rastlinné oleje využívané v ľudskej výžive a jeho použitie siaha tisíce rokov do minulosti, najmä v oblastiach Ázie a Blízkeho východu. Okrem svojich kulinárskych vlastností je sezamovému oleju kladená pozornosť ako významnému nutričnému zdroju. Vďaka jeho zdravotným benefítom zohráva dôležitú úlohu najmä v prevencii chronických ochorení, ktorých výskyt v populácii neustále stúpa. V posledných desaťročiach sa vedecký výskum intenzívne zameriava na identifikáciu potravín s potenciálnymi zdravotnými prínosmi, tzv. funkčných potravín, ktoré okrem základnej výživovej hodnoty poskytujú aj ochranné účinky na ľudský organizmus.

Sezamový olej je významným zdrojom nenasýtených mastných kyselín a antioxidantov, ako sú sezamín, sezamol a vitamín E, čo mu umožňuje podporovať zdravie kardiovaskulárneho systému, bojovať proti zápalom a zmierňovať oxidačný stres, ktorý je považovaný za jeden z hlavných faktorov podieľajúcich sa na vzniku chronických ochorení.

Pozitívne účinky sezamového oleja súvisia najmä s vysokým obsahom nenasýtených mastných kyselín, predovšetkým kyseliny linolovej a olejovej, ktoré prispievajú k zlepšeniu lipidového profilu. Dochádza najmä k znižovaniu hladiny LDL cholesterolu a zvyšovaniu HDL cholesterolu, čo je významné z hľadiska prevencie kardiovaskulárnych ochorení. Dôležitú úlohu zohrávajú aj biologicky aktívne látky, lignany a vitamín E, ktoré pôsobia ako antioxidanty a chránia organizmus pred oxidačným stresom. Súčasné vedecké dôkazy poukazujú na multifaktoriálny prínos sezamového oleja, ktorý prostredníctvom protizápalových a metabolických mechanizmov prispieva k prevencii civilizačných ochorení, akými sú diabetes mellitus II. typu alebo kardiovaskulárne choroby spojené s hypertenziou.

Rastúci záujem o zdravú výživu a neustále hľadanie prírodných zdrojov, ktoré môžu prispievať k ochrane zdravia a k zlepšeniu kvality života, robia z výskumu sezamového oleja vysoko aktuálnu tému. Vzhľadom na komplexné zloženie sezamového oleja a jeho potenciálne priaznivé účinky predstavuje táto problematika aktuálnu a významnú oblasť v rámci modernej preventívnej výživy.

### Význam sezamového oleja v prevencii chronických ochorení

#### Účinky na kardiovaskulárne zdravie a reguláciu lipidového profilu

Strava založená na sezamových semenách preukázateľne znižuje hladinu cholesterolu v krvi a zvyšuje schopnosť organizmu neutralizovať voľné radikály. LDL sú zodpovedné za vznik kardiovaskulárnych ochorení, avšak vďaka antioxidantným látkam obsiahnutým v sezame, ako sú sezamín a sezaminol, sa toto riziko podarilo znížiť. Štúdia u 21 osôb preukázala, že konzumáciou 40 g praženého sezamu denne počas 28 dní znížila celkový cholesterol a LDL cholesterol (Sharma et al., 2022). Oboulbiga et al. (2023) uvádzajú prospešnosť stravy obsahujúcej vyvážené množstvá kyseliny olejovej a linolovej v prevencii dyslipidémie a pri znížení rizikových faktorov súvisiacich s aterosklerózou. Strava obsahujúca kyselinu olejovú potláča expresiu génov zodpovedných za tvorbu tukov v pečeni a tukovom tkanive, pričom zvyšuje citlivosť na inzulín. Kyselina linolová podporuje pružnosť membrán a chráni  $\beta$ -bunky pankreasu pred apoptózou, čo nepriamo prispieva k lepšej kontrole glukózy a k zníženiu hromadenia lipidov.

Zápal je ďalšia dráha, prostredníctvom ktorej sezamový olej ovplyvňuje kardiovaskulárne zdravie. Štúdie in vivo a in vitro naznačujú, že jeho lignany, vrátane sezamolu, modulujú dráhy NF- $\kappa$ B, čím znižujú transkripciu prozápalových cytokínov, ako sú IL-1 $\beta$  a TNF $\alpha$ , po zápalových podnetoch. Toto zníženie zmierňuje aktiváciu endotelu, obmedzuje adhéziu leukocytov a spomaľuje progresiu od tukových prúžkov k fibrotickým plakovým štruktúram charakteristickým pre pokročilú aterosklerózu (Majdalawieh et al., 2023). Oboulbiga et al. (2023) uvádzajú preukázaný priaznivý prínos doplnkov stravy so sezamovým olejom pri znižovaní expresie génov súvisiacich so zápalom a zároveň pri zvyšovaní expresie génov spojenými s reverzným transportom cholesterolu, čím potenciálne zosilňujú antiaterogénne procesy u zvierat.

Vahedi et al. (2022) u 60 žien s nealkoholovou tukovou chorobou pečene (NAFLD, non-alcoholic fatty liver disease) porovnávali účinky sezamového a slnečnicového oleja na zníženie hmotnosti, krvný tlak, lipidový profil a antropometrické ukazovatele. U žien, ktoré konzumovali sezamový olej, boli zaznamenané pozitívne zmeny hlavne v systolicom a diastolicom tlaku a aj v pomere celkového cholesterolu k HDL.

### Vplyv na metabolizmus glukózy a protizápalové vlastnosti

Význam sezamového oleja pre metabolizmus glukózy vyplýva z kombinácie mechanizmov, na ktorých sa podieľajú jeho lignanové zložky, profil mastných kyselín a súvisiace antioxidačné systémy. Ukázalo sa, že sezamín, hlavný lignan rozpustný v oleji, podporuje vychytávanie glukózy do buniek zvýšením citlivosti na inzulín, čím prispieva k zníženiu glykémie. Táto zvýšená senzibilita pomáha predchádzať inzulínovej rezistencii, ktorá je kľúčovým patologickým znakom diabetes mellitus II. typu a zároveň ovplyvňuje metabolizmus tukového tkaniva. Prostredníctvom modulácie kľúčových enzýmov lipogenézy a lipolýzy, sezamín podporuje vyvážený metabolizmus lipidov. Týmto mechanizmom účinne chráni organizmus pred metabolickými poruchami spojenými s obezitou. Ďalší mechanizmus regulácie glykémie spočíva v inhibícii glukoneogenézy. Sezamín obmedzuje nadmernú produkciu glukózy v pečeni, ktorá je hlavnou príčinou hyperglykémie pri diabetes mellitus II. typu a metabolickom syndróme (Mostashari a Mousavi Khaneghah, 2024). Táto biochemická modulácia úzko súvisí so znížením hladiny glukózy v krvi nalačno a indexov inzulínovej rezistencie. Tieto prínosy boli potvrdené v intervenčných štúdiách, v ktorých bol zahrnutý sezamový olej (Atefi et al., 2025).

Deriváty lignanov, ako je sezamol, majú zdokumentovanú schopnosť potláčať kaskády zápalových signálov vrátane aktivácie NF- $\kappa$ B a následných mediátorov, ako je indukovateľná syntáza oxidu dusnatého (iNOS) a cyklooxygenáza-2 (COX-2) (Mostashari a Mousavi Khaneghah, 2024). Prostredníctvom týchto dráh sezamol znižuje prozápalové cytokíny, medzi nimi TNF $\alpha$ , IL-6 a IL-1 $\beta$ , ktoré sú úzko spojené s inzulínovou rezistenciou, pretože priamo narušujú signalizáciu inzulínového receptora. Klinické metaanalýzy zistili, že príjem sezamu znižuje CRP a IL-6, najmä u osôb s vyššou iniciálnou hladinou týchto markerov v sére (Rafiee et al., 2021), hoci účinky sa líšia v závislosti od liekovej formy, dĺžky liečby a BMI.

Zmiernenie systémového zápalu nielen zlepšuje vaskulárne zdravie, ale nepriamo prispieva aj k lepšej glukózovej homeostáze tým, že znižuje metabolické poruchy spôsobené cytokínmi. V štúdiách na zvieratách boli preukázané ochranné účinky sezamolu proti poškodeniu pľúc vyvolanému endotoxémiou prostredníctvom inhibície aktivácie NF- $\kappa$ B, čo zdôrazňuje jeho protizápalové účinky nad rámec samotnej regulácie glykémie. Podobná inhibičná aktivita bola zaznamenaná proti procesom aterosklerózy sprostredkovaným poškodením obličiek. V tomto prípade sezamol znížil oxidačný stres spolu so zápalom prostredníctvom potlačenia aktivácie IKK $\alpha$  a p53 (Mostashari a Mousavi Khaneghah, 2024). Štúdia ďalej uvádza úzke prepojenie medzi protizápalovými a antioxidačnými vlastnosťami sezamu. Zníženie oxidačného stresu obmedzuje poškodenie pankreatických  $\beta$ -buniek voľnými radikálmi a súčasne eliminuje zápalovú blokádu normálnej funkcie inzulínu. Schopnosť sezamínu zachytávať voľné radikály inhibuje peroxidáciu lipidov a zvyšuje aktivitu endogénnych enzýmov, ako sú superoxidodismutáza (SOD), kataláza (CAT) a glutatiónpoxidáza (GPx), čím posilňuje obranné mechanizmy buniek proti oxidačnému poškodeniu. To posilňuje integritu membrány v pečenejových a svalových bunkách, kde sa nachádzajú inzulínové receptory, čo pravdepodobne uľahčuje funkciu receptorov v podmienkach oxidačného stresu (Mostashari a Mousavi Khaneghah, 2024).

### Neuroprotektívny potenciál a úloha v prevencii chronických chorôb

Zdokumentované boli aj neuroprotektívne vlastnosti, najmä ochrana neurónov pred oxidačným poškodením spôsobeným voľnými radikálmi. Tieto účinky sú v súlade so širším vplyvom vitamínu E na bunkovú signalizáciu. In vivo experimenty potvrdzujú, že tokotrienoly zo zdrojov, ako je palmový olej, sa v tele ukladajú prevažne v tukovom tkanive a koži. Ich distribúcia do plazmy alebo vnútorných orgánov je obmedzená, pokiaľ nie sú priamo konzumované so zložkami sezamových semien (Namiki, 2007). Spoločný príjem podporuje výraznejšie ukladanie do týchto tkanív, čím sa potenciálne posilňuje lokálna antioxidačná obrana v miestach s vysokým rizikom oxidácie lipidov. Z pohľadu potravinárskej technológie tokoferoly podstatne prispievajú k oxidačnej stabilite počas skladovania tým, že zachytávajú peroxylvé radikály v triacylglycerolových maticiach skôr, ako vyvolajú reťazové reakcie vedúce k žltnutiu. Vysoký podiel nenasýtených mastných kyselín, ktoré sú prirodzene náchylné na oxidáciu, je v sezamovom oleji kompenzovaný týmito antioxidantmi. Práve ich synergia vysvetľuje mimoriadnu oxidačnú stabilitu oleja, a to aj pri miernom tepelnom pôsobení (Oboulbige et al., 2023).

Kim et al. (2023) uvádzajú schopnosť chrániť nervové bunky pred hypoxiou a poškodením mozgu práve vďaka charakteristickým lignanom v sezamovom oleji. Ich chemická štruktúra, charakterizovaná viacerými hydroxylovými skupinami, im dodáva silnú antioxidačnú aktivitu, vďaka čomu sú schopné neutralizovať reaktívne formy kyslíka skôr, ako môžu vyvolať apoptózu neurónov alebo poškodenie synapsí (Hadipour et al., 2023). V experimentálnych modeloch, v ktorých bola indukovaná akumulácia  $\beta$ -amyloidu, odrody sezamu s vysokým obsahom lignanov zabránili včasnému intracelulárnemu ukladaniu tohto peptidu v oblastiach náchylných na Alzheimerovu chorobu, čo je jav, ktorý predchádza tvorbe neurofibrilárnych spletí a senilných plakov. Takýto zásah môže oddialiť alebo zmierniť patogénne kaskády pri neurodegeneratívnych poruchách. Štúdie na myšiach s poruchou pamäte vyvolanou skopolamínom preukázali, že predbežná liečba sezamovým extraktom zvýšila expresiu proteínu nervového rastového faktora (NGF, nerve growth factor) až 2,3-násobne v porovnaní s bežnými odrodami, spolu s výrazným nárastom neurotrofického faktora odvodeného z mozgu (BDNF, brain-derived neurotrophic factor). Tieto neurotrofiny sú životne dôležité pre regeneráciu neurónov, synaptickú plasticitu a udržanie kognitívnych funkcií. Schopnosť sezamových lignanov zvyšovať hladiny BDNF a NGF naznačuje, že tieto látky posilňujú molekulárne mechanizmy, ktoré sú základom procesov učenia a pamäti. Zároveň sa uvádza, že lignany môžu pôsobiť proti zápalu neurónov, ktorý je bežným znakom pri progresse neurodegeneratívnych ochorení (Kim et al., 2023).

In vivo údaje potvrdzujú, že preventívne podávanie sezamového oleja s vysokým obsahom lignanov znižuje proteínovú expresiu zápalových cytokínov a súčasne znižuje hladiny COX-2. Tento duálny protizápalový a antioxidačný účinok vytvára optimálne podmienky pre prežitie neurónov. Farmakokinetika tiež podporuje ich vplyv na centrálny nervový systém. Po prijímaní sa časť lignanov absorbuje v tenkom čreve a podlieha oxidačnej biotransformácii v pečeni, čo vedie k vzniku hydroxylovaných catecholových metabolitov (Hadipour et al., 2023). Niektoré metabolity sú ďalej premieňané črevnou mikroflórou na lignany cicavcov, ako sú enterolakton a enterodiol. Tieto premeny môžu ovplyvňovať biologickú dostupnosť v nervových tkanivách, hoci súčasné dôkazy poukazujú na účasť aktívnych metabolitov v antioxidačnej obrane súvisiacej so zdravím neurónov. Tieto pozorovania potvrdzujú aj experimenty na zvieratách. U myši s kognitívnym poškodením vyvolaným skopolamínom viedlo podávanie sezamového extraktu a oleja k významnému zvýšeniu expresie BDNF ( $p < 0,0001$  pre olej). Tento efekt posilňuje synaptickú odolnosť voči cholinergnému deficitu, ktorý je typický pre poruchy pamäte (Kim et al., 2023). Ochranný účinok sezamového oleja môže presahovať klasické neurodegeneratívne kontexty. Jeho antioxidačné vlastnosti majú potenciálny význam pre stavy spojené s akútnymi oxidačnými stresovými poškodeniami, ako je ischemická cievna mozgová príhoda alebo traumatické poškodenie mozgu (Hadipour et al., 2023).

Existujú zistenia, ktoré spájajú príjem lignanov s moduláciou viacerých neurotransmiterových systémov, nielen acetylcholinového. Pri sezamíne sa preukázalo napríklad zvýšenie expresie neurotrofinu-3 (NT3) v hipokampe u myši vystavených chronickému stresu (Kim et al., 2023), čo môže súvisieť so zmiernením depresívnych symptómov prostredníctvom posilnenia serotonínových a dopamínových dráh. Stresom podmienené poklesy BDNF sú dobre známe a zvrátenie tohto trendu by mohlo zabrániť tomu, aby afektívne symptómy urýchlili kognitívny úpadok. Aplikácia týchto výsledkov do klinickej praxe si vyžaduje dôkladnú pozornosť venovanú vzťahu medzi dávkou a reakciou a hoci vysoký obsah lignanov v sezamových olejoch vykazuje v experimentálnych modeloch lepšie výsledky v porovnaní s bežnými kultivarmi, farmakokinetika u ľudí je značne

variabilná. Faktorom ovplyvňujúcim výslednú účinnosť je najmä spôsob spracovania semien, forma podania a synergický príjem iných antioxidantov v strave (Hadipour et al., 2023).

## Záver

Sesamový olej predstavuje z nutričného hľadiska hodnotnú zložku vo výžive ľudí, ktorá je vďaka svojmu zloženiu významná nielen v gastronómii, ale aj v oblasti podpory zdravia a prevencie civilizačných ochorení. Sesamový olej má opodstatnené miesto vo výžive človeka ako funkčná potravina s potenciálom priaznivo ovplyvňovať zdravie, čo potvrdzujú aj vedecké štúdie. Jeho primerané zaradenie do stravovania môže mať pozitívny vplyv na viaceré fyziologické procesy v organizme a môže prispieť k podpore zdravia a k prevencii chronických neinfekčných ochorení.

Napriek tomu, že sesamový olej je tradične využívaný v mnohých kultúrach, jeho význam v kontexte modernej racionálnej výživy nie je dostatočne zdôrazňovaný.

## PodĎakovanie:

Práca vznikla v rámci riešenia projektu VEGA 1/0357/26 a KEGA 029SPU-4/2026.

## LITERATÚRA:

1. ATEFI, M.; VAHEDI, H.; DARAND, M.; ENTEZARI, M. H., 2025. Sesame oil improves biomarkers of glycemic control in women with metabolic dysfunction-associated steatotic liver disease: a randomized, double-blind, controlled clinical trial. *BMC Nutrition*. Vol. 11, no. 1. <https://doi.org/10.1186/s40795-025-01123-0>
2. HADIPOUR, E.; EMAMI, S. A.; TAYARANI-NAJARAN, N.; TAYARANI-NAJARAN, Z., 2023. Effects of sesame (*Sesamum indicum* L.) and bioactive compounds (sesamin and sesamol) on inflammation and atherosclerosis: A review. *Food Science & Nutrition*. Vol. 11, no. 7, s. 3729-3757. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3407>
3. KIM, M. Y. et al., 2023. Lignan-Rich Sesame (*Sesamum indicum* L.) Cultivar Exhibits In Vitro Anti-Cholinesterase Activity, Anti-Neurotoxicity in Amyloid- $\beta$  Induced SH-SY5Y Cells, and Produces an In Vivo Nootropic Effect in Scopolamine-Induced Memory Impaired Mice. *Antioxidants*. Vol. 12, no. 5, s. 1110. <https://doi.org/10.3390/antiox12051110>
4. MAJDALAWIEH, A. F.; AHARI, S. H.; YOUSEF, S. M.; NASRALLAH, G. K., 2023. Sesamol: A lignan in sesame seeds with potent anti-inflammatory and immunomodulatory properties. *European Journal of Pharmacology*. Vol. 960. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2023.176163>
5. MOSTASHARI, P.; MOUSAVI KHANEGHAH, A., 2024. Sesame Seeds: A Nutrient-Rich Superfood. *Foods*. Vol. 13, no. 8, s. 1153. <https://doi.org/10.3390/foods13081153>
6. NAMIKI, M., 2007. Nutraceutical Functions of Sesame: A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Vol. 47, no. 7, s. 651-673. <https://doi.org/10.1080/10408390600919114>
7. OBOULBIGA, E. et al., 2023. Physicochemical, potential nutritional, antioxidant and health properties of sesame seed oil: a review. *Frontiers in Nutrition*. Vol 10. <https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1127926>

8. RAFIEE, S. et al., 2021. Effects of Sesame Consumption on Inflammatory Biomarkers in Humans: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Vol. 2021, s. 1-13. <https://doi.org/10.1155/2021/6622981>
9. SHARMA, L. et al., 2022. Bioactive Components: A Sustainable System for Good Health and Well - Being. Online. Springer International Publishing. 609 s. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-2366-1\\_18](https://doi.org/10.1007/978-981-19-2366-1_18)
10. VAHEDI, H.; ATEFI, M.; ENTEZARI, M. H.; HASSANZADEH, A., 2022. The effect of sesame oil consumption compared to sunflower oil on lipid profile, blood pressure, and anthropometric indices in women with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized double-blind controlled trial. *Trials*. Vol. 23, no. 551, s. 1-12. <https://doi.org/10.1186/s13063-022-06451-1>



## VÝZNAM OLEJA Z PLODU HRUŠKOVCA AMERICKÉHO V PODPORE ZDRAVIA ČLOVEKA

Katarína Fatrcová-Šramková<sup>1</sup>, Petronela Bátorková<sup>1</sup>, Zuzana Kňažická<sup>1</sup>, Dominika Lenická<sup>1</sup>,  
Timea Boksová<sup>1</sup>, Olga Grygorieva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

<sup>2</sup>Národná Botanická záhrada M. M. Grishka pri Národnej akadémii vied Ukrajiny, Kyjev, Ukrajina

### Úvod

Hruškovca americký (*Persea americana*), známy ako avokádo, patrí medzi významné subtropické rastliny, ktorých plody majú vysokú nutričnú a biologickú hodnotu. Z hľadiska botanickej klasifikácie sa avokádo definuje ako plod, ktorý má semeno, čo predstavuje základnú biologickú charakteristiku ovocia. Napriek tejto jednoznačnej vedeckej definícii býva v bežnej praxi a laickej verejnosti často mylné stotožňované so zeleninou. Táto skutočnosť vyplýva predovšetkým z jeho špecifických senzorických vlastností, pretože plod na rozdiel od väčšiny ostatných druhov ovocia nevykazuje typickú sladkú chuť. Práve absencia výraznej sladkej chuti a vysoký podiel tukov predurčujú avokádo na využitie v slaných pokrmoch.

V posledných desaťročiach sa avokádo a najmä avokádový olej dostávajú do popredia záujmu vedeckého výskumu, potravinárskeho priemyslu a výživy človeka. Tento rastúci záujem súvisí najmä s jeho jedinečným chemickým zložením, ktoré je charakteristické vysokým obsahom mononenasýtených mastných kyselín, antioxidantov, vitamínov a ďalších bioaktívnych látok. Vďaka týmto vlastnostiam sa avokádový olej považuje za významnú zložku zdravej výživy a je často porovnávaný s olivovým olejom, ktorý je tradične považovaný za jeden z významných rastlinných olejov. Zloženie a kvalita oleja nie sú konštantné, keďže sa menia v závislosti od geografického pôvodu suroviny, klimatických podmienok počas pestovania, použitej odrody aj zvolenej metódy extrakcie. Súčasné poznatky poukazujú na pozitívne účinky avokádového oleja na ľudské zdravie, najmä v oblasti prevencie kardiovaskulárnych ochorení, regulácie hladiny cholesterolu a ochrany organizmu pred oxidačným stresom. Poznanie jeho chemického zloženia, vlastností a biologických účinkov je dôležité pre lepšie preskúmanie jeho nutričného významu a potenciálnych zdravotníckych benefitov.

### Biologické, výživové a zdravotné účinky oleja

#### Nutričný význam oleja

Nutričné zloženie avokádového oleja je uvedené v tab. 1. Avokádový olej, vďaka vysokému zastúpeniu mononenasýtených mastných kyselín, fytoosterolov a ďalších antioxidantov, predstavuje významný prostriedok v prevencii a terapii rôznych ochorení. Vedecké štúdie potvrdzujú, že jeho pravidelná konzumácia prináša kardiovaskulárne benefity, prispieva k zmierneniu prejavov metabolického syndrómu a stimuluje protizápalové a antioxidantné procesy v organizme. Pozoruhodný je aj jeho potenciál v spomalení procesov predčasného starnutia. Vzhľadom na lipidový profil, ktorý je analogický s olivovým olejom, sa avokádový olej javí ako vhodný komponent stredomorského typu stravovania. Vysoká antioxidantná kapacita avokáda je podmienená najmä koncentráciou lipofilných bioaktívnych látok, ktoré vykazujú protirakovinové účinky. Kardiometabolické a hepatoprotektívne vlastnosti tohto oleja sa uplatňujú v prevencii hypertenzie, diabetes mellitus, hyperlipidémie a nealkoholového stukovatenia pečene (Marinho et al., 2025).

Panenský avokádový olej predstavuje významný zdroj kyseliny olejovej, ktorá sa vyznačuje vysokou odolnosťou voči oxidačnej degradácii a schopnosťou potencovať účinok prítomných antioxidantov a antipolymerizačných činidiel. Z hľadiska humánnej výživy a technologického využitia je ich vysoká koncentrácia žiaduca, nakoľko zabezpečuje stabilitu oleja pri tepelnej úprave. Pravidelná konzumácia stravy bohatej na uvedenú mastnú kyselinu zohráva dôležitú úlohu v prevencii kardiovaskulárnych ochorení. Po vstrebaní sa kyselina olejová vstrebáva do fosfolipidovej vrstvy bunkových membrán, čím modifikuje ich biofyzikálne vlastnosti (Tan, 2019).

Tab. 1 Nutričné zloženie avokádového oleja (Araújo et al., 2018)

| Živina     | Jednotka | Hodnota na 100 g | 1 ovocie (136 g) | 1 porcia (30 g) |
|------------|----------|------------------|------------------|-----------------|
| Voda       | g        | 72,30            | 98,40            | 21,7            |
| Energia    | kJ       | 699,00           | 950,00           | 209,00          |
| Bielkoviny | g        | 1,96             | 2,67             | 0,59            |
| Tuky       | g        | 15,40            | 21,00            | 4,62            |
| Popoloviny | g        | 1,66             | 2,26             | 0,50            |
| Sacharidy  | g        | 8,64             | 11,80            | 2,59            |
| Vláknina   | g        | 6,80             | 9,20             | 2,00            |
| Cukry      | g        | 0,30             | 0,41             | 0,09            |
| Škrob      | g        | 0,11             | 0,15             | 0,03            |

### Antioxidačné a protizápalové účinky

Zachovanie zdravia je úzko späté s efektívnosťou antioxidačného systému, ktorý v tele udržiava dynamickú rovnováhu medzi oxidačným stresom a ochrannými mechanizmami. Ak dôjde k narušeniu tejto homeostázy, vzniká stav oxidačnej nerovnováhy, ktorý iniciuje poškodenie bunkových štruktúr a urýchľuje procesy bunkovej smrti. Práve tieto mechanizmy stoja v pozadí etiológie mnohých chronických ochorení. Avokádový olej predstavuje bohatý zdroj antioxidantov, ktoré eliminujú negatívne pôsobenie voľných radikálov a prispievajú k redukcii oxidačného stresu. Celková antioxidačná kapacita oleja je výsledkom synergického pôsobenia špecifického zloženia mastných kyselín a prítomnosti bioaktívnych látok, predovšetkým tokoferolov, fytosterolov a karotenoidov (Lin a Li, 2024).

Hruškovec americký predstavuje významný zdroj antioxidačných látok, ktorých priaznivý vplyv na celkový zdravotný stav a fyziologickú pohodu organizmu bol opakovane vedecky potvrdený. Za kľúčový faktor determinujúci vysokú antioxidačnú kapacitu tohto plodu sa považuje najmä bohaté zastúpenie polyfenolov, konkrétne fenolových zlúčenín a trieslovín. Prítomnosť týchto sekundárnych metabolitov významne zvyšuje celkovú antioxidačnú aktivitu avokáda, čím sa zvyšuje jeho nutričná densita a potenciál pozitívne ovplyvňovať zdravie konzumenta (Marra et al., 2024).

Zápalový proces je primárne chápaný ako protektívny mechanizmus organizmu, ktorého cieľom je eliminácia patogénnych pôvodcov a odstránenie poškodených tkanivových štruktúr. Problém nastáva pri dlhodobom trvaní zápalu, kedy nekontrolované zvýšenie prozápalových faktorov naruša fyziologické funkcie buniek, čo v konečnom dôsledku iniciuje deštrukciu tkanív a rozvoj patologických stavov. Vedecké poznatky naznačujú, že avokádový olej disponuje protizápalovými a adstringentnými vlastnosťami. Tieto vlastnosti umožňujú efektívnu moduláciu zápalovej odpovede a prispievajú k redukcii výskytu nežiaducich zápalových procesov (Lin a Li, 2024).

Výrazný protizápalový potenciál avokáda je podmienený najmä prítomnosťou fenolových zlúčenín, trieslovín a karotenoidov. Dlhodobý zápal predstavuje kritický faktor v etiológii závažných patológií, akými sú onkologické ochorenia, kardiovaskulárne choroby, trombóza. Počas zápalovej kaskády dochádza k aktivácii chemických mediátorov – chemokínov, cytokínov, eikosanoidov a vazoaktívnych amínov. Hoci tieto látky signalizujú imunitnému systému potrebu obrannej reakcie, ich nekontrolované pôsobenie môže vyvolať kolaterálne poškodenie tkanív, čo následne vedie k rozvoju uvedených ochorení. Existujú vedecké dôkazy o tom, že extrakty z avokáda efektívne regulujú zápalové procesy spojené s rôznymi ochoreniami. Kľúčový význam protizápalových bioaktívnych zložiek avokáda spočíva predovšetkým v prevencii karcinogenézy indukovanej zápalom, konkrétne v prípade hepatokarcinogenézy (Marra et al., 2024).

## Vplyv na kardiovaskulárne a metabolické zdravie

Tuky v organizme vznikajú endogénnou syntézou aj exogénnym príjmom prostredníctvom stravy. Hyperlipidémia charakterizuje zvýšené plazmatické koncentrácie celkového cholesterolu, triacylglycerolov alebo LDL častíc, čo predstavuje významný rizikový faktor kardiovaskulárnych ochorení, vrátane cievej mozgovej príhody a koronárnych syndrómov. Prevencia a kontrola tohto stavu je úzko spätá s pravidelnou reguláciou dietetického príjmu. Avokádový olej prispieva k modulácii hladín krvného lipidového spektra a podporuje udržanie kardiovaskulárneho zdravia (Lin a Li, 2024).

Nesprávna výživa a nadhmotnosť (pre-obezita) patria medzi hlavné rizikové faktory neprenosných ochorení, predovšetkým kardiometabolických patológií. Hruškovec americký je významným zdrojom nenasýtených mastných kyselín, pričom jeho pravidelná konzumácia môže pozitívne ovplyvňovať modifikovateľné rizikové faktory kardiovaskulárnych ochorení. Nahradenie nasýtených mastných kyselín (SFA) mononenasytenými (MUFA) a polynenasýtenými (PUFA) mastnými kyselinami patrí medzi odporúčané stratégie primárnej a sekundárnej prevencie kardiovaskulárnych ochorení. Tento prístup je efektívny najmä vďaka priaznivému vplyvu na lipidový profil krvi. Konzumenti avokáda vykazujú celkovo zdravšiu stravovaciu štruktúru, čo môže byť čiastočne spôsobené príspevom k príjmu nutrientov alebo nahradením potravín s nižšou nutričnou hodnotou (James-Martin et al., 2024).

Medzi modifikovateľné kardiovaskulárne rizikové faktory, ktoré môže konzumácia hruškovca amerického priaznivo ovplyvniť, patria hyperlipidémia, zápalové procesy, arteriálny krvný tlak, koncentrácie glukózy a inzulínu v plazme, metabolický syndróm, ako aj zloženie telesnej hmotnosti a distribúcia tukovej hmoty (Mahmassani et al., 2018).

Avokádový olej sa vyznačuje vysokým obsahom zložiek, predovšetkým fytosterolov, ktoré sú spájané so znížením hladiny LDL cholesterolu v krvi. Fytosteroly v čreve vzhľadom na štrukturálnu podobnosť s cholesterolom súťažia o absorpciu, čo sa premieta do nižšej cholesterolémie. Dostupné dôkazy naznačujú, že denný príjem približne 2 g fytosterolov vedie k významnému poklesu cholesterolu a prispieva k prevencii ischemickej choroby srdca (Santos a Fernandes, 2020).

Strava obohatená o avokádo môže zmierniť nežiaduce účinky nízkoenergetických diét na HDL cholesterol a triacylglyceroly. Dostatočný príjem draslíka prispieva k regulácii krvného tlaku. Avokádo poskytuje zhruba 152 mg draslíka na 30 g a približne 345 mg na polovicu plodu, pričom prirodzene obsahuje veľmi málo sodíka (okolo 2 mg na 30 g a 5,5 mg na polovicu plodu). Pre zdravotné tvrdenie týkajúce sa krvného tlaku sa za vhodné považujú potraviny s obsahom aspoň 350 mg draslíka a menej ako 140 mg sodíka na porciu. Horčík pôsobí ako kofaktor mnohých enzýmov energetického metabolizmu a môže podporovať normálny cievny tonus aj citlivosť na inzulín. Predklinické a klinické nálezy naznačujú, že nízky príjem horčíka môže súvisieť so srdcovou ischemiou. Avokádo poskytuje približne 9 mg horčíka na 30 g a okolo 20 mg na polovicu plodu (Dreher a Davenport, 2013).

## Záver

Avokádový olej je charakteristický vysokým obsahom mononenasytených mastných kyselín, predovšetkým kyseliny olejovej, a obsahuje aj významné množstvo bioaktívnych látok, ako sú fytosteroly, tokoferoly, karotenoidy a ďalšie antioxidanty. Tieto zložky zohrávajú dôležitú úlohu pri formovaní jeho nutričnej hodnoty a biologických účinkov. Konzumácia avokádového oleja môže mať priaznivý vplyv na zdravie človeka, najmä v oblasti prevencie kardiovaskulárnych ochorení, regulácie tukového profilu a ochrany organizmu pred oxidačným stresom. Pozornosť je venovaná aj jeho protizápalovému účinkom, potenciálu pri prevencii niektorých chronických ochorení a poukazuje sa na jeho význam ako perspektívnej zložky zdravej výživy a funkčných potravín.

## Podakovanie:

Práca vznikla v rámci riešenia projektu VEGA 1/0357/26 a KEGA 029SPU-4/2026.

## LITERATÚRA

1. ARAÚJO, Rafael G.; RODRIGUEZ-JASSO, Rosa M.; RUIZ, Héctor A.; PINTADO, Maria Manuela E. a AGUILAR, Cristóbal Noé, 2018. Avocado by-products: Nutritional and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*. Vol. 80, s. 51-60. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.027>
2. DREHER, Mark L. a DAVENPORT, Adrienne J., 2013. Hass Avocado Composition and Potential Health Effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Vol. 53, no. 7, p. 738-750. <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.556759>.
3. JAMES-MARTIN, Genevieve; BROOKER, Paige G.; HENDRIE, Gilly A. a STONEHOUSE, Welma, 2024. Avocado Consumption and Cardiometabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. Vol. 124, no. 2, s. 233-248. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2022.12.008> [dátum citovania 2024-01-18].
4. LIN, Xinyue a LI, Zongjun, 2024. Key components and multiple health functions of avocado oil: A review. *Journal of Functional Foods*. Vol. 122. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106494>
5. MAHMASSANI, Hiya A.; AVENDANO, Esther E.; RAMAN, Gowri a JOHNSON, Elizabeth J., 2018. Avocado consumption and risk factors for heart disease: a systematic review and meta-analysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 107, no. 4, s. 523-536. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqx078>
6. MARINHO, Júlia Fernanda Urbano; ANCONI, Amanda Carolina Souza Andrada; SOUZA, Natália de Oliveira; BEM, Mikaela Martins do a NUNES, Cleiton Antônio, 2025. Technological insights into avocado oil: from nutritional composition to innovation in food applications. *Food Bioscience*. Vol. 74. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.107827>
7. MARRA et al., 2024. Avocado and Its By-Products as Natural Sources of Valuable Anti-Inflammatory and Antioxidant Bioactives for Functional Foods and Cosmetics with Health-Promoting Properties. *Applied Sciences*. Vol. 14, no. 14. <https://doi.org/10.3390/app14145978>
8. SANTOS, Valeria da Silva a FERNANDES, Gabriel Deschamps, 2020. Cold pressed avocado (*Persea americana* Mill.) oil. In: RAMADAN, Mohamed Fawzy. *Cold Pressed Oils*. Academic Press, s. 405-428. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818188-1.00037-2>
9. TAN, Chin Xuan, 2019. Virgin avocado oil: An emerging source of functional fruit oil. *Journal of Functional Foods*. Vol. 54, s. 981-992. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.12.031>



## SPOLOČNÉ STRAVOVANIE A VÝŽIVA DETÍ PREDŠKOLSKÉHO VEKU

**Andrea Drevková, Katarína Fatrcová-Šramková, Eva Kováčiková, Dominika Lenická**

Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

### ÚVOD

Školy predstavujú príležitosť na podporu zdravých stravovacích návykov medzi deťmi. Môžu slúžiť ako integrovaná platforma na poskytovanie výživových intervencií, aj ako preventívne opatrenie proti negatívnym zdravotným dôsledkom. Z hľadiska verejného zdravia sú ideálnym prostredím na podporu zdravých stravovacích návykov v predškolskom veku, pretože deti majú vo väčšine škôl prístup k aspoň jednému hlavnému jedlu denne v materskej škole.

Deti sú osobitne zraniteľnou skupinou, sú ľahko ovplyvniteľné, preferujú výber potravín, na ktoré sú zvyknuté z rodinného prostredia, neskôr sú ovplyvnené kolektívom rovesníkov, v ktorom sa pohybujú a rýchlo podliehajú marketingovej reklame prostredníctvom moderných prostriedkov – reklamné upútavky, sponzorstvo, predajné akcie, propagačné akcie využívajúce známe osobnosti, maskotov, lákavé obaly a pod.

Medzi najzávažnejšie nedostatky v stravovaní detí patrí nepravidelnosť v režime stravovania, vynechávanie raňajok, nedostatočný príjem ovocia a zeleniny, mliečnych výrobkov, rýb, nadmerná konzumácia sladených nápojov, konzumácia sladkostí a sladkých jedál, nedostatočný pitný režim a jedlá s vysokým obsahom pridanej soli, cukru a tukov (Jedálne, 2019).

Rozmanitosť stravovania má zásadnú interakciu so zdravotným stavom detí a je dôležitým ochranným determinantom podvýživy. Podvýživa sa prejavuje ako chronická a dlhodobá podvýživa s oneskoreným vývinom. Vychudnutie je závažná forma podvýživy, ako aj kombinácia spomaleného rastu a vychudnutia u detí. V tomto ohľade je rozhodujúca pestrá strava. Nedostatočný príjem rozmanitej stravy má priamy vplyv na výsledky rastu detí, ktoré sa prejavujú ako strata hmotnosti a podhmotnosť, ako aj zodpovedajúce závažné formy. Deti, ktoré konzumujú dostatok potravín živočíšneho pôvodu (mliečne výrobky, mäso a vajcia), majú najmenšiu pravdepodobnosť oneskorenia vývinu, úbytku hmotnosti a podhmotnosti (Shi et al., 2023).

S účinnosťou od 1. septembra 2024 vstúpili do platnosti Materiálne spotrebné normy a receptúry pre školské stravovanie (MSN) – revízia 2024. Podľa zákona č. 245/2008 Z. z. o výchove a vzdelávaní (školský zákon) v znení neskorších predpisov zariadenia školského stravovania (školské jedálne a výdajné školské jedálne) zabezpečujú prípravu pokrmov podľa MSN, ktoré vydáva Ministerstvo školstva, výskumu, vývoja a mládeže SR. Cieľom aktuálnej revízie MSN je:

- zabezpečiť stravníkom energeticky a nutrične vyvážené pokrmy a nápoje predovšetkým bez pridaného cukru,
- obmedziť prípravu pokrmov s obsahom mäkkých mäsových výrobkov, výrobkov z údených mias a pokrmov pripravovaných technologickým postupom vyprážania,
- používať aj celozrnné výrobky a pečivo z celozrnnnej múky,
- zvýšiť používané množstvo kvalitnej, čerstvej, sezónnej zeleniny a ovocia od regionálnych výrobcov a pestovateľov,
- viesť deti a žiakov k budovaniu správnych stravovacích návykov (Minedu, 2024).

Revízia MSN zachováva prvky tradičnej slovenskej kuchyne a zároveň modernizuje receptúry do ľahších verzií, umožňuje objavovať nové chute, inovatívne techniky a zameriava sa na udržateľnosť a zdravie. V súčasnosti je žiadaným trendom ponuka jedál z čerstvých, sezónnych a kvalitných surovín s podporou miestnych producentov a znižovaním ekologickej stopy z pripravovaných pokrmov. Dôraz sa kladie na používanie čerstvej zeleniny a ovocia, ochucovanie bylinkami, znižovanie pridaného cukru, bielej múky, živočíšnych produktov, obmedzenie pridanej soli a potravín s obsahom prídavných látok (Jedálne, 2024).

Jedálny lístok v materskej škole počas piatich stravovacích dní sa skladá z dvoch hlavných mäsových jedál, jedného hlavného jedla so zníženou dávkou mäsa a dvoch hlavných jedál zeleninových a múčnych.

Výživový obsah jedálneho lístka a nutričné profily jednotlivých jedál by mali spĺňať odporúčané výživové dávky (OVD), aby bolo zabezpečené pokrytie nutričných potrieb dieťaťa. Výživové usmernenia pre školské stravovanie podľa WHO (2006) je v tab. 1.

**Tab. 1 Výživové usmernenie pre školské stravovanie (WHO, 2006)**

|                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Tuky                     | Max. 30 % CEP |
| Nasýtené masťné kyseliny | Max. 10 % CEP |
| Sacharidy                | Min. 55 % CEP |
| Vláknina                 | Min. 30 % OVD |
| Bielkoviny               | Min. 30 % OVD |
| Železo                   | Min. 40 % OVD |
| Vitamín A                | Min. 30 % OVD |
| Kalcium                  | Min. 35 % OVD |
| Vitamín C                | Min. 35 % OVD |
| Kyselina listová         | Min. 40 % OVD |

CEP – celkový energetický príjem, OVD – odporúčané výživové dávky

Všetky referenčné hodnoty nie je možné dosiahnuť denne, napr. konzumáciou jedného obeda v jeden deň. V praxi sa sleduje plnenie OVD za časové obdobie jedného mesiaca a priemerné výsledky plnenia sa môžu od hodnôt OVD odlišovať:

- u energie, cukrov, tukov a ostatných sledovaných nutrientov v priemere  $\pm 15 \%$ ;
- u bielkovín v priemere  $\pm 20 \%$ .

Základom pre výpočet výživových hodnôt sú údaje uvedené v príslušnej receptúre. Každá receptúra v MSN a pre školské stravovanie uvádza okrem množstva potravín a technologickej prípravy pokrmu aj nutričné zloženie jednej porcie pokrmu podľa vekových kategórií stravníkov. Na to, aby výsledky prepočtu výživových hodnôt boli vyčíslené správne pri príprave pokrmov je potrebné dodržať:

- druh potravín uvedený v receptúre,
- množstvo normovaných potravín,
- správny technologický postup prípravy pokrmov.

Dodržaním receptúry pripravovaného pokrmu a správnou zostavou jedálnych lístkov v sledovanom mesiaci sa predpokladá dosiahnutie priemerných OVD (Jedálne, 2019).

Cieľom práce bolo systematické preskúmanie vybraných aspektov organizovaného stravovania v podmienkach materskej školy, s dôrazom na hodnotenie zostavovania jedálnych lístkov vo vzťahu k OVD a princípom racionálnej výživy.

## METODIKA PRÁCE

Výskum bol zameraný na analýzu skladby jedálnych lístkov v zariadení predprimárneho vzdelávania v okrese Poprad, ktoré zabezpečovalo stravovanie pre 150 detí materskej školy. Posudzovaná bola miera dodržiavania receptúr stanovených materiálno-spotrebnými normami a následne bola vyhodnotený obsah energie a vybraných živín v jednotlivých jedlách (desiata, obed, olovrant) na základe prepočtov uvedených v týchto normách. Získané hodnoty boli konfrontované s OVD podľa Vyhlášky Ministerstva zdravotníctva Slovenskej republiky č. 355/2007 Z. z. Hodnotenie jedálnych lístkov pozostáva z dvoch období (23.06.-27.06.2025; 20.10.-24.10.2025).

V jedálnych lístkoch boli sledované nasledujúce výživové ukazovatele: energetická hodnota (kJ), obsah bielkovín (g), tukov (g), sacharidov (g), vlákniny (g), vápnika (mg), železa (mg), vitamínu B1 (mg), vitamínu B2 (mg) a vitamínu C (mg). Vyhodnotenie objemu poskytovaných makroživín a mikroživín sme vykonali použitím nutričného softvéru Mountberry. Každý deň bol analyzovaný v príslušnom softvéri samostatne podľa receptúr materiálno-spotrebných noriem pokrmov a nápojov. Pri hodnotení boli aplikované receptúry dávok potravín určené pre vekovú skupinu A, ktorá zodpovedá deťom v materských školách. V súlade s platnou legislatívou SR č. 330/2009 Z.z. je zariadenie školského stravovania v materskej škole povinné prostredníctvom poskytovania desiata, obeda a olovrantu zabezpečiť pokrytie 60 % energetického a nutričného príjmu z celkových denných odporúčaných výživových dávok pre deti vo veku od 4 do 6 rokov (Minedu, 2009). Z uvedeného dôvodu boli množstvá podávaných živín porovnávané so 60 % hodnotami denných odporúčaných výživových dávok platných v Slovenskej republike.

Pri hodnotení celkového energetického príjmu a zastúpenia jednotlivých makronutrientov v jedálnom lístku boli zohľadnené legislatívne stanovené tolerančné odchýlky. Pripustná priemerná odchýlka pre celkovú energiu, sacharidy a tuky predstavuje 15 %, zatiaľ čo pre bielkoviny je v súlade s platnou legislatívou stanovená tolerančná odchýlka vo výške 20 %.

Skladba jednotlivých jedál bola porovnávaná s OVD pre vybrané skupiny obyvateľstva Slovenskej republiky v súlade s Vyhláškou Ministerstva školstva SR č. 366/2007 Z. z.:

Odporúčané výživové dávky pre deti predškolského veku (desiata, obed, olovrant 60 %): Energia 4140 kJ/990 kcal; Tuky 37,80 g; Sacharidy 141,6 g; Bielkoviny 21,0 g; Vláknina 8,4 g; Železo 5,4 mg; Vápnik 420,0 mg; Vitamín B1 0,4 mg; Vitamín B2 0,6 mg; Vitamín C 42,0 mg (Minedu, 2024).

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Tab. 2 a 4 dokumentujú energetické a nutričné charakteristiky pokrmov podávaných deťom v zariadení predškolskej výchovy v priebehu jednotlivých sledovaných dní. V tab. 3 a 5 sú uvedené sumarizačné hodnoty denného energetického a nutričného príjmu, vypočítané na základe údajov z MSN, ktoré sú následne konfrontované s OVD pre príslušnú vekovú kategóriu v zmysle Vyhlášky Ministerstva školstva Slovenskej republiky č. 366/2007 Z. z.

Týždenný prehľad výživových hodnôt jedálnych lístkov z prvého obdobia je uvedený v tab. 2.

**Tab. 2 Výživové hodnoty v prvom období**

| Jedlo | Spolu   | E (kJ) | B (g) | T (g) | S (g)  | V (g) | Ca (mg) | Fe (mg) | Vit. B1 (mg) | Vit. B2 (mg) | Vit. C (mg) |
|-------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|---------|---------|--------------|--------------|-------------|
| DES   | Priemer | 1269   | 8,95  | 14,4  | 33,3   | 2,19  | 194     | 0,83    | 0,2          | 0,2          | 3,7         |
|       | OVD (%) | 123    | 170   | 152   | 94     | 104   | 185     | 62      |              |              | 35          |
|       | OVD     | 1035   | 5,25  | 9,45  | 35,4   | 2,1   | 105     | 1,35    |              |              | 10,5        |
| OBE   | Priemer | 2336,4 | 21,7  | 16,2  | 77     | 6,83  | 269,2   | 3,31    | 0,3          | 0,2          | 40,08       |
|       | OVD (%) | 97     | 177   | 74    | 93     | 139   | 110     | 105     |              |              | 164         |
|       | OVD     | 2415   | 12,25 | 22,05 | 82,6   | 4,9   | 245     | 3,15    |              |              | 24,5        |
| OLO   | Priemer | 969,8  | 6,99  | 9,56  | 27,9   | 3,12  | 118,8   | 0,53    |              | 0,2          | 8,62        |
|       | OVD (%) | 141    | 200   | 152   | 118    | 223   | 170     | 59      |              |              | 123         |
|       | OVD     | 690    | 3,5   | 6,3   | 23,6   | 1,4   | 70      | 0,9     |              |              | 7           |
| Spolu | Priemer | 4575,2 | 37,63 | 40,18 | 138,32 | 12,13 | 581,98  | 4,68    | 0,5          | 0,6          | 52,4        |
|       | OVD (%) | 111    | 179   | 106   | 98     | 144   | 139     | 87      | 125          | 100          | 125         |
|       | OVD     | 4140   | 21    | 37,8  | 141,6  | 8,4   | 420     | 5,4     | 0,4          | 0,6          | 42          |

E (kJ) - energetická hodnota, B - bielkoviny (g), T - tuky (g), S - sacharidy (g), V - vláknina (g), Ca - vápnik (mg), Fe - železo (mg), Vit. B1 - vitamín B1 (mg), Vit. B2 - vitamín B2 (mg), Vit. C - vitamín C (mg), DES - desiata, OBE - obed, OLO - olovant

Priemerný denný energetický príjem za prvé sledované obdobie predstavoval 4575,2 kJ, čo zodpovedá 111 % OVD (4140 kJ). Uvedené výsledky poukazujú na mierne zvýšený energetický príjem v porovnaní s odporúčaním. Priemerný denný príjem bielkovín dosiahol 37,63 g (179 % OVD), čo predstavuje výrazné prekročenie odporúčanej dávky. Príjem tukov bol 40,18 g (106 % OVD), čo možno hodnotiť ako mierne nadpriemerný, avšak bez výraznej odchýlky od odporúčanej hodnoty. Sacharidy boli prijaté v množstve 138,32 g (98 % OVD), čím bola odporúčaná hodnota prakticky naplnená. Z hľadiska energetickej rovnováhy možno príjem sacharidov považovať za primeraný. Priemerný denný príjem vlákniny predstavoval 12,13 g (144 % OVD), čo poukazuje na nadštandardné pokrytie odporúčanej dávky a možno ho hodnotiť pozitívne.

Priemerný denný príjem vápnika dosiahol 581,98 mg (139 % OVD), čo indikuje dostatočné až zvýšené pokrytie potreby. Príjem železa predstavoval 4,68 mg (87 % OVD), čo poukazuje na mierne nedostatočné pokrytie odporúčanej dávky. Vitamín B1 bol prijatý v množstve 0,50 mg (125 % OVD) a vitamín B2 v množstve 0,60 mg (100 % OVD), čo predstavuje adekvátne až mierne zvýšené zabezpečenie týchto vitamínov. Príjem vitamínu C dosiahol 52,40 mg (125 % OVD), čo možno hodnotiť ako dostatočný až nadštandardný.

Celkový nutričný profil možno hodnotiť ako relatívne priaznivý, avšak s pretrvávajúcou disproporciou v zastúpení makroživín, najmä vo forme nadmerného príjmu bielkovín. V rámci optimalizácie stravovania by bolo vhodné upraviť pomer makroživín v zmysle vyváženejšieho zastúpenia a zároveň zvýšiť príjem potravín bohatých na železo.

Tab. 3 Súhrnné štatistické ukazovatele príjmu živín v prvom období

| SÚHRN DENNÝCH JEDÁL (Desiata + Obed + Olovrant) |                      |         |         |        |       |
|-------------------------------------------------|----------------------|---------|---------|--------|-------|
| Živina                                          | Priemer $\pm$ SD     | Minimum | Maximum | Medián | Modus |
| Energia (kJ)                                    | 1525,07 $\pm$ 718,38 | 969,80  | 2336,40 | 1269   | –     |
| Bielkoviny (g)                                  | 12,55 $\pm$ 7,99     | 6,99    | 21,70   | 8,95   | –     |
| Tuky (g)                                        | 13,39 $\pm$ 3,43     | 9,56    | 16,20   | 14,40  | –     |
| Sacharidy (g)                                   | 46,07 $\pm$ 26,92    | 27,90   | 77,00   | 33,30  | –     |
| Vláknina (g)                                    | 4,05 $\pm$ 2,45      | 2,19    | 6,83    | 3,12   | –     |
| Ca (mg)                                         | 194,00 $\pm$ 75,2    | 118,80  | 269,20  | 194,00 | –     |
| Fe (mg)                                         | 1,56 $\pm$ 1,53      | 0,53    | 3,31    | 0,83   | –     |
| Vit. B1 (mg)                                    | 0,17 $\pm$ 0,15      | 0       | 0,30    | 0,20   | –     |
| Vit. B2 (mg)                                    | 0,20 $\pm$ 0         | 0,20    | 0,20    | 0,20   | 0,20  |
| Vit. C (mg)                                     | 17,47 $\pm$ 19,74    | 3,70    | 40,08   | 8,62   | –     |

Analýza týždenného jedálneho lístka poukázala na výraznú variabilitu energetickej aj nutričnej hodnoty jednotlivých dní. Priemerná energetická hodnota jedál v prvom období dosahovala približne 1500 kJ na jedno jedlo, pričom smerodajná odchýlka ( $SD \approx 650\text{--}980$  kJ v jednotlivých dňoch) poukazuje na značné kolísanie energetického príjmu. Rozdiel medzi minimom a maximom zároveň potvrdzuje nerovnomerné rozdelenie energie medzi jednotlivými jedlami, najmä v závislosti od energetickej hodnoty obeda. Pri makroživinách sa najvyššia variabilita prejavila pri sacharidoch ( $SD \approx 20\text{--}40$  g), čo súvisí s rozdielnym zastúpením príloh a obilninových výrobkov. Bielkoviny vykazovali strednú variabilitu, čo naznačuje kolísanie zastúpenia mäsových a mliečnych výrobkov. Tuky mali relatívne stabilnejšie hodnoty (nižšia SD), čo poukazuje na rovnomernejšie zastúpenie tukových zložiek počas týždňa. Obsah vlákniny vykazoval mierne kolísanie, avšak celkové hodnoty naznačujú skôr nižší príjem rastlinných zdrojov.

Pri minerálnych látkach bola zaznamenaná výraznejšia variabilita najmä pri vápniku (vyššia SD), čo súvisí s nepravidelným zaradením mliečnych výrobkov. Železo vykazovalo kolísanie v závislosti od prítomnosti mäsových pokrmov. Vitamín C mal v jednotlivých dňoch vyššiu smerodajnú odchýlku, čo poukazuje na nerovnomerné zastúpenie čerstvej zeleniny a ovocia. Naopak, vitamíny skupiny B vykazovali nižšiu variabilitu. Rozdiely medzi aritmetickým priemerom a mediánom pri niektorých živinách naznačujú asymetrické rozdelenie hodnôt a prítomnosť vyšších extrémnych hodnôt, ktoré ovplyvňujú priemer. V takýchto prípadoch je medián vhodnejším ukazovateľom typickej hodnoty.

Týždenný jedálny lístok vyazuje variabilitu nutričného zloženia medzi jednotlivými dňami, čo je pri plánovaní stravovania v materskej škole očakávané. Z pohľadu nutričnej rovnomernosti je vhodné zabezpečiť vyrovnanjšie rozdelenie energie a niektorých mikronutrientov v rámci týždňa.

Analýza jedálneho lístka poukázala na relatívne priaznivý nutričný profil, avšak s určitými odchýlkami od odporúčaných hodnôt. Priemerný energetický príjem presahoval odporúčané hodnoty a spolu so zvýšeným príjmom bielkovín poukazuje na nerovnováhu v zastúpení makroživín, čo nie je úplne v súlade s odporúčaniami pre vyváženú stravu detí predškolského veku (WHO, 2006; Košťálová a Selinger, 2020). Naopak príjem sacharidov bol na úrovni odporúčaní.

Z hľadiska deskriptívnej štatistiky bola zaznamenaná výrazná variabilita energetického príjmu medzi jednotlivými dňami (SD približne 650–980 kJ), čo poukazuje na nerovnomerné rozdelenie energie v priebehu týždňa. Podobná variabilita bola pozorovaná aj pri sacharidoch, zatiaľ čo tuky vykazovali stabilnejšie hodnoty. Takéto kolísanie nie je úplne v súlade s odporúčaniami na rovnomerné rozdelenie živín v rámci týždňa (Jedálne, 2019).

Pozitívne možno hodnotiť dostatočný príjem vlákniny a vápnika, avšak ich variabilita spolu s vyššou smerodajnou odchýlkou pri vitamíne C naznačuje nerovnomerné zastúpenie ovocia a zeleniny, čo nie je v súlade s odporúčaniami na ich každodenné zaradenie (Minedu, 2024). Mierne nedostatočný príjem železa zároveň korešponduje s poznatkami o jeho častom deficite u detí (Sharma et al., 2023).

Rozdiely medzi aritmetickým priemerom a mediánom pri niektorých živinách poukazujú na asymetrické rozdelenie hodnôt a prítomnosť extrémnych dní, ktoré ovplyvňujú celkové výsledky. Celkovo možno jedálny lístok hodnotiť ako prevažne vyhovujúci, avšak s potrebou optimalizácie v oblasti vyváženej živín a rovnomernejšieho rozloženia nutričných hodnôt počas týždňa.

Týždenný prehľad výživových hodnôt jedálnych lístkov z druhého sledovaného obdobia uvádza tab. 2.

**Tab. 2 Výživové hodnoty v druhom období**

| Jedlo | Spolu   | E (kJ) | B (g) | T (g) | S (g)  | V (g) | Ca (mg) | Fe (mg) | Vit.B1 (mg) | Vit.B2 (mg) | Vit. C (mg) |
|-------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|---------|---------|-------------|-------------|-------------|
| DES   | Priemer | 1341,6 | 8,93  | 14,82 | 36,84  | 1,78  | 188,12  | 0,89    | 0,2         | 0,2         | 2,72        |
|       | OVD (%) | 130    | 170   | 157   | 104    | 86    | 179     | 66      |             |             | 26          |
|       | OVD     | 1035   | 5,25  | 9,45  | 35,4   | 2,1   | 105     | 1,35    |             |             | 10,5        |
| OBE   | Priemer | 2098,2 | 21,61 | 18,56 | 58,44  | 6,18  | 270,14  | 3,65    | 0,3         | 0,2         | 27,2        |
|       | OVD (%) | 87     | 176   | 84    | 71     | 126   | 110     | 116     |             |             | 111         |
|       | OVD     | 2415   | 12,25 | 22,05 | 82,6   | 4,9   | 245     | 3,15    |             |             | 24,5        |
| OLO   | Priemer | 967    | 8,35  | 8,46  | 29,16  | 2,22  | 173,58  | 0,45    |             | 0,2         | 2,46        |
|       | OVD (%) | 140    | 238   | 134   | 124    | 158   | 248     | 50      |             |             | 35          |
|       | OVD     | 690    | 3,5   | 6,3   | 23,6   | 1,4   | 70      | 0,9     |             |             | 7           |
| Spolu | Priemer | 4406,8 | 38,88 | 41,84 | 124,44 | 10,2  | 631,84  | 4,99    | 0,5         | 0,6         | 32,38       |
|       | OVD (%) | 106    | 185   | 111   | 88     | 121   | 150     | 92      | 125         | 100         | 77          |
|       | OVD     | 4140   | 21    | 37,8  | 141,6  | 8,4   | 420     | 5,4     | 0,4         | 0,6         | 42          |

E (kJ) - energetická hodnota, B - bielkoviny (g), T - tuky (g), S - sacharidy (g), V - vláknina (g), Ca - vápnik (mg), Fe - železo (mg), Vit. B1 - vitamín B1 (mg), Vit. B2 - vitamín B2 (mg), Vit. C - vitamín C (mg), DES - desiata, OBE - obed, OLO - olovrant

Priemerný denný energetický príjem dosiahol 4406,8 kJ, čo predstavuje 106 % OVD (4140 kJ). Energetické zabezpečenie stravovania možno preto hodnotiť ako mierne zvýšené, avšak stále relatívne vyhovujúce. Priemerný denný príjem bielkovín predstavoval 38,88 g, čo zodpovedá 185 % OVD. Uvedený výsledok poukazuje na zvýšené zastúpenie bielkovín v strave. Príjem tukov dosiahol 41,84 g (111 % OVD), čo znamená mierne prekročenie odporúčanej hodnoty. Sacharidy boli prijaté v množstve 124,44 g, čo predstavuje 88 % OVD. Ide o mierne nižšie plnenie odporúčanej dávky, ktoré naznačuje nerovnováhu medzi základnými makroživinami. Príjem vlákniny dosiahol 10,20 g (121 % OVD), čím bola odporúčaná hodnota prekročená.

Priemerný denný príjem vápnika predstavoval 631,84 mg (150 % OVD), čo poukazuje na nadštandardné pokrytie potreby tejto minerálnej látky. Príjem železa dosiahol 4,99 mg (92 % OVD), čo možno interpretovať ako takmer dostatočné pokrytie odporúčanej dávky. Vitamín B1 bol prijatý v množstve 0,50 mg (125 % OVD) a vitamín B2 v množstve 0,60 mg (100 % OVD), čím boli odporúčané hodnoty splnené, resp. mierne prekročené. Príjem vitamínu C dosiahol 32,38 mg (77 % OVD), čo poukazuje na jeho nedostatočné zabezpečenie potreby v rámci týždenného priemeru.

Na základe získaných údajov možno konštatovať, že týždenné stravovanie v materskej škole zabezpečuje primeraný energetický príjem. Výrazným znakom je ale dlhodobé zvýšené zastúpenie bielkovín a mierne zvýšený príjem tukov pri súčasne nižšom zastúpení sacharidov. Z hľadiska mikroživín je zabezpečený dostatočný príjem vápnika a vitamínov skupiny B, pričom príjem železa sa pohybuje na hranici odporúčania. Deficit bol identifikovaný pri vitamíne C, ktorého príjem nedosiahol odporúčanú úroveň ani v týždennom priemere.

Uvedené výsledky poukazujú na potrebu optimalizácie pomeru makroživín a zvýšenia podielu potravín bohatých na vitamín C s cieľom zabezpečiť vyváženú a nutrične adekvátnu stravu pre deti predškolského veku.

Tab. 5 Súhrnné štatistické ukazovatele príjmu živín v druhom období

| SÚHRN DENNÝCH JEDÁL (Desiata + Obed + Olovrant) |                      |         |         |         |       |
|-------------------------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|-------|
| Živina                                          | Priemer $\pm$ SD     | Minimum | Maximum | Medián  | Modus |
| Energia (kJ)                                    | 1468,93 $\pm$ 576,25 | 967,00  | 2098,20 | 1341,60 | –     |
| Bielkoviny (g)                                  | 12,96 $\pm$ 7,49     | 8,35    | 21,61   | 8,93    | –     |
| Tuky (g)                                        | 13,95 $\pm$ 5,11     | 8,46    | 18,56   | 14,82   | –     |
| Sacharidy (g)                                   | 41,48 $\pm$ 15,18    | 29,16   | 58,44   | 36,84   | –     |
| Vláknina (g)                                    | 3,39 $\pm$ 2,42      | 1,78    | 6,18    | 2,22    | –     |
| Ca (mg)                                         | 210,61 $\pm$ 52,06   | 173,58  | 270,14  | 188,12  | –     |
| Fe (mg)                                         | 1,66 $\pm$ 1,73      | 0,45    | 3,65    | 0,89    | –     |
| Vit. B1 (mg)                                    | 0,17 $\pm$ 0,15      | 0       | 0,30    | 0,20    | –     |
| Vit. B2 (mg)                                    | 0,20 $\pm$ 0         | 0,20    | 0,20    | 0,20    | 0,20  |
| Vit. C (mg)                                     | 10,79 $\pm$ 14,21    | 2,46    | 27,20   | 2,72    | –     |

Deskriptívna štatistická analýza sledovaných jedál poukazuje na variabilitu nutričných hodnôt medzi jednotlivými jedlami počas analyzovaného obdobia. Pri energetickej hodnote bol zaznamenaný aritmetický priemer 1 468,93  $\pm$  576,25 kJ. Rozsah hodnôt (967,0 – 2 098,2 kJ) poukazuje na výraznejšie rozdiely v energetickom obsahu jednotlivých jedál. Medián (1 341,6 kJ) je mierne nižší ako aritmetický priemer, čo naznačuje mierne pravostranné vychýlenie rozdelenia spôsobené vyššou energetickou hodnotou obeda. Pri bielkovinách bol zaznamenaný priemer 12,96  $\pm$  7,49 g. Relatívne vyššia hodnota smerodajnej odchýlky poukazuje na kolísanie príjmu medzi jednotlivými jedlami, pričom maximálna hodnota (21,61 g) bola zaznamenaná pri obede. Medián (8,93 g) je nižší ako aritmetický priemer, čo poukazuje na asymetriu rozdelenia. Tuhy predstavovali priemer 13,95  $\pm$  5,11 g. Hodnota smerodajnej odchýlky naznačuje strednú variabilitu medzi jedlami. Medián (14,82 g) je blízky aritmetickému priemeru, čo poukazuje na relatívne rovnomerné rozdelenie hodnôt. Pri sacharidoch bol zaznamenaný priemer 41,48  $\pm$  15,18 g. Rozpätie hodnôt (29,16–58,44 g) dokumentuje rozdiely medzi jednotlivými jedlami. Medián (36,84 g) je mierne nižší ako aritmetický priemer. Pri vláknine bol zistený priemer 3,39  $\pm$  2,42 g. Variabilita je stredná a súvisí najmä s vyšším obsahom vlákniny v obede.

Pri vápniku bol stanovený priemer  $210,61 \pm 52,06$  mg. Relatívne nižšia smerodajná odchýlka v porovnaní s inými živinami poukazuje na rovnomernejšie zastúpenie vápnika medzi jednotlivými jedlami. Medián (188,12 mg) je mierne nižší ako aritmetický priemer. Železo vykazoval priemer  $1,66 \pm 1,73$  mg. Vysoká relatívna variabilita poukazuje na výraznejšie rozdiely medzi jedlami, pričom maximálna hodnota bola zaznamenaná pri obede. Pri vitamínoch skupiny B boli hodnoty nízke (vitamín B1:  $0,17 \pm 0,15$  mg; vitamín B2:  $0,20 \pm 0$  mg). V prípade vitamínu B2 bola smerodajná odchýlka nulová a modus 0,20 mg, čo poukazuje na úplne rovnaké hodnoty vo všetkých analyzovaných jedlách. Pri vitamíne C bol zaznamenaný priemer  $10,79 \pm 14,21$  mg. Výrazná smerodajná odchýlka a rozdiel medzi minimom (2,46 mg) a maximom (27,20 mg) poukazujú na značnú variabilitu medzi jednotlivými jedlami.

Najvyššia variabilita bola pozorovaná pri energetickej hodnote, bielkovinách, železe a vitamíne C, čo súvisí najmä s dominantným nutričným príspevkom obeda. Naopak, najrovnomernejšie zastúpenie bolo zaznamenané pri vitamíne B2.

Analýza jedálneho lístka spolu s deskriptívnou štatistikou poukázala na relatívne priaznivé energetické zabezpečenie stravovania, avšak s určitými nedostatkami v jeho vyváženosti. Priemerný denný energetický príjem mierne presahoval odporúčané hodnoty, čo možno považovať za akceptovateľné vzhľadom na potrebu pokrytia energetických nárokov detí v materskej škole, kde stravovanie zabezpečuje významnú časť denného príjmu (Berlic et al., 2023; Kajaba, 2000).

Z hľadiska makroživín sa potvrdila nerovnováha v ich zastúpení, najmä vo forme nadmerného príjmu bielkovín a mierne zvýšeného príjmu tukov pri súčasne nižšom zastúpení sacharidov. Tento stav nie je úplne v súlade s odporúčaniami na vyváženú stravu, ktoré zdôrazňujú potrebu optimálneho pomeru jednotlivých živín (WHO, 2006). Zvýšený príjem bielkovín môže súvisieť s vyšším zastúpením živočíšnych produktov, pričom moderné odporúčania poukazujú na uvádzanú potrebu zvyšovania podielu rastlinných zdrojov v strave detí (Školský portál, 2020).

Deskriptívna analýza zároveň poukázala na výraznú variabilitu nutričných hodnôt medzi jednotlivými jedlami, najmä v prípade energie, bielkovín, železa a vitamínu C. Rozdiely medzi aritmetickým priemerom a mediánom naznačujú asymetrické rozdelenie hodnôt a poukazujú na dominantný nutričný príspevok obeda. Takéto nerovnomerné rozdelenie nie je optimálne, keďže výživa detí by mala byť rovnomerne rozložená počas dňa.

Z hľadiska mikroživín bol pozitívne hodnotený dostatočný príjem vápnika a vitamínov skupiny B, čo korešponduje s požiadavkami na podporu rastu a vývinu detí. Na druhej strane nižší príjem vitamínu C a kolísavý príjem železa poukazujú na nedostatočné a nepravdivé zastúpenie ovocia, zeleniny a niektorých živočíšnych zdrojov. Tento stav nie je v súlade s odporúčaniami, ktoré zdôrazňujú každodenné zaradovanie čerstvých rastlinných potravín do jedálneho lístka (Košťálová a Selinger, 2020).

Celkovo možno stravovanie hodnotiť ako prevažne vyhovujúce, avšak s potrebou optimalizácie najmä v oblasti vyváženosti makroživín a rovnomernejšieho rozloženia energie a mikronutrientov. Zlepšenie kvality jedálneho lístka by malo smerovať k väčšiemu zastúpeniu rastlinných potravín a k stabilnejšiemu nutričnému profilu počas celého týždňa.

Normy a receptúrne predpisy nezohľadňujú niektoré individuálne determinanty, ako sú telesná hmotnosť dieťaťa, spôsob stravovania alebo genetické predispozície. Zostavenie optimálne vyvážených jedálnych lístkov je preto mimoriadne náročným procesom, ktorý je v súčasných podmienkach z praktického aj ekonomického hľadiska náročne realizovateľný.

## ZÁVER

Analýza jedálnych lístkov v zariadení školského stravovania v rámci predprimárneho vzdelávania umožnila objektívne posúdenie nutričnej hodnoty podávaných jedál a poukázala na určitú variabilitu v zastúpení jednotlivých makroživín a mikroživín v porovnaní s odporúčanými výživovými dávkami platnými v SR. Zistenia zdôrazňujú potrebu priebežného monitorovania a optimalizácie nutričnej hodnoty podávaných jedál.

## PodĎakovanie:

Práca vznikla v rámci riešenia projektu KEGA 029SPU-4/2026.

## LITERATÚRA

1. BERLIC, Maja; BATTELINO, Tadej a KOROŠEC, Mojsa, 2023. Can Kindergarten Meals Improve the Daily Intake of Vegetables, Whole Grains, and Nuts among Preschool Children? A Randomized Controlled Evaluation. MDPI. Vol. 15, no. 18, p. 4088. <https://doi.org/10.3390/nu15184088>
2. JEDÁLNE.SK, 2019. Čo sme o školskom stravovaní vedeli, nevedeli. <https://www.jedalne.sk/clanky/inspiracia/doc/co-sme-o-skolskom-stravovani-vedeli-nevedeli-217/doc-post-det.htm>
3. JEDÁLNE.SK, 2019. Odporúčané výživové dávky. <https://www.jedalne.sk/clanky/strava-vyziva/doc/odporucane-vyzivove-davky-220/doc-post-det.htm>
4. JEDÁLNE.SK, 2019. Výživové požiadavky v školskom stravovaní. <https://www.jedalne.sk/clanky/strava-vyziva/doc/vyzivove-poziadavky-v-skolskom-stravovani-otestujte-sa-218/doc-post-det.htm>
5. JEDÁLNE.SK, 2024. Revízia materiálno-spotrebných noriem a receptúr pre školské stravovanie 2024. <https://www.jedalne.sk/clanky/legislativa/doc/revizia-materialno-spotrebnych-noriem-a-receptur-pre-skolske-stravovanie-2024-705/doc-detail.htm>
6. KAJABA, Igor, 2000. Aktuálne potreby výživy a ich zabezpečovanie u obyvateľstva technicky vyspelej spoločnosti. In: Výživa a zdravie. s. 11 – 13.
7. KOŠŤÁLOVÁ, Alexandra a SELINGER, Eliška, 2020. Školní stravování. Analýza systému a návrhy modernizace v rámci projektu. Máme to na talíři a není nám to jedno. file:///C:/Users/jedalen/Downloads/analyza-systemu-skolniho-stravovani.pdf
8. MINEDU.SK, 2009. Vyhláška Ministerstva školstva Slovenskej republiky o zariadení školského stravovania. <https://www.minedu.sk/data/files/443.pdf>
9. MINEDU.SK, 2023, Rezort školstva venuje pozornosť diétnemu stravovaniu, vydal nové receptúry. <https://www.minedu.sk/rezort-skolstva-venuje-pozornost-dietnemu-stravovaniu-vydal-nove-receptury/>
10. MINEDU.SK, 2024. Aplikácia princípov k materiálno-spotrebným normám a receptúram pre školské stravovanie. Revízia 2024. <https://www.minedu.sk/data/att/22b/31011.8ee564.pdf>
11. SHARMA, Prakash; BUDHATHOKI, Bahadur Chitra; MAHARJAN, Krishna Ram a SINGH, Kumar Jitendra, 2023. Nutritional status and psychosocial stimulation associated with cognitive development in preschool children: A cross-sectional study at Western Terai, Nepal. Journals Plos. Vol. 18, no. 3. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0280032>
12. SHI, Huiling; REN, Yi a JIA, Yanping, 2023. Effects of nutritional interventions on the physical development of preschool children: a systematic review and meta-analysis. Pubmed Central. Vol. 12, no. 5, p. 991-1003. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10248937/>
13. ŠKOLSKÝ PORTÁL.SK, 2020. Flexi školské stravovanie. <https://www.skolskyportal.sk/flexi-skolske-stravovanie>
14. WHO. REGIONAL OFFICE FOR EUROPE, 2006. Food and Nutrition police for schools : a tool for the developmment of school nutrition programmes in the European region. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107797>

## DEVELOPMENT OF NOVEL SYRUPS FROM NON-CONVENTIONAL PLANT RAW MATERIALS WITH POTENTIAL HEALTH-PROMOTING PROPERTIES

Olga Grygorieva<sup>1</sup>, Katarína Fatrcová-Šramková<sup>2</sup>, Zuzana Kňazická<sup>2</sup>, Mykhailo Zhurba<sup>1</sup>, Olena Vergun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Nutrition and Genomics, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, SR

### Introduction

Growing consumer interest in natural foods and beverages has increased the demand for products enriched with biologically active compounds of plant origin. In recent years, particular attention has been paid to functional foods and beverages containing natural ingredients with potential health-promoting effects. Flowers, petals, and young shoots of various plant species represent valuable sources of phenolic compounds, flavonoids, essential oils, vitamins, organic acids, and other phytochemicals associated with antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, and adaptogenic properties. In addition to their biological value, these plant materials contribute unique colours, aromas, and flavours that enhance the sensory quality and consumer attractiveness of food products. The use of non-conventional plant raw materials provides new opportunities for the development of innovative syrups with enhanced nutritional value and potential health benefits. Many of these species have a long history of traditional use in herbal medicine and are increasingly attracting scientific interest due to their rich phytochemical composition. Therefore, the development of plant-based syrups from flowers, petals, and young shoots represents a promising approach to expanding the assortment of functional food products and promoting healthy nutrition.

The aim of this study was to develop innovative syrups based on selected non-conventional plant raw materials and to assess their organoleptic properties and potential nutritional and health-promoting value as sources of natural bioactive compounds.

### Materials and Methods

The study was conducted using flowers of *Wisteria sinensis* (Sims) DC., *Akebia quinata* (Houtt.) Decne., *Syringa vulgaris* L., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill., *Elaeagnus multiflora* Thunb., *Prunus padus* L., *Lavandula angustifolia* Mill., and *Sambucus nigra* L.; petals of red-flowered cultivars of *Paeonia suffruticosa* Andrews; and young shoots of *Abies alba* Mill. Ten individual syrup formulations were developed, each based on a single type of plant raw material.

Fresh plant materials were harvested at the stage of optimal biological maturity and processed immediately after collection. Syrups were prepared using conventional extraction and syrup-production techniques involving infusion of plant material, addition of sucrose, and thermal treatment to ensure microbiological stability and product preservation. The resulting products were evaluated organoleptically for colour, aroma, taste, and overall sensory acceptability. The potential health-promoting properties of the syrups were assessed based on published data regarding the phytochemical composition and biological activity of the plant species used.

### Results and Discussion

Ten novel syrups produced from non-conventional plant raw materials exhibited distinct sensory characteristics determined by the botanical origin of the raw materials. Syrups prepared from flowers of *Wisteria sinensis*, *Akebia quinata*, *Syringa vulgaris*, *Lavandula angustifolia*, and *Sambucus nigra* were characterized by delicate floral aromas and pleasant taste profiles. The syrup obtained from *Prunus padus* flowers possessed a characteristic almond-like aroma, while products derived from *Schisandra chinensis* and *Elaeagnus multiflora* flowers demonstrated refreshing sensory properties. Syrup prepared from petals of red-flowered cultivars of *Paeonia suffruticosa* was distinguished by

an attractive colour and mild floral fragrance. Young shoots of *Abies alba* imparted specific balsamic and resinous notes, contributing to the originality of the product.

In addition to their favourable organoleptic properties, the selected plant species are known to contain a wide range of biologically active compounds. Flowers of *Sambucus nigra* are rich in flavonoids and phenolic acids and have traditionally been used to support immune function and alleviate symptoms of upper respiratory tract disorders. *Schisandra chinensis* contains lignans and other phytochemicals associated with adaptogenic, antioxidant, and hepatoprotective effects. Essential oils present in *Lavandula angustifolia* are known for their calming and antimicrobial properties, whereas young shoots of *Abies alba* have long been used in traditional herbal preparations intended to support respiratory health. Flowers of *Prunus padus* and *Syringa vulgaris* contain phenolic compounds with antioxidant activity, while *Elaeagnus multiflora* and *Akebia quinata* are recognized as promising sources of health-promoting phytochemicals. Anthocyanins and other polyphenolic compounds present in petals of red-flowered cultivars of *Paeonia suffruticosa* may contribute to antioxidant potential. Thus, the developed syrups represent promising plant-based products combining attractive sensory characteristics with potential nutritional and health-promoting benefits.

The obtained results indicate that non-conventional plant raw materials can serve as valuable ingredients for the development of innovative syrups and may contribute to expanding the range of functional foods and beverages. Their utilization also offers opportunities for the wider use of plant species traditionally employed in folk medicine and valued for their bioactive constituents.

## Conclusions

The results demonstrated the feasibility of producing novel syrups from non-conventional plant raw materials with diverse sensory characteristics and potential health-promoting properties. The selected plant species represent valuable sources of biologically active compounds and may contribute to the development of innovative functional products. Their utilization expands the assortment of plant-based foods and beverages and supports healthy nutrition. Further studies should focus on the determination of phytochemical composition, antioxidant activity, and nutritional value of the developed syrups.

## Funding

*This work was supported by the project VEGA 1/0357/26.*

## Acknowledgements

*The authors are thankful to the International Scientific Network AgroBioNet for their support and collaboration.*

**The literature used is available from the author.**

## UNDERUTILIZED FRUIT PLANTS FOR HEALTHY NUTRITION AND SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL RESTORATION

**Olga Grygorieva<sup>1</sup>, Mykhailo Zhurba<sup>1</sup>, Olena Vergun<sup>1</sup>, Nataliia Zaimenko<sup>1</sup>, Katarína Fatrcová-Šramková<sup>2</sup>, Zuzana Kňazická<sup>2</sup>, Martin Prčík<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M.M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Institute of Nutrition and Genomics, Faculty of Agrobiology and Food Resources, Slovak University of Agriculture in Nitra, SR

<sup>3</sup>Institute of Sustainable Regional and Local Development, Faculty of European Studies and Regional Development, Slovak University of Agriculture in Nitra, SR

The ongoing war in Ukraine has caused severe environmental disturbances, including soil degradation, destruction of ecosystems, and contamination by potentially toxic elements originating from military activities. These consequences pose long-term risks to environmental quality, food security, and human health, creating an urgent need for sustainable strategies that combine ecosystem restoration with the production of nutritious and health-promoting foods.

Underutilized fruit plants represent a promising group of species that may contribute to addressing these challenges. Many of them are characterized by high ecological plasticity, tolerance to adverse environmental conditions, and low requirements for chemical plant protection, making them suitable for sustainable cultivation. Their fruits are rich in vitamins, polyphenols, anthocyanins, carotenoids, and other bioactive compounds associated with antioxidant and health-promoting properties.

Particular attention should be paid to species that combine nutritional value with ecological functions, including the ability to improve soil quality, stimulate beneficial rhizosphere microorganisms, and influence the mobility and bioavailability of heavy metals and other contaminants. The search for and investigation of such species are especially relevant today, as they may simultaneously contribute to environmental rehabilitation, the production of functional foods, and the improvement of public health under post-war conditions.

Species such as *Cornus mas* L., *Cydonia oblonga* Mill., *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill., *Elaeagnus multiflora* Thunb., *Elaeagnus umbellata* Thunb., *Asimina triloba* (L.) Dunal, and other underutilized fruit crops are increasingly attracting scientific interest because of their adaptability, resistance to abiotic and biotic stresses, and high content of biologically active compounds. In addition to their nutritional and medicinal value, these species can be cultivated with minimal chemical inputs, thereby reducing the environmental burden and supporting sustainable agricultural practices.

Many underutilized fruit plants have been traditionally used in folk medicine and are recognized as valuable sources of natural antioxidants and other phytochemicals that may help protect the human body against oxidative stress associated with environmental pollution. At the same time, perennial fruit species contribute to ecosystem recovery through soil stabilization, enhancement of microbial activity, increased organic matter accumulation, and improvement of biodiversity. Certain species also exhibit the ability to accumulate, immobilize, or reduce the bioavailability of heavy metals, thereby contributing to the remediation of contaminated soils.

Therefore, the identification and wider utilization of underutilized fruit plants should be considered an important research priority under current conditions. Their cultivation may simultaneously contribute to healthy nutrition, the development of innovative functional foods, and the restoration of ecosystems affected by war and other anthropogenic disturbances. Such an integrated approach corresponds to modern concepts of sustainable development and highlights the important role of plant biodiversity in safeguarding both environmental and human health.

## Funding

*This work was supported by the project VEGA 1/0357/26.*

## Acknowledgements

*The authors are thankful to the International Scientific Network AgroBioNet for their support and collaboration.*

---

**The literature used is available from the author.**





## AKTIVITY NA ZVÝŠENIE KONZUMÁCIE OVOCIA A ZELENINY ZO ŠKOLSKÉJ ZÁHRADY V 1. CYKLE ZÁKLADNEJ ŠKOLY V RÁMCI NOVÉHO KURIKULA VZDELÁVANIA

### ACTIVITIES TO INCREASE THE CONSUMPTION OF FRUIT AND VEGETABLES FROM THE SCHOOL GARDEN AT THE FIRST CYCLE OF ELEMENTARY SCHOOL WITHIN THE NEW EDUCATIONAL CURRICULUM

Tünde Juríková<sup>1</sup>, Katarína Fatrcová-Šramková<sup>2</sup>, Zuzana Kňažická<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ústav pre vzdelávanie pedagógov, Fakulta stredoeurópskych štúdií, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, SR

<sup>2</sup>Ústav výživy a genetiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

#### Abstrakt

Nové kurikulum vzdelávania poskytuje väčšiu voľnosť učiteľov v rámci vzdelávania uprednostňujúce samostatnosť, kreativitu a kritické myslenie u žiakov. Cieľom predloženého príspevku je predstaviť 2 modelové hodiny v rámci vzdelávacej oblasti „Človek a prírodoveda“ a predmetu Prírodoveda v 1. cykle vzdelávania, ktoré by poukázali na význam vegetatívnych častí (koreň, listy) ale aj generatívnych častí (plody a semená) vo výžive človeka.

#### Abstract

The new educational curriculum brings teachers greater freedom, prioritizing pupil independence, creativity, and critical thinking. This paper aims to present two model lessons within the "Human and Natural Science" educational area specifically for the subject of Natural Science during the first educational cycle designed to highlight their importance of both vegetative parts (roots, leaves) and generative parts (fruits, seeds) in human nutrition.

#### Úvod

Vo všeobecnosti je známe, že konzumácia ovocia a zeleniny je poddimenzovaná, preto úlohou učiteľa je hľadať možnosti, ktoré by prispeli k jej zvýšeniu. Túto možnosť v 1. cykle vzdelávania ponúka vzdelávacia oblasť „Človek a príroda“ a predmet Prírodoveda, ktorý ponúka možnosť spoznávania vegetatívnych aj generatívnych častí rastlín, ktoré môžu byť prepojené s pochopením ich významu konzumácie z hľadiska výživy človeka a postavenia v potravinovej pyramide. Ideálnym priestorom na zber materiálu pre aktivity ponúka školská záhrada poskytujúca prepojenie teórie s praxou.

V minulosti bolo úplnou samozrejmosťou, že deti strávili väčšinu svojho času vonku v prírode a chápali aj zákonitosti a princípy jej fungovania. Školské záhrady boli bežnou súčasťou škôl, kde si žiaci osvojovali vzťah k práci a bežné pestovateľské zručnosti, úroda zo záhrad končila v školskej jedálni (POKORNÁ a STOLLÁROVÁ, 2006). V súčasnosti na Slovensku pozorujeme narastajúci trend zakladania školských záhrad nielen na vidieckych školách, ale aj v mestách vo forme vyvýšených záhonov s výsadbou zeleniny, ovocia, okrasných rastlín. Školské záhrady však poskytujú oveľa širší priestor aj vo výchovno-vzdelávacom procese a plne zodpovedajú požiadavkám nového kurikula, kde tvorí najnižšiu úroveň schopnosť žiakov zapamätáť si informácie, porozumieť vedomostiam a najvyššiu schopnosť predstavuje myslieť a konať (DOBIŠOVÁ a KOVÁČIKOVÁ, 2025; ROCHOVSKÁ a ZVONČEKOVÁ, 2025). Navyše, záhrady zohrávajú kľúčovú úlohu aj z hľadiska výchovy k zdraviu, čo sa týka najmä pravidelnosti zaradenia ovocia a zeleniny do jedálneho lístka detí od najútlejšieho veku života.

## Ciel'

Cieľom predloženého príspevku je predstaviť modelové hodiny slúžiace na zvýšenie konzumácie ovocia a zeleniny v 3. a 4. ročníku základnej školy. Dve modelové hodiny sú začlenené v rámci vzdelávacej oblasti „Človek a príroda“, 1. cyklu v predmete Prírodoveda – korene, listy semena a plody rastlín.

## Metódy

Na základe nového kurikula vzdelávania v 1. cykle základných škôl sme zostavili súbor aktivít (úloh/pozorovaní a námetov), ktoré učitelia môžu realizovať v rámci vzdelávacej oblasti „Človek a príroda“ so zameraním na 2 tematické celky – vegetatívne a generatívne časti rastlín. V rámci vegetatívnych častí sa jedná o korene a listy koreňovej a cibulovej zeleniny, v rámci generatívnych častí o spoznávanie obilnín, olejní, strukovín a plodovej zeleniny vrátane ich postavenia vo výžive.

## Výsledky

V nasledujúcom prehľade predstavujeme 2 námety na modelové hodiny, ktoré sa dajú realizovať v 1. cykle ZŠ v rámci predmetu Prírodoveda.

**Vzdelávacia oblasť:** Človek a príroda

**Predmet:** Prírodoveda (1. cyklus)

**Téma aktivity – charakteristika:** Vegetatívne časti rastlín – **Korene rastlín**

**Obsahový štandard:** Koreň zabezpečuje upevnenie v pôde, príjem dôležitých látok z prostredia.

**Činnosť:** Identifikácia, z ktorej časti rastliny pochádza určitý druh ovocia/zeleniny.

**Výkonný štandard:** Žiak vie/dokáže citlivo manipulovať so živými organizmami. Žiak vie/dokáže na základe formulovanej jednoduchšej výskumnej otázky pozorovať tak, aby získal informácie potrebné na zodpovedanie danej otázky. Žiak vie/dokáže formulovať predpoklad a zdôvodniť ho skúsenosťou. Žiak vie/dokáže formulovať záver v podobe odpovede na výskumnú otázku s odvolaním sa na údaje získané skúšaním.

**Hodinová dotácia:** 6 hod. (zimné obdobie)

**Výchovno-vzdelávacie ciele:**

- poznávanie funkcie rôznych tvarov koreňov,
- rozvoj kritického myslenia, vyvodíť závery z pokusu,
- poznávanie koreňovej zeleniny a jej významu vo výžive človeka vrátane významu vňatí ako významného zdroja vitamínov a minerálnych látok,
- ekologické nakladanie s kuchynským odpadom, recyklácia, bioodpad.

**Organizačné formy:** samostatná práca – práca vo dvojici

**Metódy:** vychádzka v záhrade na jeseň, pozorovanie listov rôznych farieb, experiment, tieňohra, výtvarná hra, problémová metóda

**Učebné pomôcky:** živý rastlinný materiál – listy bylín a stromov, priehľadný pohár/miska, kameň, pastelky, fixky, suchý pastel

### Metodologické poznámky:

Dopestovanie čersvej koreňovej a cibuľovej zeleniny z kuchynského odpadu odrezkami

Korene mrkvy alebo petržlenu, ktoré používame na varenie, poslúžia aj na dopestovanie vňate. Postačí vrchná časť koreňa so zdravou listovou bázou, ktorí často končí v kuchynskom odpade či komposte. Bulvy zeleru krájame do polievok alebo omáčok. Z vrchného odrezka ľahko získame vňať.



Odrežeme vrchnú časť mrkvy alebo petržlenu, odkiaľ vyrastá vňať.

Odrezky uložíme do plytkého tanierika, do ktorého sme naliali vodu tak, aby jej hladina siahala do polovice odrezka.



Umiestníme na svetlo. Takto pripravenú misku umiestnime na slnečný okenný parapet. Každý deň v miske vymieňame vodu a kontrolujeme vývin vňate.

Cibuľu, cesnak, pór aj šalotku môžeme dopestovať z jej základnej časti aj opakovane. V prípade mladšej „jarnej“ cibulky stačí, ak jej konce s drobnými koreňkami ponoríme do plytkej misky s vodou. Z koreňového základu začne pomerne rýchlo rásť nová rastlinka. Vyklíčené zelené časti „cíbiky“ potom môžeme znovu jednoducho zozbierať.

**Vyhodnotenie aktivity (spätná väzba):** pochopenie významu koreňov – upevňovanie v pôde, príjem vody a minerálnych látok, vegetatívny orgán na rozmnožovanie rastlín, regenerácia rastlín, upevnenie významu vňatí z hľadiska výživy ako významného zdroja vitamínu C a minerálnych látok.

**Téma aktivity:** Spoznávame plody a semená – generatívne časti úžitkových rastlín

**Vzdelávacia oblasť:** Človek a príroda

**Predmet:** Prírodoveda (1. cyklus)

**Obsahový štandard:** Rast rastlín (3. roč.)

**Výkonný štandard:** Žiak má vedomosti o tom, že rastlina počas života kvitne a produkuje semená. Vie, že zo semien na jar vyrastajú nové rastliny, že niektoré rastliny na jar nevyrastajú zo semien, ale z koreňov, hlŕľ alebo cibŕľ, ktoré sú počas zimy ukryté v zemi.

Životný cyklus rastliny sa začína vyklíčením rastliny zo semena, pokračuje jej rastom, kvitnutím, opelením, tvorením semien, starnutím a následným odumretím rastliny. Podľa dĺžky života delíme rastliny na rastliny žijúce dlhšie – trváce a rastliny žijúce kratšie – jednoročné, dvojročné.

**Cieľ:** spoznať životný cyklus rastlín, naučiť sa význam konzumácie zeleniny a jej triedenie podľa časti konzumácie jedlých častí.

**Organizačné formy:** samostatná práca vo dvojiciach, aktivity – popoluška a strukoviny, vzorkovnica semien a mozaika semien.

### Aktivita 1 Popoluška a strukoviny

**Cieľ:** Spoznať strukoviny a ich postavenie vo výžive ľudí

**Pomôcky:** nádoba s mixom strukovín („hrstka“), tanier, lyžička, 2 ks formy na výrobu ľadu

**Metodologické poznámky:** Žiaci 4. ročníka budú rozdelení do 2 tímov a to na moderné Popolušky a tradičné Popolušky. Úlohou tímov bolo podľa pripraveného vzorkovníka strukovín roztriediť zmes strukovín do 7 priečinkov samostatne na: žltý hrach, zelený hrach, čiernu šošovicu, fazuľu mungo, červenú šošovicu, šošovicu (\*medzi strukovínami bude aj obilnina – jačmenné krúpy). Vyhrá tím, ktorý vzorky roztriedil najrýchlejšie (samozrejme, že aj správne). Žiaci pri danej aktivite spoznávajú aj význam strukovín a ich postavenie v potravinovej pyramíde ako významný zdroj bielkovín a minerálnych látok.

Obdobou aktivity je možnosť obrazu – mozaiky zo semien strukovín.

### Aktivita 2: Vzorkovnica semien

**Cieľ:** Spoznať semená úžitkových rastlín – obilnín, olejnin, strukovín, plodovej zeleniny a ich význam vo výžive.

**Metodologické poznámky:** Žiaci podľa predlohy nalepujú semená do vzorkovnice, pričom si uvedomujú ich význam a postavenie v potravinovej pyramíde v rámci každodennej konzumácie.

## VZORKOVNICA SEMIEN

### 1. OBILNINY



OVOS

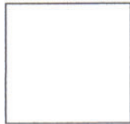


PROSO



RYŽA

### 2. STRUKOVINY



FAZUĽA



ŠOŠOVICA

### 3. OLEJNINY



SLNEČNICA

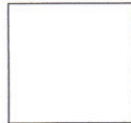


MAK

### 4. PLODOVÁ ZELENINA



PAPRIKA



RAJČIAK

**Vyhodnotenie aktivity:** Žiaci pochopia význam plodov aj semien z hľadiska životného cyklu rastlín ako aj ich postavenie a význam z hľadiska pravidelnej konzumácie.

## Záver

Novou výzvou učiteľov je nájsť nové spôsoby vyučovania s využitím projektového využitia prepojenia teórie s praxou. Školské záhrady poskytujú ideálny priestor na edukáciu nielen predmetu Prírodoveda a pestovateľských zručností ale aj edukáciu a fixáciu správnych návykov detí vo výžive a zvýšenie pravidelnej konzumácie ovocia a zeleniny.

## Podakovanie:

Príspevok je parciálnym výstupom grantovej úlohy KEGA 019UKF-4/2025

Školská záhrada a jej možnosti didaktickej aplikácie v rámci projektového vyučovania v 3. a 4. ročníku základných škôl.

## Literatúra

1. Dobišová, A., Kovačíková, O. 2025. Človek a príroda 1, Pracovná učebnica pre 1. cyklus (NOVÉ KURIKULUM), 1. ročník, 1. vyd., Aitec, 32 s. ISBN 978-80-8146-336-5
2. Fatrcová-Šramková, K., Chludíková, A., Juríková, T., Kňazická, Z., Kopčeková, J. 2025. Ovocie a zelenina vo výžive žiakov a možnosti zvýšenia ich spotreby projektom školská záhrada, 2025. In. Výživa a zdravie. Budoucnosť výživy človeka. : Odborná konferencia, Teplice 16.-18.9.2025. - Praha, 2025. - ISBN 978-80-87878-68-2, S. 99-106.
3. Pokorná, T., Stollárová, V. 2006. Poznávanie rastlín v prirodzenom životnom prostredí. 2006. 78 s. In. XVI. medzinárodné kolokvium o řízení osvoovacího procesu. - Brno : Univerzita obrany, 2006. - ISBN 80-7231-139-5, s. 1-5.
4. Rochovská, I., Zvončeková, V. 2025. Človek a príroda 1, 1. vyd., Raabe, 35 s. ISBN 978-80-8280-607-9.

## ŠKOLSKÁ ZÁHRADA AKO POTENCIÁLNY ZDROJ POTRAVINOVÝCH ALERGÉNOV

### SCHOOL GARDEN AS A POTENTIAL SOURCE OF FOOD ALLERGENS

Tünde Juríková<sup>1</sup>, Katarína Fatrcová-Šramková<sup>2</sup>, Zuzana Kňažická<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ústav pre vzdelávanie pedagógov, Fakulta stredoeurópskych štúdií, Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, SR

<sup>2</sup>Ústav výživy a genetiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

#### Abstract

School garden provide a wide range of opportunities for outdoor activities as well as education. On the other hand, there must be taken into account all potential risks in school gardens – toxicity, poisonous plants, dangerous plans including allergens. The potential risk involves especially pollen grains, food allergies, contact allergies, allergies on natural material or insects. The presented paper brings overview of all potential and possible allergic reaction in the garden with survey on the prevailing types of allergies among 96 children aged 3-10 years in the on-line survey. The results of survey showed that pollen allergies (53.60%) (especially grass, ragweed or birch tree) and food allergies (48.20%) represented the most common allergens at school gardens.

#### Úvod

Školská záhrada poskytuje ideálny priestor pre aktivity v prírode s deťmi vrátane výchovno-vzdelávacích aktivít, ale zároveň treba počítať aj s určitými nástrahami najmä v prípade malých detí. Nebezpečenstvo nepochybne predstavujú rastliny s trnmi, alebo pichliačmi, ako sú obľúbené ruže, aj trňové černice a maliny (Pokorná a Stolárová, 2005; Žitný et al., 2025). V druhom rade ide o prudko toxické alebo jedovaté rastliny, ktorým by sme sa nepochybne mali v školských záhradách vyvarovať. Ale rovnako nesmieme zabúdať ani na rastliny vyvolávajúce alergie, prípadne rastliny vyvolávajúce alergické reakcie priamo po konzumácii (Juríková et al., 2021; 2025).

Alergény sú látky, ktoré môžu vyvolať neprimeranú reakciu imunitného systému – alergiu (Juríková et al., 2022, Schlarmanová et al., 2024).

Alergény vo všeobecnosti možno rozdeliť na inhalačné (hlavne peľ), kontaktné či alimentárne. U detí sú zvlášť nebezpečné peľové a potravinové alergény, ale aj rastliny vyvolávajúce prudké reakcie po dotyku – kontaktné alergény. Alergie môžu vyvolať prach, piesok alebo iné organické materiály v záhrade, uštipnutie bodavým hmyzom (Juríková et al., 2021).

#### • Výskyt alergénov záhrade

V záhrade nachádzame široké spektrum potenciálnych alergénov.

- **peľ:** najčastejší spúšťač, hlavne trávy (timotejka, lipnica), stromy (breza, lieska) a buriny resp. invazívne rastliny (palina, ambrosia).
- **rastlinné šťavy:** Niektoré rastliny spôsobujú kožné reakcie a popáleniny resp. pluzgiere pri dotyku (napr. archangelika lekárska, ruta voňavá, jaseňec biely, mliečnik myrtovitý).
- **prírodné materiály:** Alergie môžu byť aj na prach, piesok alebo iné organické materiály v záhrade.
- **bodavý hmyz:** Bodnutia od včiel a ôs sú tiež častým alergénom (Juríková et al., 2025c,d).
- **potravinové alergie:** alergické reakcie sa prejavujú po ich konzumácii (Juríková et al., 2025a,b, Jedlička et al., 2014).

## Prehľad rizikových alergií v školskej záhrade

### Peľová alergia

Peľovú alergiu možno rozdeliť na dve významné obdobia od konca februára do mája – lieska, jelša, topol, breza, vrbá, dub, orech, borovica, smrek a od mája do augusta sa jedná o trávy a buriny. Peľ z uvedených druhov rastlín vyvoláva sennú nádchu s prejavmi od skorej jari do skorej jesene. Alergia sa prejavuje svrbením, kýchaním, zdurením nosovej sliznice, svrbením a začervenaním očí alebo bolesťou v hrtane (Juríková et al., 2021).

### Kontaktná (dotyková) alergia

Spôsobujú ju rastliny, ktoré majú na povrchu chlčky (trichómy buď krycie alebo žľaznaté) alebo žliazky obsahujúce silice alebo mliečnice s obsahom latexu. Uvedené látky môžu u citlivých jedincov spôsobovať kožné zápal – podráždenie, sčervenanie kože až pluzgiere (Juríková et al., 2025a,b).

### Fytodermatitída

Ide o zápal kože vyvolaný rastlinami. Spúšťačom môžu byť buriny – bolehlav škvrnitý, ale aj bežné pestované druhy v záhradách ako rajčiny, tekvice, uhorky, figovník, divozel, borák, chmeľ. Stačí iba okolo nich vytrhávať burinu, vylamovať výrastky a reakcia kože u niektorých jedincov nenechá na seba dlho čakať (Juríková et al., 2025c,d).

### Fotofytodermatitída

Vzniká po styku s rastlinami, z ktorých vyteká toxická tekutina. Ak je koža následne vystavená slnečnému žiareniu, vznikajú popáleniny. Nebezpečenstvo je o to väčšie, nakoľko samotné prejavy sa môžu dostaviť aj niekoľko hodín po dotyku alebo manipulácii s rastlinami až do 48 hodín. Príkladom takejto rastliny je boľševník obrovský obsahujúci furanokumaríny alebo archangelika lekárska. Šťavy z neho v tme dráždia kožu, na dennom svetle spôsobujú ťažké poleptanie a pluzgiere. Uvedené účinky majú aj rastliny z čeľadi rutovité, morušovité, kapustovité, iskerníkovité, mrkvovité, dokonca vrátane mrkvy, petržlenu, ligurčeka, pastrnák (Juríková et al., 2021).

### Bodnutie hmyzom

V záhradách je potrebné dávať pozor aj pred bodnutím hmyzom, ktorý môže byť zdrojom mnohých alergických reakcií. V prvom rade sa jedná o včely, ktoré sú agresívnejšie pred búrkou, pri rojení, za horúcich dní, dráždia ich náhle a prudké pohyby (Schlarmanová et al., 2024).

### Potravinové alergie

Prejavujú sa ťažkosťami kožnými (ekzém, žihľavka), tráviacimi (vracanie, hnačka, bolesť brucha) alebo dýchacími, a niekedy môžu viesť až k život ohrožujúcej anafylaxii (Jedlička et al., 2014; Cabadajová et al., 2018). Medzi najčastejšie alergény u detí zaraďujeme mlieko, arašidy, sóju, ryby, citrusové plody, jahody, jablká, kivi, mango, figy, datle, jahody, maliny, černice, orechy, zeler, hrach, fazuľu, sóju, papriku, reďkovku, paradajky, koreňiny a iné (Fatrcová-Šramková et al., 2025).

### Cieľ

Cieľom prieskumu bolo zmapovať výskyt alergií vo veku 3 – 10 rokov a nájsť spojitost s potenciálnymi rizikami v školskej záhrade s dôrazom na potravinové alergény.

## Metodika

Cieľovou skupinou boli deti vo veku 3 – 10 rokov, dotazník vyplnilo 96 rodičov detí trpiacich na určitý druh alergie cez Google forms formulár v októbri 2024. Z nich 32,10 % pochádzalo z mesta a 67,90 % z dediny. Zisťovali sme, kedy bola deťom alergia diagnostikovaná, druh alergie, akú liečbu si vyžaduje, výskyt v rodine.

## Výsledky

Na základe výsledkov dotazníkového prieskumu môžeme konštatovať, že alergia bola u detí diagnostikovaná vo veku 4 – 6 rokov (37,50 %) a 7 – 10 rokov (33,90 %), menej vo veku 1 – 3 rokov (25 %) resp. hneď po narodení (3,6 %). U 58,10 % opýtaných sa alergia vyskytovala už v rodine (Juriková et al., 2025a,b). Stav alergie si u 62,50 % vyžadoval liečbu liekmi 62,50 %, nasadenie špeciálnej diéty (21,40 %) alebo zmenu životného štýlu (16,10 %). Medzi dominantné formy patria:

Peľové alergie (53,60%) (predovšetkým na trávy, ambróziu alebo brezu) a potravinové alergie (48,20 %) (najmä na mlieko a mliečne výrobky 38 %, orechy 18 %, zeleninu 13 %, koreniny 9 %, ovocie 8 %, strukoviny 6 %). Pomerne časté boli aj alergie na roztoče 10,70 %, chlpy zvierat 17,90 %, plesne alebo huby 16,10 %, uštipnutie hmyzom 5,40 %, lieky 7,10 %, latex alebo šťavy rastlín 5,40 %, kozmetické prípravky 5,4 %, iné 1,8 %.

## Odporúčania pre prax:

1. Výber rastlinného materiálu – v školskej záhrade by mali mať prednosť netoxické rastliny, tie by nemali byť prítomné ani v komposte. Vyhybať by sme sa mali jedovatým rastlinám, s ostrými trnmi, pichliačmi a aj alergickým rastlinám. Učiteľ musí mať zoznam žiakov s alergiami – závažnosť, možné prejavy resp. zabezpečiť prvú pomoc pri komplikáciách. To sa týka aj potravinových alergií, hlavne pri malých deťoch by mal byť pedagóg informovaný o tom, o aký typ sa jedná aj závažnosť alergickej reakcie. To sa týka v prípade školskej záhrady v prvom rade ovocia a zeleniny (Cabadajová et al., 2018).
2. Hygienické zásady – v školskej záhrade platí pravidelné umývanie rúk nielen po práci s pôdou a kompostom, ale aj s rastlinným materiálom, u citlivých jedincov s kožnými problémami sa odporúča práca v rukaviciach, v prípade drobných poranení je odporúčaná okamžitá dezinfekcia a odborné ošetrenie rán.
3. Dodržiavanie zásad bezpečnosti pri práci – týka sa to hlavne práce s náradím, postreky a prostriedky na ochranu rastlín by mali byť mimo dosahu detí, v záhrade je zakázané behať.
4. Vzdelávanie žiakov – o nebezpečenstvách v školskej záhrade, o jedovatosti a toxicite rastlín; viesť žiakov k tomu, aby nič nekonzumovali bez súhlasu pedagóga alebo dozoru.
5. Mať pri ruke prvú pomoc v prípade prvej pomoci pri alergickej reakcii, hlavne sa jedná o uštipnutie hmyzom. V prípade peľových alergií sa odporúčajú slnečné okuliare (Žitný et al., 2025).

## Závery

Z výsledkov prieskumu jednoznačne vyplýva, že najčastejšími formami alergií u detí vo veku 3 – 10 rokov sú peľové a potravinové alergie. Alergie v škole vyžadujú spoluprácu rodičov, učiteľov a vedenia, zahŕňajú vytvorenie plánu pre núdzové situácie a informovanie všetkých o potrebách dieťaťa, aby sa minimalizovala expozícia a zabezpečila maximálna bezpečnosť.

Z uvedeného aspektu by mal byť učiteľ oboznámený o tom, ktorou formou alergie dieťa trpí a vyvarovať sa uvedeným alergénom v školskom prostredí vrátane školského dvora alebo záhrady. Čo sa týka kontaktných alergií, odporúčaná je práca v rukaviciach a ochrana slizníc očí, v prípade potravinových alergií obmedzená konzumácia alergénov.

## Podakovanie:

Príspevok je parciálnym výstupom grantovej úlohy KEGA 019UKF-4/2025

Školská záhrada a jej možnosti didaktickej aplikácie v rámci projektového vyučovania v 3. a 4. ročníku základných škôl.

## Literatúra

1. Cabadajová, M., Fatrcová-Šramková, K., Schwarzová, M., Juríková, T. 2018. Potravinové preferencie zeleniny, ovocia, orechov a strukovín v gravidite v komparácii s prekonceptným obdobím. In *Záhradníctvo 2018. Zborník vedeckých prác z workshopu v Nitre 28.09.2018 na CD nosiči*. Nitra : SPU, s. 214-225. ISBN 978-80-552-1900-4.
2. Fatrcová-Šramková, K., Chludíková, A., Juríková, T., Kňazická, Z., Kopčeková, J. 2025. Ovocie a zelenina vo výžive žiakov a možnosti zvýšenia ich spotreby projektom školská záhrada, 2025. In *Výživa a zdravie. Budoucnosť výživy človeka : Odborná konferencia, Teplice 16.-18.9.2025*. Praha, s. 99-106. ISBN 978-80-87878-68-2.
3. Jedlička, J., Juríková, T., Balla, Š. 2014. Rastlinné produkty v prevencii a liečbe ochorení ľudí. III. škrupinové ovocie. In *Agroporadenstvo.sk*, s. 1-7. <http://www.agroporadenstvo.sk/index.php?pl=128&article=521>.
4. Juríková, T. 2025b. Školská záhrada – spojenie teórie s praxou. In. *Premeny poznania : most medzi vedami 1. Ružomberok : Verbum*, s. 149-157. ISBN 978-80-561-1192-5.
5. Juríková, T., Fatrcová-Šramková, K., Balla, Š., Szekeres, L. 2021. *Výchova k zdraviu a zdravému životnému štýlu v predprimárnom a primárnom vzdelávaní - edukačné aktivity*. Nitra : UKF, 92 s. ISBN 978-80-558-1838-2.
6. Juríková, T., Fatrcová-Šramková, K., Balla, Š., Szekeres, L., Lehotáková, E. 2022. Inovatívne materiály na výučbu imunity vo vzťahu k ochoreniam v materskej škole a na prvom stupni základných škôl. In. *EDUCO 2022 : didaktické a environmentálne aspekty prípravy učiteľov prírodovedných, zemédelských a príbuzných odborů v kontextu stratégie evropského vzdelávani, 16.05.2022, Zlín, Praha : Česká zemédelská univerzita*, s. 77-85. ISBN 978-80-213-3194-5.
7. Juríková, T., Lehotáková, E., Fatrcová-Šramková, K. 2025a. Využitie školskej záhrady v projektovom vyučovaní: Nové výzvy v príprave učiteľov prírodovedných, poľnohospodárskych a príbuzných odborov : zborník príspevkov z XX. ročníka medzinárodnej vedeckej konferencie EDUCO 2025, Nitra 15. - 17.05.2025; Nitra : UKF, s. 105-113. ISBN 978-80-558-2311-9.
8. Juríková, T., Szekeres, L., Lehotáková, E., Molnár, K. 2025b. Az iskolakert, mint ideális képzőművészeti motívum = The school garden as an ideal artistic motif. In *OxIPO : interdiszciplináris tudományos folyóirat. roč. 7, č. 4*, s. 101-107. DOI 10.35405/OXIPO.2025.4.101.
9. Pokorná, T., Stollárová, V. 2005. Jedovaté rastliny v prírodovedných predmetoch, 2005. In *International colloquium on the Acquisition Process Management : zborník abstraktu a elektronických verzí príspevkov*. Brno : Univerzita obrany, s. 1-3. ISBN 80-85960-92-3.
10. Schlarmannová, J., Juríková, T., Matejovičová, B. 2024. *Biológia a patobiológia dieťaťa*. Nitra : UKF, 190 s. ISBN 978-80-558-2169-6.
11. Žitný, R., Juríková, T., Szabó, T., Szekeres, L. 2025c. An educational framework for implementing healthy lifestyle practices in primary school curricula, 2025. In *International Journal of Education and Practice*. roč. 13, č. 4, s. 1702-1717. DOI 10.18488/61.v13i4.4486.

## **EPIDEMIOLOGIA NUTRIČNE PODMIENENÝCH OCHORENÍ V ASOCIÁCII VÝŽIVY A PREVENČIE NA SLOVENSKU**

### **EPIDEMIOLOGY OF DIET-RELATED DISEASES IN THE ASSOCIATION FOR NUTRITION AND PREVENTION IN SLOVAKIA**

**Regína Sládečková, Liliana Hnatová, Katarína Fatrcová Šramková, Dominika Lenická, Eva Kováčiková, Jana Kopčeková, Zuzana Kňažická**

Ústav výživy a genetiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

#### **Abstrakt**

Chronické (neprenosné) ochorenia predstavujú na Slovensku významnú zdravotnú, spoločenskú aj ekonomickú záťaž. Cieľom príspevku je poukázať na aktuálne epidemiologické údaje o ochoreniach súvisiacich s výživou a životným štýlom, najmä o obezite, diabetes mellitus, kardiovaskulárnych ochoreniach, hypertenzii a onkologických ochoreniach. Slovensko dosahuje nižšiu očakávanú dĺžku života ako priemer Európskej únie a čelí vysokej miere preventabilnej aj liečiteľnej úmrtnosti. Na nepriaznivom vývoji sa podieľajú najmä behaviorálne rizikové faktory, predovšetkým fajčenie, nadmerná konzumácia alkoholu, nevhodná výživa, fyzická inaktivita a obezita. Tieto determinanty sa častejšie kumulujú u sociálne znevýhodnených skupín obyvateľstva. Dostupné údaje podporujú potrebu cielených preventívnych opatrení zameraných na výživu, pohybovú aktivitu, včasnú diagnostiku a efektívnejšiu organizáciu zdravotnej starostlivosti.

#### **Kľúčové slová:**

výživa, prevencia, obezita, diabetes mellitus, kardiovaskulárne ochorenia, Slovensko

#### **Abstract**

Chronic (non-communicable) diseases represent a significant health, social, and economic burden in Slovakia. The aim of this paper is to highlight current epidemiological data on nutrition- and lifestyle-related diseases, particularly obesity, diabetes mellitus, cardiovascular diseases, hypertension, and cancer. Slovakia has a lower life expectancy than the European Union average and faces high rates of both preventable and treatable mortality. This unfavorable situation is largely attributable to behavioral risk factors, particularly smoking, excessive alcohol consumption, unhealthy dietary habits, physical inactivity, and obesity. These determinants are more prevalent among socially disadvantaged population groups. The available evidence supports the need for targeted preventive measures focusing on nutrition, physical activity, early diagnosis, and a more effective organization of healthcare services.

#### **Keywords:**

nutrition, prevention, obesity, diabetes mellitus, cardiovascular diseases, Slovakia

#### **Úvod**

Zdravotný stav obyvateľov Slovenska je v súčasnosti výrazne ovplyvnený chronickými (neprenosnými) ochoreniami, ktorých vznik a priebeh úzko súvisia so životným štýlom, výživou a sociálno-ekonomickými podmienkami. Slovensko má približne 5,4 milióna obyvateľov, a podobne ako väčšina krajín Európskej únie čelí postupnému starnutiu populácie. Tento demografický vývoj zvyšuje nároky na zdravotnú starostlivosť, dlhodobý manažment chronických ochorení a preventívne stratégie [6].

Chronické ochorenia spojené s výživou a životným štýlom patria medzi hlavné príčiny úmrtnosti, chorobnosti a invalidity na Slovensku. V roku 2022 boli kardiovaskulárne ochorenia vrátane ischemickej choroby srdca a cievnej mozgovej príhody spolu s onkologickými ochoreniami hlavnými príčinami úmrtí. Spoločne predstavovali viac ako dve tretiny všetkých úmrtí v krajine [6].

Kardiovaskulárne ochorenia patria k najvýznamnejším zdravotným hrozbám. Na Slovensku si ročne vyžadujú približne 25 000 úmrtí, pričom v roku 2021 bolo zaznamenaných 27 057 úmrtí súvisiacich s týmito ochoreniami [10]. Odhady Inštitútu pre zdravotné metriky a hodnotenie uvádzajú, že v roku 2021 žilo na Slovensku približne 650 000 ľudí s kardiovaskulárnym ochorením a viac ako 65 000 prípadov bolo novodiagnostikovaných. Avšak, prevencia kardiovaskulárnych ochorení je iba o 2 % vyššia ako priemer Európskej únie, incidencia je takmer o 25 % vyššia [6, 10]. Významným rizikovým faktorom kardiovaskulárnych ochorení je hypertenzia. Na Slovensku ňou trpí približne 40 % dospeléj populácie vo veku 30 - 79 rokov (obrázok 1), približne 68 % osôb s hypertenziou je diagnostikovaných a 59 % liečených, len okolo 30 % dosahuje cieľové hodnoty krvného tlaku pod 140/90 mmHg [9]. Tieto údaje svedčia o rezervách v dlhodobej kontrole ochorenia, adherencii k liečbe, manažmente rizikových faktorov a prevencii komplikácií.



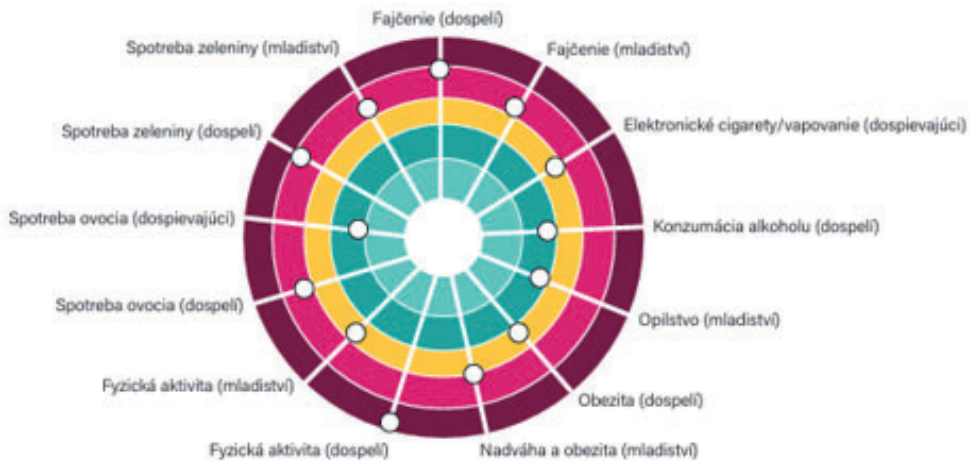
**Obrázok 1** Prevalencia hypertenzie na Slovensku v porovnaní s celosvetovým priemerom [9]

Onkologické ochorenia predstavujú ďalšiu významnú záťaž verejného zdravia na Slovensku. Podľa Onkologického profilu krajiny 2025 je incidencia aj úmrtnosť na zhubné nádory na Slovensku vyššia ako priemer Európskej únie, osobitne u mužov [5]. V roku 2022 bolo na Slovensku diagnostikovaných 30 913 nových prípadov rakoviny, z toho 16 698 u mužov a 14 215 u žien. Na onkologické ochorenia zomrelo 15 166 osôb. Najčastejším diagnostikovaným nádorom, pri zohľadnení oboch pohlaví, boli kolorektálny karcinóm, rakovina prsníka a prostaty [3].

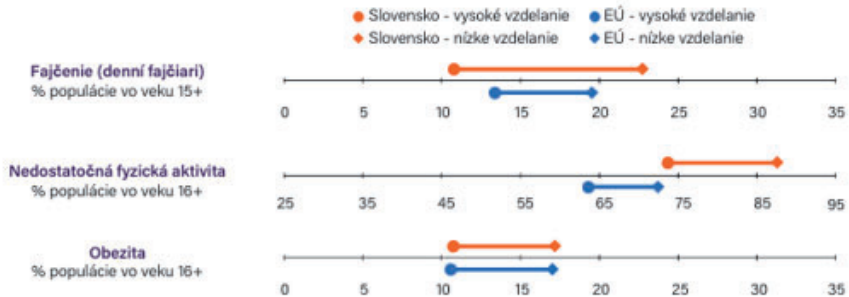
Diabetes mellitus predstavuje ďalšie chronické ochorenie s rastúcim významom. Ide o metabolické ochorenie charakterizované trvalou zvýšenou hladinou glukózy v krvi v dôsledku poruchy sekrécie alebo účinku inzulínu [2]. Diabetes mellitus 2. typu tvorí viac ako 90 % všetkých prípadov diabetu a je silne spojený s nadvädnosťou, obezitou, fyzickou inaktivitou a nezdravými stravovacími návykmi [2, 7, 8]. Na Slovensku bola v roku 2023 prevencia diabetes mellitus 1. typu 279 prípadov na 100 000 obyvateľov, zatiaľ čo pri diabetes mellitus 2. typu dosahovala 6 057 prípadov na 100 000 obyvateľov [7]. Výskyt pacientov s diabetes mellitus 2. typu narastá po 50. roku života, pričom najvyššie zastúpenie bolo pozorované u starších vekových skupinách [7].

## Výživa ako rizikový a preventívny faktor

Behaviorálne a environmentálne rizikové faktory sa podieľajú na viac ako tretine všetkých úmrtí na Slovensku [6]. Medzi najvýznamnejšie patria fajčenie, obezita, fyzická inaktivita, nevhodné stravovacie návyky, nadmerná konzumácia alkoholu a environmentálne faktory [4,5,6]. Tieto determinanty nepôsobia izolovane, ale často sa kumulujú, čím zvyšujú riziko viacerých chronických ochorení súčasne (obrázok 2).



Obrázok 2 Miera vybraných behaviorálnych rizikových faktorov na Slovensku [6]



Obrázok 3 Porovnanie miery rizikových faktorov vo vzťahu k úrovni dosiahnutého vzdelania [6]

Obezita je jedným z najvýznamnejších nutrične podmienených rizikových faktorov. V roku 2022 bolo obézných 17 % dospelých populácie Slovenska, čo predstavuje nárast oproti 14 % v roku 2017, a zároveň hodnotu vyššiu ako priemer Európskej únie (15 %) [6, 11]. Nárast bol výraznejší u mužov, u ktorých sa miera obezity medzi rokmi 2017 - 2022 zvýšila takmer o 30 %. Znepokojujúci je aj vývoj u adolescentov. Podiel 15-ročných s nadhmotnosťou alebo obezitou sa v rokoch 2010 - 2022 zdvojnásobil na 22 %, čo je mierne nad priemerom Európskej únie [6, 11].

Nízka konzumácia ovocia a zeleniny patrí medzi dôležité nutričné riziká. Iba približne polovica dospelých na Slovensku konzumovala ovocie a 48 % dospelých denne konzumovalo zeleninu, čo je menej ako priemer Európskej únie. U adolescentov je situácia ešte nepriaznivejšia. V roku 2022 uviedla dennú konzumáciu ovocia približne tretina 15-ročných a dennú konzumáciu zeleniny iba 30 % [6]. Nedostatočný príjem ovocia a zeleniny sa pritom spája s vyšším rizikom obezity, kardiometabolických porúch a niektorých onkologických ochorení.

Fyzická inaktivita predstavuje ďalší významný rizikový faktor. V roku 2022 sa len 17 % dospelých venovalo pohybovej aktivite viac ako trikrát týždenne, čo patrilo medzi najnižšie hodnoty v Európskej únii. Medzi 15-ročnými dosiahlo odporúčanú úroveň aspoň jednej hodiny fyzickej aktivity denne iba 16 % adolescentov [6]. V reakcii na tento stav bol schválený Národný akčný plán na podporu fyzickej aktivity na roky 2024 - 2030, ktorého cieľom je znížiť fyzickú inaktivitu dospelých aj dospievajúcich o 5 % do roku 2030 [6].

Rizikové faktory zároveň vykazujú výrazný sociálno-ekonomický gradient. Vyššia miera expozície sa vyskytuje najmä u obyvateľov z nižších socioekonomických skupín. V prípade nadhmotnosti je jej výskyt u žien s nižšou úrovňou vzdelania približne dvojnásobne vyšší ako u žien s vyšším vzdelaním [5]. Prevencia preto nemôže byť zameraná iba na individuálne odporúčania, ale musí zohľadňovať aj sociálne, ekonomické a environmentálne podmienky, v ktorých ľudia žijú.

## Dopad obezity, diabetes mellitus, kardiovaskulárnych a onkologických ochorení

Dopad chronických ochorení súvisiacich s výživou presahuje oblasť zdravotníctva. Obezita zvyšuje riziko diabetes mellitus 2. typu, hypertenzie, kardiovaskulárnych ochorení a viacerých typov onkologických ochorení. Zároveň znižuje kvalitu života a zvyšuje potrebu dlhodobej zdravotnej starostlivosti. U detí a adolescentov predstavuje nárast nadhmotnosti a obezity riziko skoršieho rozvoja metabolických porúch v dospelosti.

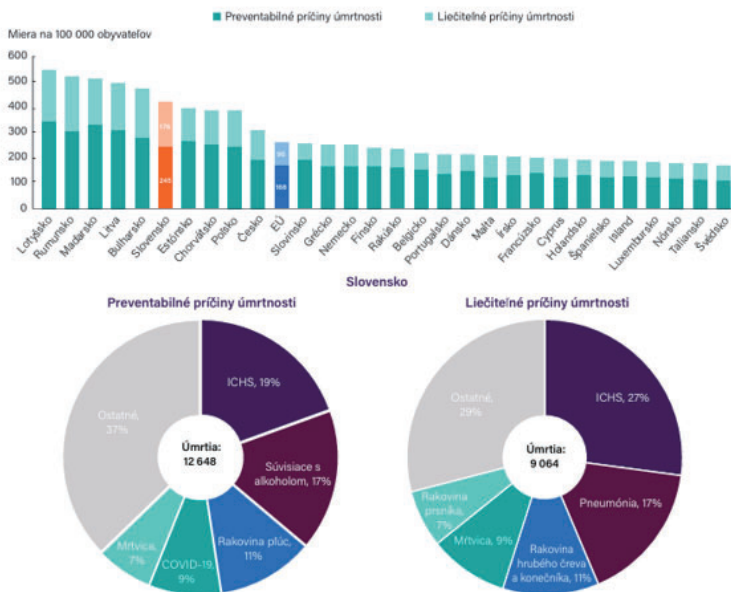
Diabetes mellitus je spojený s vysokou záťažou komplikácií, potrebou dlhodobého manažmentu a zvýšenou mortalitou. Diabetes mellitus 2. typu je pritom významne ovplyvniteľný preventívnymi opatreniami zameranými na zdravé stravovanie, primeranú telesnú hmotnosť a pravidelnú fyzickú aktivitu [2, 7, 8]. Regionálne rozdiely v prevalencii diabetu na Slovensku odôvodňujú presnejšie celenie preventívnych intervencií. Najvyššia prevalencia diabetes mellitus 2. typu na Slovensku bola zaznamenaná v Košickom kraji, najnižšia v Bratislavskom kraji [7].

Kardiovaskulárne ochorenia sú dôsledkom kombinácie viacerých rizikových faktorov, medzi ktoré patria hypertenzia, obezita, fajčenie, nevhodná strava a nedostatok pohybu [1, 6]. Vzhľadom na vysokú incidenciu a mortalitu patria medzi hlavné priority verejného zdravia. Významná časť kardiovaskulárnej záťaže je ovplyvniteľná úpravou životného štýlu, včasnou diagnostikou a účinnou zdravotnou starostlivosťou [1, 4, 6].

Onkologické ochorenia majú výrazné zdravotné, spoločenské aj ekonomické dôsledky. Zvyšujú výdavky na zdravotnú starostlivosť, znižujú produktivitu práce a negatívne ovplyvňujú kvalitu života pacientov aj ich rodín [5]. Vysoká úmrtnosť na Slovensku súvisí okrem iného s neskorým záchytnom ochorení, regionálnymi rozdielmi v dostupnosti zdravotnej starostlivosti a nedostatočným využívaním skríningových programov [5, 6]. Rizikové faktory vrátane fajčenia, alkoholu, obezity, nízkej fyzickej aktivity a nedostatočnej konzumácie ovocia a zeleniny zároveň významne prispievajú k onkologickej záťaži populácie [4, 5, 6].

## Význam prevencie a verejnozdravotných opatrení

Údaje o preventabilnej a liečiteľnej úmrtnosti (obrázok 4) ukazujú, že Slovensko má značný priestor na zlepšenie v oblasti prevencie, včasnej diagnostiky a efektívnej liečby. V roku 2022 bola preventabilná úmrtnosť na Slovensku takmer dvojnásobne vyššia ako priemer Európskej únie a úmrtnosť z liečiteľných príčin bola o 50 % vyššia [6]. Medzi hlavné príčiny preventabilnej úmrtnosti patrili ischemická choroba srdca, úmrtia súvisiace s konzumáciou alkoholu a rakovina pľúc. Tieto ochorenia sú do veľkej miery ovplyvniteľné životným štýlom, najmä fajčením, konzumáciou alkoholu a stravovacími návykmi [4, 5, 6].



Obrázok 4 Preventabilné a liečiteľné príčiny úmrtnosti na Slovensku za rok 2022 [6]

Prevenencia nutrične podmienených ochorení musí byť dlhodobá a viacúrovňová. Na individuálnej úrovni zahŕňa podporu zdravej výživy, primeranej telesnej hmotnosti, pravidelnej fyzickej aktivity a obmedzenia fajčenia a konzumácie alkoholu. Na populačnej úrovni si vyžaduje opatrenia zamerané na dostupnosť nutrične hodnotných potravín, školské a komunitné intervenčné programy, podporu pohybu, zlepšenie zdravotnej gramotnosti a prácu so zraniteľnými skupinami. Legislatívne a verejnosť zdravotné opatrenia dopĺňajú individuálne intervencie (napr. Národný akčný plán na kontrolu tabaku, daň na sladené nápoje a Národný akčný plán na podporu fyzickej aktivity na roky 2024 – 2030) [5, 6]. V oblasti onkologických ochorení má osobitný význam posilnenie populačných skríningových programov pre rakovinu prsníka, krčka maternice a kolorektálny karcinóm, ako aj zlepšenie zberu a využívania zdravotných údajov [6]. Prevencia by mala byť prepojená s primárnou zdravotnou starostlivosťou, verejným zdravotníctvom, školami, pracoviskami a komunitnými službami. Vzhľadom na sociálne nerovnosti v zdraví je nevyhnutné, aby preventívne programy neoslovovali len motivovaných jednotlivcov, ale aby boli dostupné aj pre populácie s nižším vzdelaním, nižším príjmom a horším prístupom k zdravotným službám.

## Záver

Aktuálne epidemiologické údaje ukazujú, že Slovensko čelí vysokej záťaži chronických ochorení, ktoré úzko súvisia s výživou, životným štýlom a sociálno-ekonomickými determinantami zdravia. Kardiovaskulárne, onkologické ochorenia, diabetes mellitus, hypertenzia a obezita patria medzi hlavné zdravotné problémy populácie a významne prispievajú k úmrtnosti, chorobnosti, invalidite a rastúcim nárokom na zdravotný systém. Výživa predstavuje v tomto kontexte nielen rizikový, ale aj preventívny faktor. Nízka konzumácia ovocia a zeleniny, nadhmotnosť, obezita a fyzická inaktivita patria medzi modifikovateľné faktory, ktorých ovplyvnenie môže znižovať záťaž chronických ochorení. Vysoká preventabilná a liečiteľná úmrtnosť zároveň potvrdzuje význam včasného záchytu, kontroly rizikových faktorov a dostupnej zdravotnej starostlivosti.

Budúce verejnosť zdravotné stratégie by mali prepájať podporu zdravej výživy, pravidelnej pohybovej aktivity, preventívnych skríningových programov, zdravotnej gramotnosti a sociálne citlivých preventívnych opatrení. Takýto prístup môže prispieť nielen k zníženiu výskytu ochorení, ale aj k obmedzeniu ich dopadu na kvalitu života obyvateľov Slovenska a udržateľnosť zdravotného systému.

## PodĎakovanie:

Práca vznikla za podpory projektov VEGA 1/0357/26 a KEGA 0295PU-4/2026.

## Kontaktná adresa:

Ing. Zuzana Kňazická, PhD. (VKS IIa) Ústav výživy a genomiky, FAPZ SPU v Nitre, Tr. Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika; e-mail: zuzana.knazicka@uniag.sk

## Literatúra:

1. Adhikary, D., Barman, S., Ranjan, R., et al. (2022). A Systematic Review of Major Cardiovascular Risk Factors: A Growing Global Health Concern. *Cureus*, 14(10): e30119. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9644238/>
2. Antar, S.A., Ashour, N.A., Sharaky, M., et al. (2023). Diabetes mellitus: Classification, mediators, and complications; A gate to identify potential targets for the development of new effective treatments. *Biomedicine and pharmacoterapie*, 168: 115734. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.115734>
3. International Agency for Research on Cancer. (2024). Slovakia: Global Cancer Observatory, GLOBOCAN 2022. Dostupné z: <https://gco.iarc.who.int/media/globocan/factsheets/populations/703-slovakia-fact-sheet.pdf>
4. OECD/European Observatory on Health Systems and Policies. (2023). Slovakia: Country Health Profile 2023. State of Health in the EU. Dostupné z: <https://eurohealthobservatory.who.int/publications/m/slovakia-country-health-profile-2023>
5. OECD/European Commission. (2025). EU Country Cancer Profile: Slovak Republic 2025. OECD Publishing. Dostupné z: <https://doi.org/10.1787/e40472f4-en>
6. OECD. (2025). Country Health Profile 2025: Slovak Republic. Dostupné z: [https://www.oecd.org/en/publications/country-health-profile-2025-country-notes\\_c0e8b8be-en/slovak-republic\\_02c29a7f-en.html](https://www.oecd.org/en/publications/country-health-profile-2025-country-notes_c0e8b8be-en/slovak-republic_02c29a7f-en.html)
7. Shaparets, A., Rybanska, V., Smatana, M. (2025). Diabetes mellitus na Slovensku: Epidemiologický prehľad incidencie, prevalence, terapeutických prístupov a ekonomických nákladov. Inštitút zdravotných analýz. Dostupné z: <https://analyzy.gov.sk/analyzy/analyzy/podla-rezortov/institut-zdravotnych-analyz/2025/diabetes-mellitus-slovensku-epidemiologicky-prehľad-incidencie-prevalencie-terapeutickych-pristupov-ekonomickych-naklad.html>
8. World Health Organization. (2024). Diabetes. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diabetes>
9. World Health Organization. (2023). Hypertension Slovakia 2023 country profile. Dostupné z: <https://www.who.int/publications/m/item/hypertension-svk-2023-country-profile>
10. World Heart Federation. (n.d.). Slovakia Cardiovascular Health Data & Statistics. World Heart Observatory. Dostupné z: <https://world-heart-federation.org/world-heart-observatory/countries/slovakia/>
11. World Obesity Federation. (2023). Slovakia. Global Obesity Observatory. Dostupné z: <https://data.worldobesity.org/country/slovakia-193/>

## NUTRIČNÁ PODPORA PRI VYBRANÝCH TYPOCH ALOPÉCIE

**Zuzana Skupeňová, Katarína Fatrcová-Šramková, Zuzana Kňazická**

Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

Alopécia predstavuje multifaktoriálne ochorenie, ktorého vznik a priebeh ovplyvňujú genetické, hormonálne, zdravotné, environmentálne a nutričné faktory. Výživa zohráva významnú úlohu v regulácii vlasového cyklu a zdraví vlasových folikulov.

Cieľom práce bolo zhodnotiť význam výživy v prevencii vzniku a pri podpore liečby vybraných foriem alopécie. Práca je spracovaná formou prehľadovej štúdie založenej na analýze súčasných vedeckých poznatkov o úlohe makroživín, mikroživín a nutričných intervencií vo vzťahu ku zdraviu vlasov.

Dostupné dôkazy poukazujú na význam dostatočného príjmu bielkovín, esenciálnych mastných kyselín, vitamínov a minerálnych látok pre správnu funkciu vlasových folikulov a reguláciu vlasového cyklu. Nedostatok vybraných živín, najmä železa, zinku, selénu, vitamínu D a vitamínov skupiny B, môže prispievať k rozvoju viacerých foriem alopécie. Súčasné poznatky zároveň naznačujú potenciálny prínos cielenej nutričnej intervencie a suplementácie u pacientov s preukázaným deficitom živín. Individualizovaný prístup založený na hodnotení nutričného stavu a celkového zdravotného stavu pacienta môže predstavovať významnú súčasť komplexného manažmentu alopécie.

### Kľúčové slová:

alopécia, výživa, makroživiny, mikroživiny, vlasový folikul, nutričná terapia.

### Podakovanie:

Práca vznikla v rámci riešenia projektu VEGA 1/0357/26 a KEGA 029SPU-4/2026.

### Literatúra:

Literatúra je u autorky.



## VPLYV KALISTENICKÉHO CVIČENIA NA VYBRANÉ PARAMETRE TELESNÉHO ZLOŽENIA A LIPIDOVÝ PROFIL ŽIEN S NADHMOTNOSŤOU A OBEZITOU

Mariana Schwarzová<sup>1,3</sup>, Katarína Fatrcová-Šramková<sup>2</sup>, Edita Podaná<sup>3</sup>, Jana Ufnárová<sup>3</sup>, František Hanis<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom v Nitre, SR

<sup>2</sup>Ústav výživy a genomiky, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, SR

<sup>3</sup>Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom vo Svidníku, SR

<sup>4</sup>Nemocnica s poliklinikou Svidník, Oddelenie fyziatrie, balneológie a liečebnej rehabilitácie, SR

### Úvod

V súčasnosti si technologický pokrok podmanil každodenný život ľudí a prispel k rozšíreniu sedavého spôsobu života. Ľudia všetkých vekových kategórií čoraz viac využívajú moderné technológie, ktoré nahrádzajú mnohé činnosti, ktoré boli v minulosti vykonávané vlastnou fyzickou silou. Tento trend vedie k znižovaniu úrovne pohybovej aktivity a prináša so sebou množstvo zdravotných problémov súvisiacich s nedostatkom pravidelného pohybu.

Cvičenie bolo definované ako fyzické aktivity plánované na zvýšenie fyzickej výkonnosti a zlepšenie duševného zdravia (Chattu et al., 2019). Účelom cvičenia je zrýchliť metabolizmus, posilniť svaly, spaľovať tuky, zvýšiť flexibilitu kĺbov a zlepšiť kvalitu spánku (Avdičová, 2012).

Cieľom našej práce bolo analyzovať a vyhodnotiť zmeny vybraných antropometrických a biochemických parametrov vplyvom pravidelnej pohybovej aktivity u žien za obdobie rokov 2023 – 2025. Osobitnú pozornosť sme venovali lipidovému profilu.

### Metodika

Súbor tvorilo 59 žien vo veku od 27 do 71 rokov (priemerný vek  $56,98 \pm 8,31$  rokov) s diagnostikovanou nadhmotnosťou alebo obezitou (% telesného tuku > 28; hladina viscerálneho tuku > 10; index telesnej hmotnosti > 25 kg.m<sup>-2</sup>). Účastníčky absolvovali 2-krát do týždňa 60 minút funkčný tréning pod vedením fyzioterapeuta po dobu 3 mesiacov, kurz pohybovej aktivity sa konal 3x do roka v mesiacoch január – marec, apríl – jún, september – november v období rokov 2023 – 2025 na Regionálnom úrade verejného zdravotníctva so sídlom vo Svidníku vo vlastnej telocvični / posilňovni. Telesné zloženie bolo merané prístrojom InBody 270 (Biospace, Korea), lipidový profil biochemickým analyzátorom Afinion2TM (Abbott Diagnostics, USA) a hladina glukózy glukomerom Wellion Luna duo (Med Trust, Austria) pred začiatkom a po skončení kurzu v Poradni zdravia RÚVZ so sídlom vo Svidníku.

Na štatistické spracovanie a analyzovanie zistených údajov sme použili program Statistica cz. verzia 10 a Microsoft Office Excel. Kolmogorov-Smirnov test sme použili na posúdenie normality dát, homogenita rozptylu bola posúdená F-testom. Jednofaktorová ANOVA bola použitá pre stanovenie časového efektu, delta hodnota vypočítaná ako [% Δ: (12 týždňov – východiskový stav / východiskový stav) x 100]. Porovnanie zmeny v jednotlivých rokoch medzi východiskovým stavom a na konci kurzu bolo vyhodnotené párovým t-testom. Znamienkový test bol použitý pre porovnanie nárastu / poklesu. Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

### Výsledky

Súbor tvorilo 59 žien vo veku od 27 do 71 rokov (priemerný vek  $56,98 \pm 8,31$  rokov) s diagnostikovanou nadhmotnosťou alebo obezitou (priemerné % telesného tuku:  $41,49 \pm 5,37$ ; priemerná hladina viscerálneho tuku:  $12,44 \pm 4,18$ ; priemerný index telesnej hmotnosti:  $30,64 \pm 4,07$  kg.m<sup>-2</sup>). Významný rozdiel medzi vstupnými hodnotami medzi rokmi sme zaznamenali iba v hladine viscerálneho tuku, kedy v roku 2023 bola identifikovaná najnižšia priemerná vstupná hodnota ( $p = 0,003$ ) (Tab. 1).

Tabuľka 1 Základná charakteristika súboru

| Parameter          | 2023           | 2024           | 2025           | ANOVA |
|--------------------|----------------|----------------|----------------|-------|
|                    | n = 21         | n = 22         | n = 16         |       |
| vek (rokov)        | 55,81 ± 7,47   | 55,82 ± 7,47   | 60,13 ± 7,75   | 0,210 |
| výška (cm)         | 163,19 ± 12,77 | 164,14 ± 12,81 | 162,97 ± 12,77 | 0,747 |
| TH (kg)            | 84,06 ± 14,94  | 81,90 ± 13,49  | 79,38 ± 10,57  | 0,575 |
| BMI (kg.m-2)       | 31,45 ± 4,21   | 30,44 ± 4,27   | 29,87 ± 3,66   | 0,492 |
| SMM (kg)           | 24,79 ± 2,03   | 26,31 ± 2,87   | 26,14 ± 2,49   | 0,108 |
| BFM (%)            | 43,51 ± 4,79   | 40,78 ± 5,44   | 39,80 ± 5,49   | 0,082 |
| VFA                | 10,48 ± 2,09a  | 12,41 ± 4,09b  | 15,06 ± 5,07b  | 0,003 |
| obvod pásu (cm)    | 99,86 ± 9,97   | 98,68 ± 10,78  | 96,69 ± 9,10   | 0,639 |
| WHR                | 0,88 ± 0,04    | 0,87 ± 0,08    | 0,88 ± 0,06    | 0,992 |
| WHtR               | 0,61 ± 0,05    | 0,61 ± 0,09    | 0,59 ± 0,05    | 0,650 |
| GLU (mmol.l-1)     | 6,06 ± 0,82    | 5,93 ± 0,29    | 6,10 ± 0,87    | 0,724 |
| TC (mmol.l-1)      | 5,48 ± 1,13    | 5,43 ± 1,07    | 5,16 ± 0,70    | 0,599 |
| HDL-c (mmol.l-1)   | 1,77 ± 0,45    | 1,76 ± 0,36    | 1,89 ± 0,39    | 0,543 |
| LDL-c (mmol.l-1)   | 2,52 ± 1,09    | 2,69 ± 0,82    | 2,37 ± 0,84    | 0,563 |
| TG (mmol.l-1)      | 2,77 ± 1,27    | 2,69 ± 1,14    | 1,99 ± 0,51    | 0,070 |
| non-HDL (mmol.l-1) | 3,71 ± 1,18    | 3,68 ± 1,14    | 3,27 ± 0,84    | 0,422 |
| sTK (mmHg)         | 128,67 ± 11,81 | 132,23 ± 14,17 | 130,69 ± 11,76 | 0,658 |
| dTK (mmHg)         | 82,38 ± 6,04   | 80,64 ± 10,87  | 79,00 ± 9,45   | 0,528 |

Vysvetlivky: TH – telesná hmotnosť, BMI – index telesnej hmotnosti, SMM – hmotnosť kostrového svalstva, BFM – percento tuku v tele, VFA – hladina viscerálneho tuku, WHR – pomer pás/boky, WHtR – pomer pás/výška; GLU – glukóza, TC – celkový cholesterol, HDL-c – HDL cholesterol, LDL-c – LDL cholesterol, TG – triacylglyceroly, non-HDL – non-HDL cholesterol, sTK – systolický krvný tlak, dTK – diastolický krvný tlak; indexy abc – ANOVA signifikantné rozdiely.

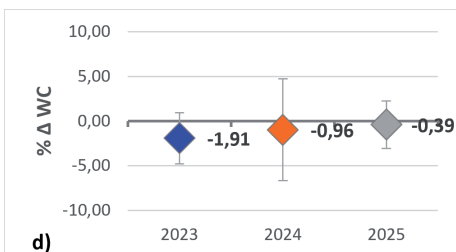
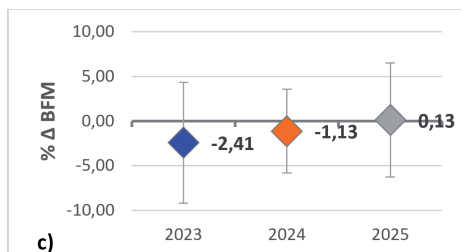
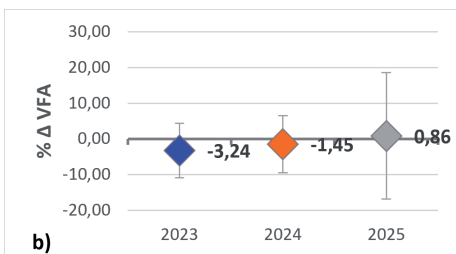
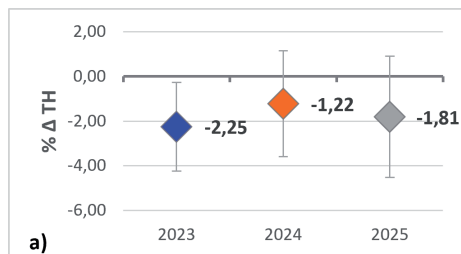
Po skončení kurzu sme zaznamenali významný pokles telesnej hmotnosti vo všetkých sledovaných rokoch; pokles podielu telesného tuku; útrobného tuku a obvodu pásu v rokoch 2023 a 2024, avšak iba v roku 2023 štatisticky významný ( $p < 0,05$ ). Nárast svalovej hmoty sme zaznamenali v roku 2023 (Tab. 2).

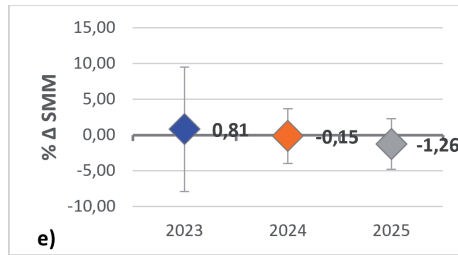
Tabuľka 2 Parametre telesného zloženia pred a po skončení kurzu pohybovej aktivity v rokoch 2023 – 2025.

| Parameter       | 2023                |         | p     | 2024                |         | p     | 2025                |        | p     |
|-----------------|---------------------|---------|-------|---------------------|---------|-------|---------------------|--------|-------|
|                 | pred                | po      |       | pred                | po      |       | pred                | po     |       |
| TH (kg)         | 84,06               | 82,17   | 0,001 | 81,90               | 80,90   | 0,019 | 79,38               | 77,94  | 0,027 |
|                 | ± 14,94             | ± 13,95 |       | ± 13,49             | ± 13,75 |       | ± 10,57             | ± 9,21 |       |
| VFA             | 10,48               | 10,14   | 0,049 | 12,41               | 12,23   | 0,427 | 15,06               | 15,19  | 0,802 |
|                 | ± 2,09 <sup>a</sup> | ± 2,10  |       | ± 4,09 <sup>b</sup> | ± 4,14  |       | ± 5,07 <sup>b</sup> | ± 3,49 |       |
| BFM (%)         | 43,51               | 42,46   | 0,103 | 40,78               | 40,32   | 0,270 | 39,80               | 39,85  | 0,935 |
|                 | ± 4,79              | ± 5,16  |       | ± 5,44              | ± 5,49  |       | ± 5,49              | ± 4,00 |       |
| obvod pásu (cm) | 99,86               | 97,95   | 0,001 | 98,68               | 97,73   | 0,386 | 96,69               | 96,31  | 0,573 |
|                 | ± 9,97              | ± 8,94  |       | ± 10,78             | ± 10,68 |       | ± 9,10              | ± 7,96 |       |
| SMM (kg)        | 24,79               | 24,99   | 0,673 | 26,31               | 26,27   | 0,845 | 26,14               | 25,81  | 0,150 |
|                 | ± 2,03              | ± 2,75  |       | ± 2,87              | ± 2,79  |       | ± 2,49              | ± 2,57 |       |

Vysvetlivky: údaje vyjadrené ako priemer ± smerodajná odchýlka; TH – telesná hmotnosť, VFA – hladina viscerálneho tuku, BFM – percento tuku v tele, SMM – hmotnosť kostrového svalstva.

Pri porovnaní zmien parametrov telesného zloženia medzi rokmi 2023 – 2025 sme zistili odlišný trend v roku 2025, kedy sme zaznamenali napriek očakávaniam nárast hladiny viscerálneho tuku, podielu celkového telesného tuku, najnižší pokles obvodu pásu a pokles množstva svalovej hmoty v porovnaní s rokmi 2023 a 2024. Rozdiely medzi rokmi neboli štatisticky významné (Obr. 1 b), c), d), e)). Nepriaznivým zistením je predovšetkým nárast hladiny viscerálneho tuku po skončení kurzu práve v roku 2025, kedy sme identifikovali signifikantne najvyššie vstupné hodnoty tohto parametra ( $p = 0,003$ ) (Tab. 2).





**Obrázok 1** Zmeny parametrov telesného zloženia v rokoch 2023 – 2025.

Identifikovali sme odchýlku od fyziologických hodnôt v parametroch lipidového profilu pred začiatkom kurzu (celkový cholesterol, LDL cholesterol, non-HDL cholesterol a triacylglyceroly). Hodnoty celkového cholesterolu sa významne znížili v porovnaní s počiatočnými hodnotami v rokoch 2023 a 2025 ( $p < 0,05$ ). Po skončení kurzu sme zaznamenali pozitívnu zmenu parametrov lipidového profilu, hodnoty triacylglycerolov sa znížili v rokoch 2023 a 2024, ale zostali v pásme nad normou (Tab. 3).

**Tabuľka 3** Parametre lipidového profilu a glukóza pred a po skončení kurzu pohybovej aktivity v rokoch 2023 – 2025.

| Parameter          | 2023       |            | $p$       | 2024       |            | $p$       | 2025       |            | $p$       |
|--------------------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|
|                    | pred       | po         | $t$ -test | pred       | po         | $t$ -test | pred       | po         | $t$ -test |
| TC (mmol.l-1)      | 5,48       | 5,13       | 0,054     | 5,43       | 5,09       | 0,105     | 5,16       | 4,84       | 0,029     |
|                    | $\pm 1,13$ | $\pm 0,71$ |           | $\pm 1,07$ | $\pm 1,14$ |           | $\pm 0,70$ | $\pm 0,73$ |           |
| HDL-c (mmol.l-1)   | 1,77       | 1,51       | 0,001     | 1,76       | 1,73       | 0,664     | 1,89       | 1,80       | 0,109     |
|                    | $\pm 0,45$ | $\pm 0,39$ |           | $\pm 0,36$ | $\pm 0,35$ |           | $\pm 0,39$ | $\pm 0,34$ |           |
| LDL-c (mmol.l-1)   | 2,52       | 2,34       | 0,435     | 2,69       | 2,31       | 0,019     | 2,37       | 2,06       | 0,025     |
|                    | $\pm 1,09$ | $\pm 0,70$ |           | $\pm 0,82$ | $\pm 1,02$ |           | $\pm 0,84$ | $\pm 0,79$ |           |
| TG (mmol.l-1)      | 2,77       | 2,52       | 0,613     | 2,69       | 2,36       | 0,387     | 1,99       | 2,17       | 0,269     |
|                    | $\pm 1,27$ | $\pm 1,40$ |           | $\pm 1,14$ | $\pm 1,26$ |           | $\pm 0,51$ | $\pm 0,61$ |           |
| non-HDL (mmol.l-1) | 3,71       | 3,50       | 0,120     | 3,68       | 3,35       | 0,118     | 3,27       | 3,04       | 0,052     |
|                    | $\pm 1,18$ | $\pm 0,90$ |           | $\pm 1,14$ | $\pm 1,12$ |           | $\pm 0,84$ | $\pm 0,88$ |           |
| GLU (mmol.l-1)     | 6,06       | 6,14       | 0,689     | 5,93       | 5,69       | 0,036     | 6,10       | 6,14       | 0,849     |
|                    | $\pm 0,82$ | $\pm 0,53$ |           | $\pm 0,29$ | $\pm 0,52$ |           | $\pm 0,87$ | $\pm 1,22$ |           |

*Vysvetlivky: údaje vyjadrené ako priemer  $\pm$  smerodajná odchýlka; TC – celkový cholesterol, HDL-c – HDL cholesterol, LDL-c – LDL cholesterol, TG – triacylglyceroly, non-HDL – non-HDL cholesterol, GLU – glukóza.*

Pri porovnaní zmien po skončení kurzu medzi rokmi 2023 – 2025 sme zistili štatisticky významný najvyšší pokles HDL – cholesterolu v roku 2023 ( $p = 0,006$ ), vo všetkých sledovaných rokoch sme zaznamenali pokles tohto parametra (2023: -14,69 %; 2024: -1,70 %; 2025: -4,76 %) (Obr. 2 b)), čo bolo v rozpore s očakávaniami. V súlade s očakávaniami je pokles celkového cholesterolu, LDL cholesterolu a triacylglycerolov vo všetkých rokoch. Medzi rokmi sme nezaznamenali štatisticky významné rozdiely, aj keď najvyššie poklesy sme zaznamenali v roku 2024.



Obrázok 2 Zmena parametrov lipidového profilu a glukózy v rokoch 2023 – 2025.

## Diskusia

Naša štúdia preukázala, že trojmesačný kalistenický program významne zlepšil viaceré ukazovatele kardiometabolického zdravia u žien so sedavým spôsobom života. Intervenčná skupina dosiahla signifikantné zníženie telesnej hmotnosti, množstva viscerálneho a celkového telesného tuku, ako aj koncentrácie celkového cholesterolu, triacylglycerolov a LDL cholesterolu. Tieto výsledky potvrdzujú, že pravidelné kalistenické cvičenie predstavuje účinnú nefarmakologickú intervenciu, ktorá môže priaznivo ovplyvniť telesné zloženie aj metabolické zdravie.

Naše zistenia sú v súlade s publikovanými štúdiami, ktoré preukázali, že pravidelná pohybová aktivita vedie k redukcii telesného a viscerálneho tuku, zlepšeniu lipidového profilu a zníženiu kardiometabolického rizika (Clifton, 2019; Smart et al., 2025). Podobné účinky boli zaznamenané aj pri kalistenických programoch a vysokointenzívnom intervalovom tréningu, ktoré okrem zlepšenia telesného zloženia prispievajú aj k zvýšeniu inzulínovej senzitivity a zlepšeniu metabolických parametrov (Kong et al., 2022; Salam et al., 2025). Redukcia viscerálneho tuku patrí medzi najvýznamnejšie klinické prínosy našej intervencie, keďže práve viscerálna adipozita úzko súvisí s rozvojom metabolického syndrómu, diabetu 2. typu a kardiovaskulárnych ochorení (Dupuit et al., 2022). Aj relatívne malé zníženie viscerálneho tuku môže byť spojené s priaznivými metabolickými zmenami.

Aj keď sme zaznamenali priaznivé zmeny lipidového profilu, rozsah zmien jednotlivých parametrov nebol rovnaký. Toto zistenie korešponduje s literatúrou, podľa ktorej sú triacylglyceroly citlivejším markerom účinku pohybovej aktivity, zatiaľ čo zmeny LDL cholesterolu a celkového cholesterolu bývajú menej konzistentné a závisia aj od redukcie telesnej hmotnosti, energetického výdaja a stravovacích návykov (Kraus et al., 2002; Madan a Sawhney, 2024). Skutočnosť, že sme napriek relatívne krátkej intervencii zaznamenali významné zlepšenie viacerých lipidových parametrov, podporuje predpoklad, že pravidelné kalistenické cvičenie môže mať priaznivý metabolický účinok aj bez špeciálneho technického vybavenia.

Na rozdiel od lipidových parametrov sa hladina glukózy nalačno významne nezmenila. Tento výsledok pravdepodobne odráža vysokú biologickú variabilitu glykémie nalačno, ktorá obmedzuje jej využiteľnosť pri hodnotení krátkodobých intervencií. Viacerí autori preto odporúčajú hodnotiť dlhodobú glykemickú kontrolu prostredníctvom glykovaného hemoglobínu (HbA1c), ktorý citlivejšie zachytáva účinok pohybových a nutričných intervencií (Nathan et al., 2009; Rabiee et al., 2024). Zaradenie tohto ukazovateľa by mohlo zvýšiť výpovednú hodnotu budúcich výskumov.

Z pohľadu verejného zdravia majú naše výsledky osobitný význam vzhľadom na vysokú prevalenciu sedavého spôsobu života u dospelých žien. Kalistenické cvičenie je dostupnou, finančne nenáročnou a jednoducho realizovateľnou formou pohybovej aktivity, ktorú možno implementovať do preventívnych programov bez potreby špecializovaného vybavenia. Tieto poznatky podporujú odporúčania Svetovej zdravotníckej organizácie zdôrazňujúce význam pravidelnej pohybovej aktivity pri prevencii chronických neinfekčných ochorení (WHO, 2020, 2024).

Silnou stránkou štúdie je hodnotenie viacerých antropometrických aj biochemických ukazovateľov po štandardizovanom trojmesačnom intervenčnom programe. Medzi limitácie patrí relatívne krátke trvanie intervencie, absencia podrobnej kontroly stravovacích návykov a nehodnotenia HbA1c alebo ďalších markerov inzulínovej rezistencie. Budúce štúdie by preto mali overiť dlhodobý účinok kalistenického cvičenia, jeho kombináciu s nutričnými intervenciami a doplniť komplexnejšie hodnotenie metabolických biomarkerov.

## Záver

Pravidelná fyzická aktivita modifikovala parametre telesného zloženia a lipidový profil, čo poukazuje na pozitívny vplyv fyzickej aktivity u žien vo všetkých vekových kategóriách s kardiovaskulárnymi rizikovými faktormi s nadhmotnosťou alebo obezitou. Trojmesačný kalistenický program predstavuje účinnú, bezpečnú a ekonomicky dostupnú intervenciu na zlepšenie telesného zloženia a vybraných parametrov lipidového metabolizmu u žien so sedavým spôsobom života. Pre priaznivejšie zmeny krvných lipidov a telesnej konštitúcie zvlášť u obéznych osôb odporúčame ako nevyhnutnú súčasť programov pohybovej aktivity výživovú intervenciu kontrolovanú napr. sledovaním glykovaného hemoglobínu a triacylglycerolov. Výsledky podporujú využitie pravidelnej pohybovej aktivity ako základnej súčasti prevencie kardiometabolických ochorení a poukazujú na potenciál kalisteniky ako vhodnej formy pohybovej intervencie v klinickej aj komunitnej praxi.

## Podakovanie:

*Práca vznikla v rámci podpory projektu KEGA 029SPU-4/2026.*

## Literatúra

1. AVDIČOVÁ, M., et al. *Monitorovanie rizikových faktorov chronických chorôb v SR. Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom v Banskej Bystrici za podpory Svetovej zdravotníckej organizácie–regionálnej úradovne v Kodani*, 2012. ISBN 978–80–971096–0–8.
2. CLIFTON, P. M. *Diet, exercise and weight loss and dyslipidaemia. Pathology*, 2019, 51.2: 222–226.
3. DUPUIT, M., et al. *Effect of concurrent training on body composition and gut microbiota in postmenopausal women with overweight or obesity. Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2022, 54.3: 517–529.
4. CHATTU, V. K., et al. *The global problem of insufficient sleep and its serious public health implications. Healthcare*, 2019, 7(1), 1. <https://doi.org/10.3390/healthcare7010001>
5. KONG, N., et al. *Calisthenics exercises to intervene in obesity and diabetes in middle-aged people. Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 2022, 28.2: 85–88.
6. KRAUS, W. E., et al. *Effects of the amount and intensity of exercise on plasma lipoproteins. New England Journal of Medicine*, 2002, 347.19: 1483–1492.
7. NATHAN, D. M., et al. *International Expert Committee report on the role of the A1C assay in the diagnosis of diabetes. Diabetes care*, 2009, 32.7: 1327–1334. DOI: 10.2337/dc09-9033.
8. RABIEE, M., et al. *The effect of Mediterranean diet and high-intensity interval training on lipid profile and HbA1c level among overweight and obese female population. International Journal of Nutrition Sciences*, 2024, 9.2: 132–138.
9. SALAM, F. Y. M. A.-E., et al. *Calisthenics Exercise Versus High-Intensity Interval Training on Health-Related Outcomes in Non-Alcoholic Fatty Liver Patients: a Comparative Study. Bulletin of Rehabilitation Medicine*, 2025, 24.2.
10. SMART, N. A., et al. *The effect of exercise training on blood lipids: a systematic review and meta-analysis. Sports Medicine*, 2025, 55.1: 67–78.
11. WHO. *Physical activity. World Health Organization*, 2024. Dostupné na: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
12. WHO. *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. World Health Organization*, 2020. Dostupné na: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>

## VYUŽITÍ ADAPTOGENNÍCH BYLIN V POTRAVINÁŘSTVÍ

Pavla Novotná<sup>1</sup>, Eliška Kovářiková<sup>1</sup>, Jan Strohalm<sup>1</sup>, Milan Houška<sup>1</sup>, Jana Rysová<sup>1</sup>, Roman Pavela<sup>1</sup>,  
Naděžda Vrchotová<sup>2</sup>, Jan Bednář<sup>2</sup>, Jan Tříška<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v. v. i. (CARC), Praha

<sup>2</sup>Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i. (ÚVGZ), Brno

### ÚVOD

Adaptogenní byliny jsou léčivé rostliny, které díky obsahu bioaktivních sekundárních metabolitů podporují schopnost organismu lépe zvládat stresovou zátěž. Pomáhají zmírňovat únavu, posilují odolnost a přispívají k obnovení vnitřní rovnováhy. K nejznámějším patří bazalka posvátná, klanopraška čínská, kozinec blanitý a parcha saflorová.

### MATERIÁL A METODY

#### Příprava homogenátu z bylin

Jednodruhové byliny byly opláchnuty pitnou vodou a osušeny. Dále byly odrhnuty listy, případně květy a takto připravená hmota byla mixována s přidavkem vody a vitamínu C. Homogenát byl rozplněn do PA/PE nebo PET/AL/PE sáčků a ošetřen vysokým tlakem (400 MPa po dobu 10 minut).

V částech rostlin byly stanoveny účinné látky. U bazalky, šalvěje a agastache jsme se zaměřili na rozmarýnovou kyselinu; u kozince jsme stanovovali např. astragalosidy a isoflavonoidy (formononetin, calycosin, ononin a jejich deriváty). Z bazalky byly získávány esenciální oleje a v nich stanoveny terpeny. U klanoprašky (sušené plody a dřevo) byly analyzovány schizandryny, schizandrol a gomisiny.

#### Příprava potravin s homogenátem

Homogenát z bylin byl využit k přípravě různých potravin. Byl přidáván do želatinových nebo pektinových bonbonů, čokoládových bonbonů, tyčinek nebo sušených placek z rozmixovaného ovoce následně stočených do formy ruličky. U některých bylin bylo potřeba použít dochucující složku k zamaskování hořké chuti (např. kozinec – kořen).

### VÝSLEDKY

#### Ukázky připravených potravin s homogenáty



Želatinové bonbony s agastache

Pektinové bonbony s agastache

Pektinové bonbony s klanopraškou



Ovocné tyčinky s kozincem blanitým



Čokoláda, bonbony s bazalkou



Jablečné čtverečky s kozincem



Ovocné ruličky s kozincem blanitým

## ZÁVĚR

Zpracování rostlinného materiálu do formy homogenátu s následnou stabilizací umožňuje vyrábět potraviny obohacené o funkční složku.

Z homogenátů adaptogenních bylin lze vyrobit různé výrobky. Vhodné jsou například želatinové a pektinové bonbony, čokoláda, ovocné tyčinky, jablečné čtverečky a ovocné ruličky. Vzorby byly pozitivně hodnoceny veřejností. Tato forma poskytuje alternativu ke klasickým čajům a umožňuje vyrábět potraviny s přidanou hodnotou.

## Poděkování

*Tato práce vznikla za podpory MZe a MŠMT ČR v rámci projektů QL24010019 a projektu výzkumné infrastruktury METROFOOD-CZ. Děkujeme fy Rakytník Cvrček s.r.o., která převzala námi vyvinutou recepturu a vyrábí ovocné tyčinky s kozincem blanitým.*

## Literatura

1. Novotná P., Strohalm J., Pečenková N., Rysová J., Laknerová I., Houška M., Kovářiková E., Cvrček P., Hatašová, Testování potravinářských vlastností vybraných druhů rostlin, Výzkumná zpráva č. 6/330/2023, VÚPP
2. Novotná P., Strohalm J., Kovářiková E., Houška M., Novotná M., Příprava homogenátů z bylin a jejich využití v potravinách, Výzkumná zpráva č. 10/330/2024, VÚPP
3. Kovářiková E., Houška M., Strohalm J., Bednář J., Tríska J., Příprava nápojů a pochutin z plodů klanoprašky, Výzkumná zpráva č. 5/330/2025, CARC
4. Kovářiková E., Příprava pektinových bonbonů – postup pro firmu Rakytník Cvrček, s.r.o. Výzkumná zpráva č. 13/2025, CARC
5. Kovářiková E., Strohalm J., Potraviny s klanopraškou, Výzkumná zpráva č. 11/2026, CARC
6. Kovářiková E., Strohalm J., Novotná P., Houška M., Vrchotová N., Tríska J., Potraviny s obsahem kyseliny rozmarýnové – aplikace Agastache, Výzkumná zpráva č.6/2026, CARC

## EFEKT VYBRANÝCH DIPEPTIDŮ NA FUNKCI A VIABILITU PANKREATICKÝCH B-BUNĚK VYSTAVENÝCH LIPOTOXICKÉMU PŮSOBENÍ KYSELINY STEAROVÉ

**Jan Šrámek, Vlasta Němcová**

Ústav biochemie, buněčné a molekulární biologie & Centrum pro výzkum diabetu, metabolismu a výživy,  
3. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha

### Úvod:

Chronicky zvýšené hladiny cirkulujících nasycených mastných kyselin, zejména kyseliny palmitové a stearové, jsou spojovány s rozvojem lipotoxicity pankreatických  $\beta$ -buněk, která přispívá k poruše sekrece inzulinu, dysregulaci buněčného metabolismu a indukcii apoptózy. Tyto procesy představují jeden z klíčových mechanismů podílejících se na progresi diabetu mellitu 2. typu. V poslední době narůstá zájem o bioaktivní peptidy jako potenciální modulatory buněčné odpovědi na metabolický stres. Některé dipeptidy představují perspektivní skupinu látek s potenciálním cytoprotektivním účinkem, jejichž vliv na ochranu pankreatických  $\beta$ -buněk před lipotoxickým poškozením však dosud nebyl dostatečně prozkoumán. Cílem této práce proto bylo zhodnotit efekt vybraných dipeptidů na funkci a viabilitu pankreatických  $\beta$ -buněk exponovaných kyselině stearové a přispět k objasnění jejich možného protektivního mechanismu působení.

### Metodika:

V experimentech byly použity buněčné linie krysích pankreatických  $\beta$ -buněk INS-1E a myších pankreatických  $\beta$ -buněk MIN6. Bylo použito pět různých dipeptidů: glycín-prolin, alanin-histidin (karnozin), alanin-glutamin, valín-izoleucin, leucin-valín – v koncentracích 0,1-2 mM. Buňky byly kultivovány v bezsérovém médiu doplněném o 0,75 mM kyselinu stearovou (SA), vázanou na 2 % bovinní sérový albumin (neobsahující mastné kyseliny), a exponovány po dobu 18 hodin kyselině stearové samotné nebo v kombinaci s testovaným dipeptidem.

### Výsledky:

Působení všech testovaných dipeptidů mělo v obou testovaných liniích pouze minimální vliv na účinek kyseliny stearové na expresi vybraných markerů stresu endoplazmatického retikula (BiP, phospho-JNK, CHOP), autofagie (p62, phospho-ULK1, LC3B), metabolismu a inzulinové sekrece (GLUD1, phospho-AMPK, PDX1, inzulin), vybraných signálních drah (p38 MAPK, ERK, Akt) a apoptózy (štěpený PARP a kaspáza-3).

### Závěr:

Naše výsledky nenaznačují protektivní působení vybraných dipeptidů proti škodlivému účinku kyseliny stearové na funkci a viabilitu pankreatických  $\beta$ -buněk. Jejich potenciální terapeutické využití v prevenci nebo léčbě diabetu 2. typu se proto jeví jako nepravděpodobné.

### Poděkování:

*Práce je podporována projektem Cooperatio 37 Univerzity Karlovy v Praze.*

**DAT**

**Bonduelle®**  
Food Service



**ck** HŠ, OA a SPŠ  
Teplice



**ELSYS PRO**  
ELEKTRONICKÉ SYSTÉMY PROFESIONÁLNĚ

**McCarter**

**Čecháček**  
DORTY TEPLICE



**nzip.cz**

**Dance Ladies**

**LUNTER** Mmm...  
to můžu!  
part of **New Originals**  
company



**deník**

**GR**  
gastro report

Děkujeme všem partnerům, kteří konferenci Výživa a zdraví podporují více jak 30 let.

**ALWAC, a.s.**

Bílinská 3159/10, 415 01 Teplice  
Tel.: 739 256 557; e-mail: konference@alwac.cz

**UNIVERZITA KARLOVA, 3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Ruská 87, 100 00 Praha 10  
Tel.: 267 102 111; e-mail: dekan@lf3.cuni.cz

**ČESKÁ LÉKAŘSKÁ SPOLEČNOST J. E. PURKYNĚ, z.s.**

Sokolská 490/31, 120 00 Praha 2  
Tel.: 224 266 223; e-mail: czma@cls.cz

**SPOLEČNOST HYGIENY A KOMUNITNÍ MEDICÍNY ČLS JEP**

Ruská 87, 100 00 Praha 10  
Tel.: 267 102 620, 267 102 621; e-mail: pavel.dlouhy@lf3.cuni.cz

**SPOLEČNOST PRO VÝŽIVU, z.s.**

Slezská 32, 120 00 Praha 2  
Tel.: 267 311 280; e-mail: info@vyzivaspol.cz

**STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV PRAHA**

Šrobárova 49/48, 100 00 Praha 10  
Tel.: 267 081 111; e-mail: zdravust@szu.cz

**KRAJSKÁ HYGIENICKÁ STANICE ÚSTECKÉHO KRAJE SE SÍDLEM V ÚSTÍ NAD LABEM**

Moskevská 15, 400 01 Ústí nad Labem  
Tel.: 477 755 110; email: info@khsusti.cz

