

# SBORNÍK PŘÍSPĚVKŮ

## 51. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin

CzechFoodChem 2023

22. - 24. 5. 2023



**VŠCHT PRAHA**



**VUPP**  
VÝZKUMNÝ ÚSTAV  
POTRAVINÁŘSKÝ PRAHA



Karel Cejpek  
Editor

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha  
Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i.

Praha 2023

Publikace neprošla jazykovou ani odbornou úpravou.

Za obsah příspěvků odpovídají autoři.

© Karel Cejpek, Zuzana Procházková 2023

ISBN 978-80-7592-231-1 (Vysoká škola chemicko-technologická v Praze)

ISBN 978-80-86909-99-9 (Výzkumný ústav potravinářský Praha, v. v. i.)

ISSN 1802-1433

Partneři symposia

**MERCK**



**profood**  
JEMO TRADING

**GeneProof**<sup>®</sup>



**CAZV** ČESKÁ AKADEMIE  
ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

---

## PŘEDNÁŠKY

---

<b>L1</b>	<b>8</b>
<b>CHYTRÉ POTRAVINY: KONCEPT NA BÁZI INTERDISCIPLINÁRNÍ SPOLUPRÁCE MEZI VĚDCI A PRODUCENTY (PŘÍPADOVÉ STUDIE)</b>	
HAJŠLOVÁ J., PULKRABOVÁ J., STRÁNSKÁ M., TOMANIOVÁ M., MASÁK J.	
<b>L2</b>	<b>9</b>
<b>POTRAVINY NA NAŠOM STOLE - NAOZAJ VIEME ČO JEME?</b>	
BAXA S., MAJERNÍK Š., BLAŽKOVÁ M., POLOVKA M.	
<b>L3</b>	<b>10</b>
<b>VÝZKUMNÉ PRIORITY A MODERNÍ METODY ANALÝZY POTRAVIN ÚŘEDNÍ KONTROLY SZP</b>	
MIKEŠ O.	
<b>L4</b>	<b>11</b>
<b>DIETOLOGIE V AMBULANCI LIPIDOLOGA</b>	
ZLATOHLÁVEK L.	
<b>L5</b>	<b>12</b>
<b>PRODUKCE A ZPRACOVÁNÍ MASA VE 3. DEKÁDĚ 21. STOLETÍ: OBAVY, NEBO OPTIMISMUS?</b>	
KAMENÍK J.	
<b>L6</b>	<b>13</b>
<b>PRODUKCE UMĚLÉHO MASA: APARÁTY Z POHLEDU STROJNÍHO INŽENÝRA</b>	
SKOČILAS J., JIROUT T.	
<b>L7</b>	<b>14</b>
<b>SOUČASNÉ TRENDY V MLÉKÁRENSKÉM PRŮMYSLU</b>	
HORÁČKOVÁ Š.	
<b>L8</b>	<b>15</b>
<b>POZITIVNÍ A NEGATIVNÍ ASPEKTY ENTOMOFAGIE</b>	
KOUŘIMSKÁ L., BENEŠOVÁ M.	
<b>L9</b>	<b>18</b>
<b>VLIV TEPLoty NA NUTRIČNÍ HODNOTU POTEMNÍKA MOUČNÉHO (<i>TENEbrio MOLITOR L.</i>)</b>	
KOPECKÁ A., KOUŘIMSKÁ L., ŠKVOROVÁ P., KULMA M.	
<b>L10</b>	<b>24</b>
<b>UDRŽITELNÉ TECHNOLOGIE PRO MODERNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ</b>	
JANOŠ K.	
<b>L11</b>	<b>25</b>
<b>POLYNOMICKÉ ŘÍZENÍ PŘÍTOKOVÁNÍ ŽIVIN BĚHEM AEROBNÍ KULTIVACE S VYSOKOU DENZITOU BUNĚK JAKO NÁSTROJ KE ZVÝŠENÍ KVALITY AKTIVNÍCH SUCHÝCH VINAŘSKÝCH KVASINEK</b>	
MONTALBANO M., BLAŽEK J., BENEŠ V., PAULÍČEK V.	
<b>L12</b>	<b>26</b>
<b>POJÍZDNÉ ZAŘÍZENÍ NA ZPRACOVÁNÍ OVOCE A ZELENINY S VYUŽITÍM PEF</b>	
HOUSKA M., KOVÁŘÍKOVÁ E., NOVOTNÁ P., PODSEDNÍČEK M.	



<b>L13</b>	<b>26</b>
<b>FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ZRÁNÍ SÝRŮ</b>	
ŠUSTOVÁ K., ZEMANOVÁ J.	
<b>L14</b>	<b>28</b>
<b>PŘÍRODNÍ ANTINUTRIČNÍ A TOXICKÉ LÁKY V POTRAVINÁCH A MOŽNOSTI JEJICH MINIMALIZACE PŘI PŘÍPRAVĚ POKRMŮ</b>	
DOSTÁLOVÁ J.	
<b>L15</b>	<b>28</b>
<b>UMĚLÁ INTELIGENCE POMÁHÁ V BOJI PROTI MÝTŮM</b>	
BRÁT J.	
<b>L16</b>	<b>31</b>
<b>MOLEKULOVÁ SPEKTROSKOPIE V POTRAVINÁŘSTVÍ</b>	
SEDLIAKOVÁ M.	
<b>L17</b>	<b>32</b>
<b>PREZENTACE FIRMY MERCK</b>	
SEDLÁŘOVÁ R.	
<b>L18</b>	<b>32</b>
<b>PREZENTACE DIVIZE PROFOOD, JEMO TRADING</b>	
CHVÍĚOVÁ M.	
<b>L19</b>	<b>32</b>
<b>PREZENTACE FIRMY GENEPROOF</b>	
KUNC M.	
<b>L20</b>	<b>32</b>
<b>NETRADIČNÍ OBILOVINY - PŠENICE JEDNOZRNKA A ŽITO TRSNATÉ</b>	
FILIP P., HRUŠKOVÁ M.	
<b>L21</b>	<b>34</b>
<b>MYKOTOXINY A JEJICH „MASKOVANÉ“ FORMY VE VÝROBCÍCH NA BÁZI OVSA</b>	
PRŮŠOVÁ N., DŽUMAN Z., BEHNER A., DOLEŽALOVÁ T., HAJŠLOVÁ J., STRÁNSKÁ M.	
<b>L22</b>	<b>35</b>
<b>VNÍMÁNÍ CHLADIVÉ CHUTI - MENTHOL A TI DRUZÍ</b>	
PANOVSKÁ Z., MAČUROVÁ K., HRDLÍČKOVÁ M., ILKO V., DOLEŽAL M.	
<b>L23</b>	<b>36</b>
<b>CHOVÁNÍ A ZMĚNY STAVU STŘÍBRNÝCH NANOČÁSTIC DISPERGOVANÝCH DO MLÉKA</b>	
REVENCO D., PETROVÁ J, KOPLÍK R.	
<b>L24</b>	<b>38</b>
<b>APLIKACE <math>\beta</math>-GALAKTOSIDASY PŘI VÝROBĚ JOGURTŮ S GALAKTOOLIGOSACHARIDY</b>	
MACŮRKOVÁ A., HARKAVCHENKO D., HYRŠLOVÁ I., ČURDA L., ŠTĚTINA J.	
<b>L25</b>	<b>39</b>
<b>JAK VZNIKAJÍ REAKTIVNÍ KARBONYLOVÉ SLOUČENINY Z OLIGOSACHARIDŮ</b>	
CEJPEK K., ŠÍROVÁ A., TOBIŠKA V., PRŮŠOVÁ A., PROCHÁZKOVÁ Z.	



<b>L26</b>	<b>44</b>
<b>SLEDOVÁNÍ MAILLARDOVY REAKCE V MEDU A VÝROBCÍCH Z MEDU</b>	
PRŮŠOVÁ A., ŠÍROVÁ A., TOBIŠKA V., PROCHÁZKOVÁ Z., CEJPEK K.	
<b>L27</b>	<b>48</b>
<b>PARVALBUMIN: ALERGEN I GENETICKÝ MARKER PRO AUTENTIZACI RYBÍCH PRODUKTŮ</b>	
ČERMÁKOVÁ E., MUKHERJEE S., ŠNÁBL J., ZDEŇKOVÁ K., DEMNEROVÁ K.	
<b>L28</b>	<b>49</b>
<b>BIOLOGICKÁ OCHRANA BRAMBOR PROTI VYBRANÝM PATOGENNÍM BAKTERIÍM</b>	
ŠEVČÍK R., BEŇO F., VACEK J., KMOCH M., PETRZIK K., KLIČKA V., KRÁTKÁ G., HORSÁKOVÁ I.	

---

## POSTERY

---

<b>P1</b>	<b>55</b>
<b>CZECH JOURNAL OF FOOD SCIENCES - INTERNATIONAL OPEN ACCESS PEER-REVIEWED JOURNAL</b>	
STÁROVÁ M.	
<b>P2</b>	<b>56</b>
<b>INFRASTRUKTURA PRO PROPAGACI METROLOGIE V POTRAVINÁŘSTVÍ A VÝŽIVĚ V ČR</b>	
ŠMÍDOVÁ Z., LAKNEROVÁ I., URBAN M., KOUŘIMSKÁ L., HAJŠLOVÁ J.	
<b>P3</b>	<b>60</b>
<b>EVROPSKÝ INOVAČNÍ A TECHNOLOGICKÝ INSTITUT V OBLASTI POTRAVIN (EIT FOOD): NÁSTROJE A MOŽNOSTI PRO INOVACI POTRAVINOVÉHO SYSTÉMU V ČESKÉ REPUBLICE</b>	
TOMANIOVÁ M., RYŠLAVÁ E., HAJŠLOVÁ J.	
<b>P4</b>	<b>61</b>
<b>OPTIMALIZACE STANOVENÍ CUKRŮ A JEJICH TRANSFORMAČNÍCH PRODUKTŮ</b>	
PROCHÁZKOVÁ Z., PRŮŠOVÁ A., ŠÍROVÁ A., CEJPEK K.	
<b>P5</b>	<b>65</b>
<b>POROVNÁNÍ TEXTURY VAJEČNÝCH BÍLKŮ A ŽLOUTKŮ VAJEC POCHÁZEJÍCÍCH Z ČESKÉ REPUBLIKY A POLSKA</b>	
KABOURKOVA E., PEKÁRKOVÁ T.	
<b>P6</b>	<b>68</b>
<b>HYGIENICKÁ KVALITA A PROFIL MASTNÝCH KYSELIN BUVOLÍHO A KRAVSKÉHO MLÉKA</b>	
HERMANOVÁ S., KEJDOVÁ RYSOVÁ L., LEGAROVÁ V., ŠEBOVÁ A., HANUŠ O.	
<b>P7</b>	<b>70</b>
<b>VYUŽITÍ ENZYMATICKÉHO STANOVENÍ KREATININU PRO VÝPOČET ČISTÝCH SVALOVÝCH BÍLKOVIN VE FERMENTOVANÝCH MASNÝCH VÝROBCÍCH</b>	
BEDNÁŘ J., DOLEŽALOVÁ J., JEŽEK F.	
<b>P8</b>	<b>73</b>
<b>EFFECT OF O<sub>2</sub>-FREE MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON THE OXIDATION STATUS OF SELECTED ANALOGUE MEAT PRODUCTS</b>	
ABDULLAH F. A. A., KABOURKOVÁ E.	



<b>P9</b>	<b>VYUŽITÍ ROSTLINNÝCH EXTRAKTŮ PŘI VÝROBĚ MASNÝCH VÝROBKŮ</b> HRUŠKA F., BEŇO F., ŠEVČÍK R.	<b>125</b>
<b>P10</b>	<b>SLOŽENÍ A NUTRIČNÍ ZHODNOCENÍ ALTERNATIV MASNÝCH VÝROBKŮ</b> ILKO V., PACNEROVÁ E., NAKONECHNA K., GREGOROVÁ E., DOLEŽAL M.	<b>74</b>
<b>P11</b>	<b>STANOVENÍ OBSAHU SODÍKU A DALŠÍCH MINERÁLNÍCH PRVKŮ V ROSTLINNÝCH ANALOŽÍCH MASNÝCH VÝROBKŮ</b> MACHARÁČKOVÁ B., BARTÁKOVÁ K., BURSOVÁ Š.	<b>81</b>
<b>P12</b>	<b>OBSAH VITAMÍNU C V REĎKOVKE SIATEJ (<i>RAPHANUS SATIVUS</i>) PREDÁVANEJ NA TRHOVISKU</b> ZELEŇÁKOVÁ L., JAKABOVÁ S., BENEŠOVÁ L., GULOVÁ A., KOLESÁROVÁ A.	<b>85</b>
<b>P13</b>	<b>VPLYV PRÍDAVKU LYOFILIZOVANEJ RÍBEZLE ČIERNEJ NA REOLOGICKÉ VLASTNOSTI PŠENIČNEJ MÚKY</b> KOLESÁROVÁ A., BOJŇANSKÁ T., ZELEŇÁKOVÁ L., MENDELOVÁ A., SOLGAJOVÁ M.	<b>91</b>
<b>P14</b>	<b>ZMĚNY STABILITY POTRAVIN VŮČI ŽLUKNUTÍ PO OŠETŘENÍ MIKROVLNNÝM ZÁŘENÍM</b> ŠKVOROVÁ P., KOUŘIMSKÁ L.	<b>96</b>
<b>P15</b>	<b>VÝSKYT NEŽÁDOUCÍCH HALOTOLERANTNÍCH BAKTERIÍ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU</b> ŠVIRÁKOVÁ E., LEOVÁ H. T., ŠEVČÍK R.	<b>104</b>
<b>P16</b>	<b>KONTAMINACE NEALKOHOLICKÝCH NÁPOJŮ NEŽÁDOUCÍMI ACIDOTOLERANTNÍMI OCTOVÝMI BAKTERIEMI</b> ŠVIRÁKOVÁ E., BENDOVÁ M., ŠEVČÍK R.	<b>111</b>
<b>P17</b>	<b>NUTRIČNÍ A SENZORICKÉ HODNOCENÍ MAKOVÝCH NÁPOJŮ</b> NAKONECHNA K., BARTÁKOVÁ M., ILKO V., DOLEŽAL M.	<b>118</b>



## L1

### CHYTRÉ POTRAVINY: KONCEPT NA BÁZI INTERDISCIPLINÁRNÍ SPOLUPRÁCE MEZI VĚDCI A PRODUCENTY (PŘÍPADOVÉ STUDIE)

Hajšlová J., Pulkrabová J., Stránská M., Tomaniová M., Masák J.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha

Analýza současných výzkumných výzev, jejichž řešení směřuje k dalšímu zvýšení kvality života budoucích generací, jasně ukazuje na potřebu akcentovat význam kvality potravin nejen z pohledu jejich bezpečnosti, ale i s přihlédnutím k jejich nutričním profilu. Typická dieta české populace totiž postrádá dostatek některých biologicky aktivních látek, především vitamínu D, kyseliny listové, polynenasycených mastných kyselin, limitující je též obsah draslíku či vápníku. V tomto kontextu je vysoce perspektivní vědecky zdůvodněná koncepce produkce 'chytrých' potravin. Nová, inovativní strategie demonstrována na několika konkrétních příkladech, bude zpracována formou genericky využitelného 'toolboxu'. Interdisciplinární výzkumné aktivity budou akcentovat: (i) využití potenciálu moderního udržitelného zemědělství pro produkci prémiových surovin; jejich výběr bude vycházet nejen z pokročilých komplexních chemických analýz, ale i ze zhodnocení celkových biologických aktivit biodostupné frakce sekundárních metabolitů pomocí in vitro testů s buněčnými kulturami; (ii) aplikaci moderních, šetrných (bio)technologií k produkci sensoricky atraktivních 'chytrých' potravin s požadovanými profily limitujících nutrientů a bohatých na další bioaktivní látky; (iii) využití enkapsulace pro stabilizaci bioaktivních látek; (iv) kritické zhodnocení očekávaných (pozitivních) zdravotních efektů v důsledku konzumace vhodné denní dávky chytrých potravin; prostřednictvím klinické intervenční studie (cross-over uspořádání); vyšetřením jednotlivých členů kohorty budou získána klinická data a klíčové biochemické parametry, další data budou generována analýzou biologických vzorků 'omic technologiemi, dále metagenomická analýza DNA mikrobiomu a studium metabolických signálních drah; (v) vyhodnocení generovaných dat a identifikace prognostických markerů pomocí multidimenzionální statistické analýzy.

#### **Smart food: a concept based on interdisciplinary cooperation between scientists and producers (case studies)**

*The analysis of current research challenges, the solution of which is aimed at further increasing the quality of life of future generations, clearly shows the need to emphasize the importance of food quality not only from the point of view of their safety, but also taking into account their nutritional profile. The typical diet of the Czech population lacks enough of some biologically active substances, especially vitamin D, folic acid, polyunsaturated fatty acids, and the potassium or calcium content is also limiting. In this context, the scientifically justified concept of producing 'smart' food is highly promising. The new, innovative strategy, demonstrated on several concrete examples, will be processed in the form of a generically usable 'toolbox'. Interdisciplinary research activities will emphasize: (i) exploiting the potential of modern sustainable agriculture for the production of premium raw materials; their selection will be based not only on advanced complex chemical analyses, but also on the assessment of the overall biological activities of the bioavailable fraction of secondary metabolites using in vitro tests with cell cultures; (ii) the application of modern, gentle (bio)technologies to produce sensorially attractive 'smart' foods with the required profiles of limiting nutrients and rich in other bioactive substances; (iii) use of encapsulation for stabilization of bioactive substances; (iv) critical evaluation of the expected (positive) health effects as a result of consuming an appropriate daily dose of smart foods; through a clinical intervention study (cross-over*





*design); clinical data and key biochemical parameters will be obtained by examining individual members of the cohort, other data will be generated by analyzing biological samples with 'omics' technologies, as well as metagenomic analysis of microbiome DNA and the study of metabolic signaling pathways; (v) evaluation of generated data and identification of prognostic markers using multidimensional statistical analysis.*

## L2

### POTRAVINY NA NAŠOM STOLE - NAOZAJ VIEME ČO JEME?

Baxa S., Majerník Š., Blažková M., Polovka M.

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum, VÚP Bratislava

Potraviny sa dnes stali nie vlastnou zásluhou zaujímavým fenoménom. Všetci ich konzumujú tak ako vždy, ale zatiaľ čo v minulosti bolo vymieňanie receptov a popis nedeľného obeda súčasťou uzavretého okruhu ľudí, dnes potraviny sa ocitli v skupine, ktorej takmer všetci rozumejú, podobne ako futbalu alebo politike. Východiskom je definovanie SMART potraviny ako tovaru, ktorý dokáže uspokojiť reálne a realistické požiadavky konzumenta – teda je výživná a zdravá, je dobrým pre prostredie, v ktorom žijeme a je výhodný pre svojho primárneho producenta. Prvá časť prednášky je venovaná príkladom, čo sa stane, ak do výroby potravín výrazne zasiahnu riadené spotrebiteľské preferencie, globalizačné vplyvy, obchodníci alebo pandémie. A nie je to vždy zmena k lepšiemu. S týmto súvisí aj krátky exkurz do oblasti venovanej tomu, čo sa v potravinách nachádza a nie je tam žiaduce. Druhá časť prednášky je venovaná predstaveniu vybraných moderných technológií – hlavne využitiu pulzného elektrického poľa, ktoré predstavujú výrazný kvalitatívny pokrok v procese spracovania primárnych surovín a výroby potravín. Posledná časť prednášky je venovaná pracovisku Výskumného ústavu potravinárskeho, kde vznikol a je realizovaný koncept „Inovácie na kľúč“, ktorý sa ukázal ako kľúčový pre efektívny transfer vedeckých poznatkov do praxe a pre pomoc hlavne malým a novým výrobcom potravín v dnešných neľahkých podmienkach.

*Podakovanie: Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: "Minimalizácia dopadov COVID-19 prostredníctvom cielej výživy a potravinová bezpečnosť v podmienkach pandémie", 313011A9, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.*

### **Food on our table - do we really know what we are eating?**

*Today, food has become an interesting phenomenon not by its own merits. Everyone consumes them as they always have, but while in the past the sharing of recipes and the description of Sunday lunch was part of a closed circle of people, today food has found itself in a group that almost everyone understands, much like football or politics. The starting point is the definition of SMART food as a product that can satisfy the real and realistic demands of the consumer - that is, it is nutritious and healthy, it is good for the environment in which we live and it is beneficial for its primary producer. The first part of the presentation is devoted to examples of what happens if controlled consumer preferences, globalization influences, traders or a pandemic significantly affect food production. And it's not always a change for the better. Related to this is a short excursion to the area dedicated to what is found in food and what is not desirable there. The second part of the presentation is devoted to the introduction of selected modern technologies - mainly the use of a pulsed electric field, which represent significant qualitative progress in the process of processing primary raw materials and food production. The last part of the lecture is dedicated to the workplace of the Food Research Institute, where the concept of "Turnkey Innovations" was created and is being implemented, which proved to*



*be key for the effective transfer of scientific knowledge into practice and for helping mainly small and new food producers in today's difficult conditions.*

*Acknowledgment: This publication was created thanks to support within the Operational Program Integrated Infrastructure for the project: "Minimizing the impacts of COVID-19 through targeted nutrition and food security in the conditions of the pandemic", 313011AVA9, co-financed from the resources of the European Regional Fund development.*

### **L3**

## **VÝZKUMNÉ PRIORITY A MODERNÍ METODY ANALÝZY POTRAVIN ÚŘEDNÍ KONTROLY SZPI**

Mikeš O.

Odbor kontroly, laboratoří a certifikace, Ústřední inspektorát SZPI

Problematika falšování potravinářských výrobků sahá hluboko do minulosti a bezprostředně navazuje na rozvoj jejich výroby a modernizaci používaných technologií. Aby Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI) jako kontrolní orgán držela v tomto ohledu krok s falšovatelí, musí pro své kontroly neustále vyhledávat, navrhopvat, posuzovat a využívat co možná nejmodernější metody. V interním prostředí má SZPI pro tyto účely zaveden režim tzv. inovativních (nových) analytických metod a postupů.

Aktuální je problematika autenticity špaldové mouky, pro jejíž ověření využívá SZPI vlastní proteomickou metodu vyvinutou laboratoří SZPI v Praze, založenou na detekci specifických bílkovin charakteristických pro pšenici setou a pšenici špaldu, s případným konfirmačním stanovením pomocí dvoustupňové metody PCR akreditované laboratoře v Německu. Pro posouzení pravosti skořice využila SZPI inovativně zkušební metodu 1H-NMR akreditované laboratoře ve Francii, která prokázala její mísení s cizí látkou porovnáním spektra s knihovnou autentických vzorků. Pro posouzení pravosti vzorků šafránu byla nově pro účely úřední kontroly využita metoda metabolického profilování vyvinutá a prováděná laboratoří VŠCHT v Praze současně s provedením cílového screeningu typických markerů šafránu setého a dalších rostlin. Pro kontrolu falšovaných medů plánuje laboratoř SZPI v Praze v dohledné době akreditovat inovativní metodu stanovení cizích enzymů (alfa amylázy), která byla optimalizována VÚRV.

SZPI každoročně přispívá četnými tématy pro návrhy výzkumných aktivit, které jsou zadávány v rámci veřejné soutěže Programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství, ZEMĚ. Letos SZPI navrhovala například stanovení autenticity cibule šalotky, stanovení pravosti oregana, optimalizaci kontrolních plánů založených na informacích o spotřebním koši a analýze rizika, standardizovanou metodiku pro interpretaci výsledků mikrobiologických analýz piva a další. Některé výzkumné aktivity byly a jsou v programech MZe v rámci NAZV realizovány, např. projekty Diagnostické metody pro laboratorní kontrolu pravosti máku setého, Ověření autenticity medu pomocí analýzy pylových zrn aj.

### **Research priorities and modern methods of food analysis of the CAFIA official control**

*The problem of adulteration of food products dates back to the past and is directly related to the development of their production and the modernisation of the technologies used. In order to keep up with adulterators in this regard, the Czech Agriculture and Food Inspection Authority (CAFIA), as a control body, must constantly search, design, assess and use the most possible modern methods for its controls. In its internal environment, the CAFIA has established a system of so-called innovative (new) analytical methods and procedures for this purpose.*



*A current issue is the authenticity of spelt flour, for the verification of which the CAFIA uses its own proteomic method developed by a laboratory in Prague based on the detection of specific proteins characteristic for wheat and spelt, with possible confirmation using a two-step PCR method by an accredited laboratory in Germany. For the assessment of the authenticity of cinnamon, CAFIA has used an innovative 1H-NMR test method of an accredited laboratory in France, which proved its mixing with a foreign substance by comparing the spectrum with a database of authentic samples. For the assessment of the authenticity of saffron samples, a metabolomic profiling method developed and performed by the laboratory of the University of Chemistry and Technology in Prague was newly used for official control purposes, together with target screening of typical markers of saffron and other plants that can be used to adulterate saffron. For the control of adulterated honeys, the CAFIA laboratory in Prague is planning to accredit an innovative method for the determination of foreign enzymes (alpha amylase), which has been optimised by Crop Research Institute.*

*Every year, CAFIA contributes numerous topics for research priorities that are submitted within the framework of the public competition of the Applied Research Programme of the Ministry of Agriculture, EARTH. This year CAFIA suggested for example: determination of the authenticity of shallot onions, determination of the authenticity of oregano, optimization of control plans based on information on the consumption basket and risk analysis, standardized methodology for interpretation of the results of microbiological analyses of beer, etc. Some research activities have been and are being realised in the programmes of the Ministry of Agriculture within the framework of National Agricultural Research Agency, e.g. projects Diagnostic methods for laboratory control of poppy authenticity, Verification of honey authenticity by pollen grain analysis, etc.*

## **L4**

### **DIETOLOGIE V AMBULANCI LIPIDOLOGA**

Zlatohlávek L.

#### **III. interní klinika – endokrinologie a metabolismu VFN a 1. LF UK v Praze**

Kardiovaskulární onemocnění představují nejčastější příčinu mortality a morbiditu u nás. Jedním z klíčových rizikových faktorů je dyslipidémie. Při terapii tohoto rizikového faktoru je důležitá nejen farmakologická, ale i nefarmakologická intervence. Souhrn dietních opatření a jejich efektivita je jednak shrnut ve společných evropských doporučeních a jednak byl vypracován koncept nutraceutik ovlivňujících hladinu cholesterolu, resp. krevních lipidů. Prakticky u všech je poznámka, že jejich efekt víceetážový a přesný mechanismus efektu není zcela objasněn. Mezi inhibitory absorpce cholesterolu ze střeva patří např. steroly a stanoly, mezi inhibitory syntézy červená rýže, mezi látky ovlivňující exkreci cholesterolu např. berberin. Efekt těchto látek závisí na dávce a udává se cca do 20% podle dávky a efektu. Velkou skupinou s nejasným efektem jsou omega 3 mastné kyseliny.



## Dietology in the clinic of lipidologist

*Cardiovascular diseases represent the most common cause of mortality and morbidity in our country. One of the key risk factors is dyslipidemia. In the therapy of this risk factor, not only pharmacological but also non-pharmacological intervention is important. The summary of dietary supplements and their effectiveness is on the one hand summarized in joint European recommendations, and on the other hand, the concept of nutraceuticals influencing the level of cholesterol and blood lipids was developed. Practically all of them note that their effect is multi-level and the exact mechanism of the effect is not fully understood. Inhibitors of cholesterol absorption from the intestine include, for example, sterols and stanols, inhibitors of synthesis include red rice, and substances affecting cholesterol excretion include, for example, berberine. The effect of these substances depends on the dose and is given to about 20% depending on the dose and effect. A large group with an unclear effect are omega 3 fatty acids.*

## L5

### PRODUKCE A ZPRACOVÁNÍ MASA VE 3. DEKÁDĚ 21. STOLETÍ: OBAVY, NEBO OPTIMISMUS?

Kameník J.

Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, VETUNI Brno

V roce 2022 dosáhla podle dat OECD/FAO světová produkce masa (drůbeží, vepřové, hovězí, skopové) 345,17 mil. t a meziročně se zvýšila o 3,2 %. Přitom v období 2000-2020 se světová produkce masa zvýšila o 45 % (o 104 mil. t). Zatímco na globální úrovni produkce a spotřeba masa roste, v EU v aktuální dekádě pozorujeme pokles produkce masa. Produkce drůbežního masa vloni meziročně klesla o 1,6 % na 12,99 mil. t, produkce hovězího se snížila o 2,5 % na 6,6 mil. t a vepřového masa se vyprodukovalo oproti roku 2021 dokonce o 5,6 % méně (22,1 mil. t). Spotřeba masa na globální úrovni roste jen nepatrně. V roce 2021 dosáhla 42,4 kg/osobu a rok, vloni se zvýšila na 43,0 kg. Podle serveru statista.com do roku 2030 stoupne průměrná spotřeba masa na 43,7 kg/osobu a rok.

Z pohledu zpracování masa jsou stále aktuální otázky bezpečnosti masa a jeho kvality. Čerstvé maso i výrobky z masa se podílejí přibližně z 20 % na výskytu alimentárních onemocnění. Mezi nejvíce sledované původce patří salmonely, shiga-toxin produkující *Escherichia coli*, *Campylobacter spp.*, příp. *Listeria monocytogenes*. Jako metody k potlačení výskytu patogenů se stále více používají procesy s využitím HPP. Přídavné látky nejsou u spotřebitelů populární, v EU se nyní řeší snížení limitů pro dusitany a dusičnany v masných výrobcích. Snahou je snížit zátěž konzumentů, otázkou je, zda nebude ohrožena bezpečnost masných výrobků.

V minulé dekádě se na trhu objevily imitace masa a produktů z masa na bázi rostlinných bílkovin (PBMA). Jejich globální prodej dosáhl v roce 2020 částky 4 mld. USD, předloni již to bylo 5,6 mld. USD. Přes tvrzení o pozitivních vlivech těchto nových potravin na životní prostředí i zdraví člověka však stále existuje řada nezodpovězených otázek týkajících se nutriční hodnoty (jedná se o vysoce zpracované potraviny), stravitelnosti i bezpečnosti.

### Meat production and processing in the 3rd decade of the 21st century: worry or optimism?

*In 2022, according to OECD/FAO data, world meat production (poultry, pork, beef, mutton) reached 345.17 million tons and increased by 3.2% year-on-year. At the same time, in the period 2000-2020, world meat production increased by 45% (by 104 million tons). While the global production and consumption of meat is increasing, in the EU we are observing*



*a decrease in meat production in the current decade. Poultry meat production fell by 1.6% year-on-year to 12.99 million t last year, beef production decreased by 2.5% to 6.6 million t, and pork production was even 5.6% less than in 2021 ( 22.1 million t). Global meat consumption is growing only slightly. In 2021, it reached 42.4 kg/person and year, last year it increased to 43.0 kg. According to the server statista.com, by 2030 the average per capita consumption of meat will rise to 43.7 kg.*

*From the point of view of meat processing, the questions of meat safety and its quality are still relevant. Fresh meat and meat products account for approximately 20% of the occurrence of foodborne diseases. Among the most monitored pathogens are salmonella, shiga-toxin-producing Escherichia coli, Campylobacter spp., or Listeria monocytogenes. Processes using HPP are increasingly being used as methods to suppress the occurrence of pathogens. Additives are not popular with consumers, the reduction of limits for nitrites and nitrates in meat products is now being addressed in the EU. The effort is to reduce the burden on consumers, the question is whether the safety of meat products will be threatened.*

*In the past decade, plant protein-based meat and processed meats imitations (PBMA) have appeared on the market. Their global sales reached USD 4 billion in 2020, compared to USD 5.6 billion in 2021. Despite the claims about the positive effects of these new foods on the environment and human health, there are still a number of unanswered questions regarding nutritional value (these are highly processed foods), digestibility and safety.*

## **L6**

### **PRODUKCE UMĚLÉHO MASA: APARÁTY Z POHLEDU STROJNÍHO INŽENÝRA**

Skočilas J., Jirout T.

Ústav procesní a zpracovatelské techniky, ČVUT v Praze

Rozvoj moderních technologií v potravinářském průmyslu přináší výzvy také pro strojní inženýry. Produkce umělého masa, v poslední době často akcentovaná v veřejném tisku a odborné literatuře, je příkladem takové technologie. Příspěvek ukazuje pohled strojního inženýra na vývoj aparátů dle definovaných požadavků technologie výroby. Technologie výroby složená z technologických operací až po jednotkové procesy se odehrává v typově různých aparátech. Strojní inženýr při návrhu zařízení vychází ze znalostí jednotkových procesů jejich vzájemných vazeb a posloupností, které tvoří technologické operace. Důležité jsou pro něj také fyzikální vlastnosti zpracovávaných látek, jejich vzájemná a časová závislost. Nejen na příkladu koncepce a konstrukce bioreaktoru, ve kterém probíhá proliferace a diferenciací buněk pro výrobu umělého masa, je ukázána práce strojního inženýra.



## **Cultivated meat production: apparatuses, mechanical engineer's aspects**

*The development of modern technologies in the food industry also brings challenges for mechanical engineers. The production of cultivated meat, recently often emphasized in the public press and scientific literature, is an example of such a technology. The contribution shows a mechanical engineer's point of view on the development of apparatuses according to the defined requirements of production technology. Production technology consisting of technological operations down to uniform processes is carried out in different types of apparatus. Equipment design is based on the mechanical engineer's knowledge of unit processes, their interconnections and sequences that make up technological operations. The physical properties of the processed substances, their correlation and time dependence are also important. The mechanical engineer's designing process is shown not only on the example of the concept and construction of a bioreactor, in which the proliferation and differentiation of cells for the production of artificial meat takes place.*

### **L7**

## **SOUČASNÉ TRENDY V MLÉKÁRENSKÉM PRŮMYSLU**

Horáčková Š.

Ústav mléka, tuků a kosmetiky, VŠCHT Praha

Zajištění výroby bezpečných, nutričně a sensoricky kvalitních a inovativních produktů patří mezi základní trendy současného mlékárenského průmyslu. Velká pozornost je věnována monitoringu kvality syrového mléka z hlediska celkového obsahu mikroorganismů, somatických buněk, inhibičních látek, ale také možného výskytu specifických nežádoucích mikroorganismů. S tím souvisí také rostoucí rozšíření použití protektivních kultur s významnou tvorbou antimikrobiálních látek. Vývoj nových technologií se zaměřuje na zlepšování nutričních vlastností mléčných výrobků v podobě aplikace probiotických mikroorganismů a jejich enkapsulovaných forem, fortifikace výrobků vitaminy, minerálními látkami, zvyšování obsahu bílkovin za pomoci membránových procesů, které jsou využívány i pro separaci jednotlivých složek mléka. Pozornost je věnována také možnosti zvyšování obsahu prebiotických galaktooligosacharidů aplikací  $\beta$ -galaktosidasy, která se zároveň používá k výrobě bezlaktózových výrobků. Snaha o reformulace mléčných výrobků je významná hlavně v oblasti snižování obsahu cukru v ochucených výrobcích nebo snižování obsahu soli v sýrech.

Na druhé straně tlak na odklon od produktů živočišného původu z důvodu snižování emisí vede k rozšiřování portfolia výrobků na rostlinné bázi, které, co se týče konzistence a zamýšleného způsobu použití, do značné míry kopírují výrobky mléčné (nápoje, fermentované výrobky, sýry apod.). Z hlediska technologie a nutriční hodnoty se ale jedná o zcela rozdílné výrobky. Novým trendem v této oblasti je vývoj tzv. hybridních produktů s kombinací mléčných a rostlinných komponent či výroba laboratorně připraveného mléka na bázi produkce mléčných bílkovin geneticky modifikovanými mikroorganismy.

## **Current trends in the dairy industry**

*Ensuring the production of safe, nutritionally and sensorially quality and innovative products is one of the basic trends of the current dairy industry. Attention is paid to monitoring the quality of raw milk in terms of the total number of microorganisms, somatic cells, inhibitory substances, but also the possible occurrence of specific undesirable microorganisms. This is also related to the increasing use of protective cultures with significant production of antimicrobial substances. The development of new technologies focuses on improving the*



*nutritional properties of dairy products by the application of probiotic microorganisms and their encapsulated forms, fortification of products with vitamins and minerals, increasing the protein content with the help of membrane processes, which are also used for the separation of individual components of milk. Attention is also paid to the possibility of increasing the content of prebiotic galactooligosaccharides by applying  $\beta$ -galactosidase, which is also used for the production of lactose-free products. Efforts to reformulate dairy products are important mainly in the area of reducing the sugar content in flavored products or reducing the salt content in cheeses. On the other hand, the pressure to move away from products of animal origin in order to reduce emissions leads to the expansion of the portfolio of plant-based products, which, in terms of consistency and intended use, largely copy dairy products (beverages, fermented products, cheeses, etc.). However, in terms of technology and nutritional value, these are completely different products. A new trend in this area is the development of so-called hybrid products with a combination of dairy and vegetable components or the production of laboratory-prepared milk based on the production of milk proteins by genetically modified microorganisms.*

## L8

### POZITIVNÍ A NEGATIVNÍ ASPEKTY ENTOMOFÁGIE

Kouřimská L., Benešová M.

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky, ČZU v Praze

#### Úvod

Jedlý hmyz je významným zdrojem potravy pro miliony lidí na celém světě. Konzumace hmyzu přispívá k cílům udržitelného rozvoje, jako jsou nulový hlad, opatření v oblasti klimatu a dobré zdraví a blahobyt. Jedlý hmyz je bohatý na makro a mikroživiny nezbytné pro člověka. Při produkci hmyzu jako potravin a krmiva vzniká výrazně méně skleníkových plynů a využívá se podstatně méně půdy. Jedlý hmyz také poskytuje mnoho ekosystémových služeb, jako jsou rozklad, opylování, zmenšení plýtvání potravinami a monitorování zdraví životního prostředí.

Některý hmyz však může také představovat zdravotní rizika pro lidi, rostliny a zvířata. Hmyz může přenášet choroby rostlin, zvířat a lidí. V hmyzu jsou také některé alergenní sloučeniny a antinutriční látky. Proto musí chov, sklizeň, zpracování a spotřeba jedlého hmyzu probíhat dle stanovených postupů, aby byla zajištěna jeho bezpečná a udržitelná produkce.

#### Historie entomofágie

Entomofágie je odborný termín pro využívání hmyzu jako potravin. Slovo entomofágie je odvozeno z řeckých slov *éntomon*, „hmyz“ a *phagein*, "k jídlu"<sup>1</sup>. V současné době se hmyz nachází v jídelníčku nejméně 2 miliard lidí po celém světě. Předními spotřebitelskými zeměmi jsou Mexiko, Čína, Thajsko. Konzumace hmyzu není ale pouze novodobým trendem. Zmínky o konzumaci hmyzu sahají až do pravěku. Nejstarší citace entomofágie lze nalézt i v biblické literatuře. V islámské tradici existuje několik odkazů na požívání hmyzu – konkrétně například sarančat, včel, mravenců, vši nebo termitů. Entomofágie je přítomna i v židovské literatuře. Tradice dodnes byla ale zachována pouze mezi Židy žijícími v Jemenu a v částech severní Afriky. První zmínka o entomofágii v Evropě byla v Řecku, kde se požívání cikád považovalo za lahůdku.

Lidé sklízeli vajíčka, larvy, kukly a dospělé určitého druhů hmyzu k jídlu po tisíce let, nicméně požívání hmyzu bylo a stále je tabu v mnoha západních zemích<sup>2</sup>. Dle některých studií



bude v budoucnu potřeba zařadit do běžného jídelníčku hmyz pro většinu obyvatelstva po celém světě, z důvodu udržitelnosti produkce potravin<sup>3</sup>.

### Entomofágie a životní prostředí

Environmentální přínosy chovu hmyzu pro potravu a krmivo jsou založeny na vysoké účinnosti přeměny krmiva u hmyzu. Cvrčci například vyžadují pouze 2 kg krmiva na každý 1 kg tělesné hmotnosti<sup>2</sup>. Ve srovnání s jejich vysokou reprodukční schopností a krátkými životními cykly pak předčí všechna hospodářská zvířata. Předpokládá se, že chov hmyzu může snížit požadavky na zemědělskou půdu a vyniká svými nízkými hodnotami v produkci skleníkových plynů, které mají dopad na životní prostředí a následnou změnu klimatu<sup>4</sup>. Tabulka I uvádí porovnání produkce hmyzu a jiných hospodářských zvířat. Ve srovnání se savci a ptáky může hmyz také představovat menší riziko přenosu zoonotických infekcí na lidi, dobytek a volně žijící zvířata, ačkoli toto téma vyžaduje další výzkum<sup>2</sup>.

**Tabulka I** Vliv produkce jedlého hmyzu na životní prostředí<sup>5</sup>

Živočich	Požadavky na půdu (m <sup>2</sup> /1 kg proteinu)	Potřeba vody (l/g proteinu)	Potřeba krmiva (kg/kg živé hmotnosti)	Průměrná produkce skleníkových plynů (g/kg přírůstku hmotnosti)
Hmyz	20	23	2	1
Hovězí dobytek	145-255	112	10	2850
Brojlerové kuře	40-55	34	3	300
Prasata	45-70	57	5	1300

### Nutriční hodnota jedlého hmyzu

Jedlý hmyz obsahuje řadu tělu prospěšných látek od bílkovin po minerální látky. Obsah bílkovin se u většiny hmyzu pohybuje od asi 35 % až 60 %, což je již obecně vyšší než u obilovin a luštěnin. Kvalitou jsou v některých případech srovnatelné s bílkovinami kuřecího masa či ryb. Dalším ukazatelem kvality bílkovin je jejich stravitelnost. Protože některé bílkoviny hmyzu jsou vázány na mineralizovaný exoskelet, může zvýšený obsah minerálních látek snížit jejich stravitelnost<sup>6</sup>.

Obsah tuku se mezi jednotlivými druhy hmyzu velmi liší. Například průměrný obsah tuku u *Coleoptera* je 33,40 g/100 g, zatímco průměrný obsah tuku u *Orthoptera* je pouze 13,41 g/100 g<sup>6</sup>. Většina hmyzích tuků je bohatá na nenasycené mastné kyseliny. Obsah tuku a jeho složení jsou ovlivněny mnoha faktory jako jsou druh hmyzu a jeho larvální stádium, podmínky chovu a krmivo apod.<sup>6</sup>.

Některé druhy jedlého hmyzu vynikají nejen velmi příznivými hodnotami makroživin, ale také velmi dobrým zastoupením mikroživin. Jedlý hmyz může být například zdrojem železa a jeho zařazení do každodenní stravy by mohlo pomoci předcházet anémii v rozvojových zemích<sup>7</sup>.

Pokud jde o vitaminy, tak studie ukazují, že nezpracovaný hmyz je velmi dobrým zdrojem riboflavinu, niacinu, kyseliny pantothenové, pyridoxinu, biotinu, kyseliny listové a kobalaminu. Vhodným příkladem je cvrček domácí. Nutriční analýza cvrčcích prášků ukázala, že cvrčci obsahují 2,88 mg/100 g sušiny vitamínu B12, což spadá do doporučeného rozmezí pro dospělé 2,4 mg/den. Cvrček domácí také obsahuje velké množství dalších vitaminů skupiny B, jako jsou thiamin, riboflavin a kyselina listová, což z něj činí vynikající zdroj vitaminů skupiny B<sup>2</sup>. Obecně platí, že hmyz není nejlepším zdrojem vitamínu A a jeho obsah je ovlivněn anatomii konkrétního druhu hmyzu. Dlouhou dobu se mělo za to, že hmyz obsahuje nízké hladiny vitamínu D, ale poslední studie však naznačují spíše vysokou variabilitu jeho





koncentrace. To samé platí u vitamínu E, kde jsou hodnoty koncentrace závislé na daném druhu hmyzu. Zdá se, že volně žijící hmyz obsahuje vyšší hladiny vitamínu E než komerčně chovaný hmyz, kterému je často podávána strava obsahující nízké hladiny vitamínu E<sup>6</sup>.

### Antinutriční látky v jedlém hmyzu

Jedlý hmyz je jednou z nutričně plnohodnotnějších potravin. Přesto se v jedlém hmyzu nachází i antinutriční látky, které jsou příčinou nižší biologické využitelnosti živin a mohou narušovat také proces trávení. Mezi tyto látky patří například fytoová kyselina, tanin, oxaláty či enzym thiamináza.

Fytoová kyselina je označována za antinutriční látku, protože vytváří nerozpustné komplexy s minerálními látkami, čímž snižuje jejich biologickou využitelnost. Dále také inhibuje vstřebávání bílkovin ve střevě. Caparros Medigo<sup>8</sup> stanovili v hmyzu 0,11–0,32 mg fytoové kyseliny ve 100 g, což je méně než u sóji luštinaté. Taniny negativně ovlivňují vstřebávání železa a bílkovin. Nejvíce snižená absorpce se projevuje u esenciálních aminokyselin methioninu a lysinu. Taniny byly u hmyzu konzumovaném v Zimbabwe naměřeny v množství: 0,09–9,45 mg/100 g hmyzí moučky a hodnoty oxalátů 9,3 až 14,1 g/100 g vzorku<sup>9</sup>. Obsahy antinutričních látek u některých druhů hmyzu konzumovaných v Nigérii uvádí Tabulka II.

**Tabulka II** Antinutriční látky u některých druhů hmyzu<sup>10</sup>

Hmyz/ Antinutriční látka	Termít ( <i>Macrotermes nigeriensis</i> )	Můra ( <i>Cirina forda</i> )	Cvrček banánový ( <i>Gryllus assimilis</i> )	Kobylka ( <i>Melanoplus foedus</i> )
Fytáty (mg/100 g)	0,09 ±0,02	0,09 ±0,03	0,10 ±0,01	0,19 ±0,01
Taniny (mg/100 g)	0,47 ±0,06	0,48 ±0,09	0,49 ±0,08	0,52 ±0,01
Oxaláty (mg/100 g)	2,03 ±0,04	20,25 ±0,20	20,93 ±0,93	25,65 ±1,55
Saponiny (g/100 g)	0,99 ±0,18	1,21 ±0,11	1,00 ±0,08	0,73 ±0,05
Kyanogenní glykosidy (mg/100 g)	2,47 ±0,15	11,75 ±0,18	3,76 ±0,27	11,27 ±0,04

### Alergenní látky v jedlém hmyzu

Některé druhy hmyzu obsahují látky, které mohou způsobit alergické reakce spotřebitelům se známými alergiemi na koryše, měkkýše a výrobky z nich a na prachové roztoče. Hlavní alergenní struktury hmyzu jsou glykoproteiny, například svalové bílkoviny (např. tropomyosin, myosin, aktin, troponin), buněčné bílkoviny (např. tubulin, hexamerin), cirkulující bílkoviny (například hemokyanin, defensin) a enzymy (např. argininkináza, triosafosfátizomeráza, chitináza,  $\alpha$ -amyláza, trypsin, fosfolipáza A, glutathion-S-transferáza, hyaluronidáza, serinová proteáza). Příklady zjištěných alergenů v hmyzu uvádí Tabulka III.



**Tabulka III** Alergenní látky u některých druhů hmyzu<sup>11</sup>

Hmyz	Alergen
<i>Tenebrio molitor</i>	chitináza, trypsin, hexamerin, $\beta$ -tubulin
<i>Bombyx mori</i>	$\alpha$ -amyláza, troponin C, chitináza, glutathion-S-transferáza
<i>Locusta migratoria</i>	hexamerin, trypsin, chitináza, $\beta$ -tubulin
<i>Acheta domesticus</i>	glutathion-S-transferáza, triosafosfát izomeráza,
<i>Hermetia illucens</i>	$\alpha$ -amyláza, serinová proteáza, trypsin

## Závěr

Hmyz představuje zajímavou alternativní potravinu i krmivo. Je bohatým zdrojem bílkovin a zajímavým zdrojem lipidů a mikronutrientů v závislosti na řadě faktorů jako jsou druh hmyzu, vývojové stádium, podmínky chovy a složení krmiva. Některé druhy hmyzu mohou obsahovat antinutriční a alergenní látky, kterým je třeba do budoucna věnovat pozornost.

## Poděkování

Tato práce vznikla za podpory projektu MŠMT METROFOOD-CZ, č. LM2023064, projektu GAČR INPROFF, č. 21-47159L a projektu NAZV č.: QK23020101.

## Literatura

1. Mottola S., Terminology Coordination Unit, 2019. Dostupné z: <https://termcoord.eu/2019/08/entomophagy/>.
2. van Huis A., van Itterbeek J., Klunder H., Mertens E., Halloran A., Muir G., Vantomme P., in Edible insects: Future prospects for food and feed security. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, ISBN 978-92-5-107596-8, 2013.
3. Thompson A., Want to Help Solve the Global Food Crisis? Eat More Crickets, Forbes, 2013. Dostupné z: <https://www.forbes.com/sites/ashoka/2013/07/31/want-to-helptolve-the-global-food-crisis-eat-more-crickets/?sh=49fe47f4297b/>.
4. Stull V., Patz J., Sustain. Sci. 2020, 15, 633-645.
5. Ordoñez-Araque R., Quishpillo-Miranda N., Ramos-Guerrero L., Insects, 2022, 13, e944.
6. Oonincx D.G.A.B., Finke M., J. Insects Food Feed, 2021, 7, 639-659.
7. Zielínska E., Baraniak B., Karaš M., Rybczyńska K., Jakubczyk A., Food Res. Int. 2015, 77, 460-466.
8. Caparros Megido R., Alabi T., Larreché S., Louxinger A., Haubruge E., Francis F., Ann. Soc. Entomol. Fr., 2015, 51, 215-258.
9. Botella-Martínez C., Lucas-González R., Pérez-Álvarez J., Fernández-Lópe J., Viuda-Martos M., Food Sci. Technol. Int., 2021, 27, 383-391.
10. Oibiokpa F.I., Akanya H.O., Jigam A.A., Saidu A.N., FUJNAS, 2017, 6, 9-24.
11. Barre A., Pichereaux C., Velazquez E., Maudouit A., Simplicien M., Garnier L., Bienvenu F., Bienvenu J., Burlet-Schiltz O., Auriol C., Benoist H., Rouge P., Foods, 2019, 8, e515.

## L9

### VLIV TEPLoty NA NUTRIČNÍ HODNOTU POTEMNÍKA MOUČNÉHO (*TENEBRIO MOLITOR L.*)

Kopecká A. (1), Kouřimská L. (1), Škvorová P. (1), Kulma M. (2)

(1) Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky, ČZU v Praze

(2) Katedra zoologie a rybářství, ČZU v Praze

## Úvod

Předpokládá se, že do roku 2050 vzroste počet obyvatel Země na 9 miliard. Za tímto účelem je nezbytně důležité zabývat se problematikou ohledně spotřeby potravin, protože do té



doby je třeba produkci potravin nejméně zdvojnásobit<sup>1</sup>. Vzhledem k významu udržitelnosti v dnešním světě<sup>2</sup> a skutečnosti, že rostoucí spotřeba potravin představuje značný tlak na zemědělský sektor a klimatické prostředí, je mimořádně důležité najít alternativní a udržitelný zdroj potravin<sup>2,3,4</sup>. V současné době navíc dochází ke kritice ohledně zvířat porážených pro účely produkce masa a v této souvislosti má také smysl hledat nové zdroje bílkovin. Vzhledem k tomu, že některé alternativy masa (např. tofu) vyžadují náročné zpracování, vyvstávají otázky, zda je lze považovat za společensky přijatelnou náhradu<sup>5</sup>.

Zajímavou alternativou k současné situaci by mohla představovat entomofágie, tj. konzumace jedlého hmyzu<sup>2,3,4</sup>. Před deseti lety vydala Organizace pro výživu a zemědělství rozsáhlou zprávu<sup>6</sup>, v níž vysvětlila argumenty, proč by měl být tento nový typ potravin akceptován, a související nařízení (EU) 2015/2283 zařadilo hmyz mezi nové potraviny. Mezi druhy povolené Evropským úřadem pro bezpečnost potravin patří cvrček domácí (*Acheta domestica*), larvy potměníka moučného (*Tenebrio molitor*), larvy potměníka stájového (*Alphitobius diaperinus*) a saranče stěhovavá (*Locusta migratoria*)<sup>7</sup>.

Jedlý hmyz jako alternativní zdroj bílkovin pro lidskou výživu a krmiva pro zvířata vyniká nejen vysokou nutriční hodnotou a stravitelností<sup>8,9</sup>, ale může přinést i některé ekonomické a environmentální výhody<sup>10</sup>. Přispívá ke snížení negativních dopadů na klima pomocí nízkých emisí plynů<sup>9,10,11</sup> a ke zlepšení biologické rozmanitosti. Dalšími výhodami jsou vysoká míra reprodukce, vysoká účinnost konverze krmiva<sup>3,9,11</sup> a nižší využití půdy a prostoru potřebného k chovu<sup>8,10</sup>.

Výživová hodnota hmyzu je velmi variabilní v závislosti na mnoha faktorech, ale obecně platí, že jedlý hmyz je hodnotným zdrojem hlavních živin včetně bílkovin, lipidů, vlákniny, esenciálních mastných kyselin a aminokyselin, mikroživin<sup>12</sup>, jako jsou železo, zinek, mangan a hořčík<sup>2,13</sup>, které jsou nezbytné pro růst a vývoj člověka<sup>12</sup>. Zejména larvy *T. molitor* mají díky svým nutričním hodnotám vysoký potenciál stát se kompletním zdrojem bílkovin a tuků pro lidstvo<sup>14</sup>. Obsahují vysoký podíl bílkovin, mají vyvážený obsah aminokyselin a potenciální zdravotní přínosy<sup>2</sup>. Mouční červi navíc dokážou efektivněji využívat dostupné zdroje potravy než ostatní hospodářská zvířata a zároveň jsou schopni lépe degradovat potraviny s nízkým obsahem živin a rychle je přeměnit na vysoce kvalitní formy živin<sup>15</sup>. Z nutričního a ekologického hlediska existuje potenciál pro jejich využití v potravinářském průmyslu<sup>14</sup>. Larvy moučných červů obsahují srovnatelně, nebo dokonce více bílkovin a celkového tuku v porovnání s některými tradičními druhy masa (kuřecí, vepřové, hovězí)<sup>12,16</sup>. Z hlediska nutričního složení se uvádí, že mají přibližně 50 % bílkovin, 35 % lipidů a 6 % vlákniny v sušině<sup>9,12,17</sup>.

Nutriční hodnota hmyzu je ovlivněna mnoha faktory. Liší se nejen v závislosti na druhu, ale také na vývojovém stádiu, stravě, podmínkách chovu (teplota, vlhkost, fotoperioda)<sup>18</sup>, způsobu usmrcení a metodách zpracování<sup>19</sup>. Znalost abiotických faktorů ve vývoji *T. molitor* je nezbytná pro optimální využití moučných červů pro budoucí konzumaci lidmi nebo zvířaty. Jedním z nejdůležitějších faktorů je teplota chovu. Její optimum pro chov se pohybuje v rozmezí 22 až 28 °C<sup>14,20</sup>. Zvýšená teplota zlepšuje růst, produkci a rychlost metabolismu<sup>11</sup>.

Vzhledem k tomu, že se hmyz stále častěji začleňuje do lidské stravy, je důležité rozšířit informace o optimalizaci podmínek jeho chovu a následně i jeho nutriční hodnoty. Cílem této studie bylo proto zjistit vliv teploty na růstové parametry a nutriční hodnotu larev *T. molitor* krmených stejným způsobem a sbíraných ve stejném vývojovém stádiu.

## Experimentální část

*Tenebrio molitor* byl chován v laboratorním inkubátoru (Bordlab) při teplotách 22, 25 a 28 °C. Přibližně 500 dospělců bylo umístěno v plastové přepravce s oddělenou hliníkovou sítí skrz kterou nakladli vajíčka. Celý box byl poté na 24 hodin umístěn do plastového boxu se substrátem tvořeným směsí strouhanky a pšeničných otrub v poměru 1:4. Dospělci nakladli vajíčka do substrátu přes síť a vajíčka byla následně umístěna spolu se substrátem do plastových



vaniček za předpokladu, že bude dosaženo konstantního počtu stejně starých larev. Zde byli mouční červi chováni do největších larválních stádií, tj. do doby, než bylo možné odebrat 20 kukel. Larvy potemníka byly denně krmeny *ad libitum* a dokrmovány čerstvou zeleninou. Před sklizní byly po dobu 24 hodin vyhladověny a následně usmrceny zmrazením. Hmotnost a délka těla byly změřeny pomocí analytických vah a pravítka. Před analýzami byly vzorky po dobu 24 hodin lyofilizovány. Stanovení sušiny a popelovin bylo dle nařízení komise (ES) č. 152/2009. Obsah tuku byl stanoven dle Soxhleta a obsah hrubých bílkovin dle Kjeldahla (pře počítavací faktor 6,25). Pro doplnění byl stanoven profil aminokyselin na analyzátoru aminokyselin.

Dosažené výsledky byly zpracovány v softwaru Excel 2016 a Statistica 13.2 za použití t-testu a ANOVY.

## Výsledky

Tělesné parametry a hodnoty nutričních parametrů larev *T. molitor* jsou uvedeny v Tabulce I. Tělesná hmotnost dosáhla maxima při teplotě chovu 28 °C, tedy byl pozorován nárůst 67 %. Tělesná délka pak dosáhla maxima při teplotě 25 °C a následně se s rostoucí teplotou opět snížila.

Z hlediska sušiny byl sledován rostoucí trend, kdy maximum bylo dosaženo při 28 °C. Popel dosáhl své maximální hodnoty rovněž při teplotě 28 °C, ale minima bylo dosaženo při teplotě 25 °C. Pokud jde o výživové parametry obsah tuku i bílkovin byl ovlivněn teplotou chovu. Množství tuku vykazovalo rostoucí tendenci s rostoucí teplotou a rozdíl mezi minimální a maximální teplotou činil 9,4879 g/100 g původního vzorku. Byla zde navíc prokázána pozitivní korelace mezi teplotou chovu a obsahem tuku ( $R = 0,8413$ ). Naproti tomu nejvhodnější teplotou pro dosažení nejvyšší hodnoty bílkovin byla teplota chovu 22 °C. Mezi obsahem proteinu v sušině a teplotou chovu byla pak vypočtena negativní korelace ( $R = -0,6577$ ).

**Tabulka I** Průměrné tělesné a nutriční parametry larev *T. molitor* chovaných při teplotách 22, 25 a 28 °C

	22°C	25°C	28°C	Průměr	min/max
Hmotnost (g)	0,09 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,15 ± 0,03 <sup>b</sup>	0,15 ± 0,04 <sup>c</sup>	0,13 ± 0,04	0,03/0,24
Délka (cm)	1,99 ± 0,40 <sup>a</sup>	2,49 ± 0,20 <sup>a</sup>	2,26 ± 0,30 <sup>b</sup>	2,26 ± 0,40	1,10/3,10
Sušina (g/100 g vzorku)	30,72 ± 1,29 <sup>a</sup>	32,35 ± 2,70 <sup>a</sup>	36,55 ± 0,79 <sup>c</sup>	33,14 ± 3,02	27,08/37,73
Popeloviny (g/100 g sušiny)	3,47 ± 0,44 <sup>b</sup>	2,86 ± 0,73 <sup>a</sup>	5,65 ± 0,26 <sup>c</sup>	3,90 ± 1,31	1,46/5,92
Tuky (g/100 g sušiny)	22,46 ± 3,54 <sup>a</sup>	27,32 ± 4,62 <sup>b</sup>	36,01 ± 3,31 <sup>c</sup>	28,50 ± 6,67	16,37/38,80
Hrubý protein (g/100 g sušiny)	64,34 ± 2,98 <sup>c</sup>	56,91 ± 6,29 <sup>b</sup>	54,41 ± 2,47 <sup>a</sup>	58,42 ± 5,99	41,43/69,96

Pozn.: Odlišné indexy v řádku označují statisticky odlišné výsledky ( $p < 0,05$ )

Hmyz představuje možnou alternativu k běžným zdrojům bílkovin, a proto byla analýza doplněna o stanovení kvality proteinu změřením obsahu jednotlivých aminokyselin (Tabulka II). Zhodnocení bylo provedeno pouze u hmyzu chovaného při teplotě 22 °C v souvislosti s tvrzením Kulma et al., kdy profil aminokyselin není ovlivněn podmínkami chovu<sup>21</sup>. Nejhojněji zastoupenou aminokyselinou byl alanin, následován prolinem a asparagovou kyselinou. Naopak nejméně zastoupenými aminokyselinami je cystein, methionin a histidin.

Larvy *T. molitor* obsahují všechny esenciální aminokyseliny (tryptofan nebyl stanoven). V Tabulce III je znázorněn obsah těchto aminokyselin v g/100 g proteinu a je spočítáno



aminokyselinové skóre. Limitující aminokyselinou jsou sirné aminokyseliny cystein a metionin. Index esenciálních aminokyselin pak činí 73,55 %.

**Tabulka II** Obsah aminokyselin larev *T. molitor* chovaného při teplotě 22 °C

<b>Aminokyselina</b>	<b>Obsah v původním vzorku g/100 g</b>	<b>Obsah v sušině g/100 g</b>
Asparagová kyselina	1,042 ± 0,077	3,393 ± 0,212
Threonin	0,602 ± 0,045	1,961 ± 0,121
Serin	0,677 ± 0,041	2,205 ± 0,131
Glutamová kyselina	0,960 ± 0,086	3,125 ± 0,272
Prolin	1,046 ± 0,058	3,407 ± 0,178
Glycin	0,918 ± 0,047	2,989 ± 0,112
Alanin	1,096 ± 0,056	3,569 ± 0,115
Valin	0,733 ± 0,039	2,386 ± 0,074
Isoleucin	0,472 ± 0,023	1,536 ± 0,052
Leucin	0,614 ± 0,032	1,999 ± 0,077
Tyrosin	0,544 ± 0,048	1,769 ± 0,128
Fenylalanin	0,351 ± 0,032	1,142 ± 0,090
Histidin	0,324 ± 0,018	1,054 ± 0,043
Lysin	0,502 ± 0,028	1,634 ± 0,054
Arginin	0,512 ± 0,030	1,665 ± 0,059
Cystein	0,038 ± 0,003	0,123 ± 0,006
Methionin	0,136 ± 0,011	0,444 ± 0,022

**Tabulka III** Obsah esenciálních aminokyselin a AAS larev *T. molitor* chovaného při teplotě 22 °C

<b>Esenciální aminokyseliny</b>	<b>Aminokyseliny v g/100 g bílkovin</b>	<b>Doporučená dávka WHO/FAO/UNU</b>	<b>AAS (%)</b>
Threonin	3,1	2,3	132,5
Valin	3,7	3,9	95,1
Isoleucin	2,4	3,0	79,6
Leucin	3,1	5,9	52,7
Histidin	1,6	1,5	109,2
Lysin	2,5	4,5	56,5
Cystein + methionin	0,9	2,2	39,8
Fenylalanin + tyrosin	4,5	3,8	119,1

## Diskuze

Sledované parametry (tělesná hmotnost a délka, obsah sušiny a popelovin, obsah tuku a hrubého proteinu) byly ovlivněny teplotou chovu. Podle literatury<sup>22,23</sup> je optimální teplotou pro odchov *T. molitor* 25-30 °C, což odpovídá intervalu teplot zkoumaných v tomto experimentu. Je nutné si na základě získaných výsledků uvědomit, že rostoucí vliv teploty na hodnoty některých sledovaných parametrů zvyšoval a někdy snižoval. Proto je nutné vzít v úvahu účel pro který je hmyz chován (výťažnost, obsah proteinů či lipidů).

Z hlediska sušiny výsledky odpovídají tvrzení Bednářové et al., kteří uvádí obsah 29,41 g/100 g<sup>24</sup>. Obsah popelovin pak odpovídá Caparros Megido et al., kteří mají hodnoty pohybující se přibližně okolo 3,6 g/100 g v sušině<sup>25</sup>.

Obsah tuku v původním vzorku dosáhl průměrné hodnoty 9,60 g/100 g původního vzorku, resp. 28,50 g/100 g sušiny. Dle literatury průměrný obsah tuku odpovídá 15-50 g/100 g sušiny<sup>26,27,28,29,30</sup>. Zvyšující se obsah tuků při rostoucí teplotě je v souladu s Bjørge et al., který sledoval obsah tuku v larvách moučných červů při 7 různých teplotách v rozmezí od 15,2 do 39 °C<sup>11</sup>. V jeho studii se obsah tuku s rostoucí teplotou zvyšoval až do 37 °C, kdy bylo dosaženo 47,4 % tuku v sušině. Následně se ale obsah tuku výrazně snížil až na 16 % při teplotě chovu 39 °C<sup>11</sup>. Bjørge et al. naznačuje, že obsah tuku je závislý na potravě a životním stádiu hmyzu. Výsledky pak vysvětluje možnou biokonverzí sacharidů na lipidy nebo proteiny. Navíc při teplotách, při kterých došlo ke zvýšení obsahu lipidů, bylo zjištěno snížení množství vody v těle hmyzu<sup>11</sup>. To by se dalo vysvětlit tím, že tukové buňky obsahují méně vody. Toto zjištění není v souladu se studii Adámkové et al., které uvádějí, že obsah tuku dosahoval nejvyšších hodnot při 20 °C, zatímco při 15 °C a 25 °C klesal. Tyto změny v množství tuku v larvách *T. molitor* zdůvodňují autoři tvrzením, že s rostoucí teplotou analyzovaný hmyz nepotřeboval vyšší množství tuku k podpoře fyziologických procesů. Dalším klíčovým faktorem ve variabilitě tuku v těle jedlého hmyzu může být aktivita enzymů a hormonů, protože hormony mohou také ovlivňovat metabolismus tuků<sup>14,31</sup>.

Průměrný obsah bílkovin stanovený Kjeldahlovou metodou činil 19,25 g/100 g původního vzorku a 58,42 g/100 g sušiny. Získané hodnoty jsou v souladu s literaturou<sup>26,27,32,33</sup>. Podle autorů<sup>26,27,32,33</sup> mají hodnoty bílkovin v sušině klesající trend, bylo zjištěno snížení z  $57,8 \pm 2,1$  na  $37,9 \pm 1,4$  g/100 g se zvyšující se teplotou od 15 do 31 °C. Sledovaný pokles obsahu bílkovin je v souladu také s Bjørge et al., kdy obsah bílkovin klesal do 37 °C, ale následně při teplotě 39 °C došlo k nárůstu na 65,5 % v sušině<sup>11</sup>. Literatura (Bjørge et al.) tento trend vysvětluje rozdílnou rychlostí vývoje larev do různých životních stádií při různých teplotách<sup>11</sup>. Při nižších teplotách se rychlost vývoje snižuje v důsledku pomalejších metabolických reakcí<sup>34</sup>. Proto může docházet k rozdílným v obsahu bílkovin nebo lipidů, jelikož každé životní stádium vykazuje rozdílné nutriční složení<sup>11</sup>.

Hmyz je považován za alternativní zdroj bílkovin, a proto je vhodné stanovit kvalitu proteinu aminokyselinovým profilem. Pouze obsah tryptofanu nebyl stanoven, protože se tato aminokyselina při hydrolýze rozkládá. Finke však uvádí obsah tryptofanu 0,39 g/100 g sušiny v larvách *T. molitor*<sup>35</sup>. Celkový obsah aminokyselin ( $34,397 \pm 0,506$  g/100 g sušiny) je nižší, než uvádí Ghosh et al. ( $44,50$  g/100 g sušiny)<sup>17</sup>. V této práci obsahovaly larvy moučného červa z aminokyselin nejvyšší množství alaninu, ale v literatuře<sup>17,36,37</sup> bylo změřeno nejvyšší množství glutamové kyseliny následované alaninem, aspargovou kyselinou a prolinem. Průměrný obsah těchto aminokyselin v naší studii je obdobný nebo vyšší v porovnání s literaturou. Limitujícími aminokyselinami v larvách moučných červů jsou sirné aminokyseliny (cystein + methionin), což je též v souladu s výsledky, které uvádí literatura<sup>35,36,37</sup>. Podle Ghosh et al. měly larvy *Allomyrina dichotoma* nebo *Protaetia brevitarsis* vyšší obsah aminokyselin ( $48,74$  a  $39,16$  g/100 g sušiny) než námi zkoumaní mouční červy<sup>17</sup>. Vyšší obsah aminokyselin ve srovnání s *T. molitor* lze nalézt také např. ve vaječném bílku ( $90,15$  g/100 g DM) nebo kuřecích prsou ( $88,25$  g/100 g)<sup>38</sup>.



Vypočítaný index esenciálních aminokyselin (EAAI) *T. molitor* chovaného při 22 °C byl 73,55, což se je velmi blízko k EAAI rýže (74), žita (75) nebo drůbežního masa (78)<sup>39</sup>. Pokud jde o zdroje krmiva rybí a sójový šrot používaný jako krmivo pro hospodářská zvířata mají podobné EAAI jako mouční červi<sup>32</sup>. Hovězí maso (82), vepřové maso (84), mléko (95) a vejce (100) mají vyšší EAAI, zatímco kukuřice (55), pšenice (68) nebo luštěniny mají nižší EAAI<sup>39</sup>. Na základě doporučených požadavků FAO a WHO obsahuje jedlý hmyz všechny esenciální aminokyseliny v množství, které je dostatečné pro splnění výživových požadavků zdravého člověka<sup>17,27,32,40</sup>. Získané výsledky tak mohou podpořit tvrzení, že larvy *T. molitor* mohou být alternativním zdrojem bílkovin s vyhovujícím aminokyselinovým složením poskytujícím téměř denně potřebné množství esenciálních aminokyselin<sup>40</sup>.

## Závěr

V závislosti na teplotě byly zjištěny statisticky významné rozdíly v tělesné hmotnosti a délce larev, obsahu sušiny, popelovin a lipidů a obsahu bílkovin v sušině. S rostoucí teplotou chovu byla pozorována rostoucí tendence hmotnosti larev, obsahu sušiny a obsahu tuku v sušině. Naopak zřetelná klesající tendence byla zaznamenána v případě obsahu hrubého proteinu v sušině. Nejvyšší hmotnosti moučných červů bylo dosaženo při 28 °C a délky těla při 25 °C. Nejvyšší obsah lipidů na sušinu byl naměřen u larev *T. molitor*, které byly chovány při 28 °C. Naopak nejvyšší obsah hrubého proteinu v sušině byl zjištěn při teplotě 22 °C.

Informace o vlivu teploty na hmotnost a růst larev, jakož i na jejich nutriční parametry jsou důležité pro chovatele hmyzu ke stanovení optimální teploty chovu pro účely následného využití hmyzu jako potravy nebo krmiva. Růst a nutriční parametry larvy *T. molitor* by však mohla podstatně ovlivnit řada dalších faktorů, jako jsou složení krmiva, pohlaví aj., které by měly být brány v potaz.

## Poděkování

*Tato práce vznikla za podpory projektů MŠMT METROFOOD-CZ, č. LM2023064, GAČR INPROFF, č. 21-47159L a MZe, NAZV č. QK23020101.*

## Literatura

1. FAO, The State of Food and Agriculture.
2. da Silva Lucas A.J., de Oliveira L.M., da Rocha M., Prentice C., Food Chem., 2020, 311, 126022.
3. Imathiu S., NFS J., 2020, 18, 1–11.
4. Kulma M.; Kouřimská L.; Homolková D.; Božik M.; Plachý V.; Vrabec V., J. Food Compos. Anal., 2020, 92, 103570.
5. Orkusz A., Nutrients. 2021, 13(4), 1207.
6. FAO, The State of food and agriculture, 2013.
7. International Platform of Insects for Food and Feed. International Platform of Insects for Food and Feed [online]. Belgium: IPIFF, 2022. Dostupné z: <https://ipiff.org/>.
8. Gravel A., Doyen A., Innov. Food Sci. Emerg., 2020, 59, 102272.
9. Shafique L., Abdel-Latif H., Alagawany M., Naiel M., Dawood M., Yimalz S., Liu Q., Animals, 2021, 11(3), 811.
10. Patel S., Suleria HAR., Rauf A., Trends Food Sci. Technol., 2019, 86, 352–359.
11. Bjørge J.D.; Overgaard J; Malte H.; Gianotten N.; Heckmann LH., J. Insect Physiol.. 2018, 107, 89–96.
12. Zhou Y.; Wang D.; Zhou S.; Duan H.; Guo J.; Yan W., Foods, 2022, 11(24), 3961.
13. Oibiokpa F.; Akanya H.; Jigam A.; Saidu A.; Egwim E., Food Sci. Hum. Wellness, 2018, 7(2), 175–183.
14. Adámková A.; Mlček J.; Adámek M.; Borkovcová M.; Bednářová M.; Hlobilová V.; Knížková I.; Juríková T., J. Insect Sci., 2020, 20(5), 24.
15. Heidari-Parsa S.; Imani S.; Fathipour Y.; Kheiri F.; Chamani M., Arthropods, 2018, 7(4), 94–102.
16. Siemanowska E.; Kosewska A.; Aljewicz M.; Skibniewska K.; Polak-Juszczak L.; Jarocki A.; Jedras M., Agric. Sci., 2013, 4(6), 287–291.
17. Ghosh S.; Lee S.; Jung C.; Meyer-Rochow V., J. Asia Pac. Entomol., 2017, 20(2), 686–694.
18. Van Huis A., Proc. Nutr. Soc., 2016, 75(3), 294–305.
19. Varelas V., Fermentation, 2019, 5(3), 81.
20. Eberle S.; Schaden L.; Tintner J.; Stauffer C.; Schebeck M., Insects, 2022, 13(4), 321.
21. Kulma M.; Kouřimská L.; Plachý V.; Božik M.; Adámková A.; Vrabec V., Food Chem., 2019, 272, 267–272.



22. Riberio N.; Abelho M.; Costa R., J. Entomol. Sci. 2018, 53(4), 434–454.
23. Wu S.; Lin H.; Li M.; Tang X., Journal of Economic Animal, 2009, 1, 28–31.
24. Bednářová M.; Borkovcová M.; Zorníková G.; Zeman L., in Sborník příspěvků z MendelNet 2010, 2010, 24, 674–682. Dostupné z: [http://mnet.mendelu.cz/mendelnet2010/articles/18\\_bednarova\\_372.pdf](http://mnet.mendelu.cz/mendelnet2010/articles/18_bednarova_372.pdf)
25. Caparros Megido R.; Poelaert C.; Ernens M.; Liotta M.; Blecker C.; Danthine S.; Tyteca E.; Haubruge E.; Alabi T.; Bindelle J.; Francis F., Food Res. Int., 2018, 106, 503–508.
26. Janssen R.; Vincken J.; van den Broek L.; Fogliano V.; Lakemond C., J. Agric. Food Chem., 2017, 65(11), 2275–2278.
27. Gkinali A.; Matsakidou A.; Vasileiou E.; Paraskevopoulou A., Trends Food Sci. Technol., 2022, 119, 495–507.
28. Paul A.; Frederich M.; Megido R.; Alabi T.; Malik P.; Uyttenbroeck R.; Francis F.; Blecker C.; Haubruge E.; Lognay G.; Danthine S., J. Asia Pac. Entomol., 2017, 20(2), 337–340.
29. Yi L.; Lakemond C.; Sagis L.; Eisner-Schadler V.; van Huis A.; van Boekel M., Food Chem., 2013, 141(4), 3341–3348.
30. Bosch G.; Zhang S.; Oonicx D.; Hendriks W., J. Nutr. Sci., 2014, 3, e29.
31. Adámková A.; Adámek M.; Mlček J.; Borkovcová M.; Bednářová M.; Kouřimská L.; Skácel J.; Vítová E., Potr. S. J. F. Sci., 2017, 11(1), 460–465.
32. Azagoh C.; Ducept F.; Garcia R.; Rakotozafy L.; Cuvelier M.; Keller S.; Lewandowski R.; Mezdour S., Food Res. Int., 2016, 88, 24–31.
33. Hong J.; Han T.; Kim Y., Animals, 2020, 10(11), 2068.
34. Lehtovaara V.; Roininen H.; Valtonen A., J. Econ. Entomol., 2018, 111(6), 2652–2659.
35. Finke M., Zoo Biol., 2002, 21(3), 269–285.
36. Rumpold B.; Schluter O. N., Mol. Nutr. Food Res., 2013, 57(5), 802–823.
37. Zielinska E.; Baraniak B.; Karas M.; Rybczyńska K.; Jakubczyk A., Food Res. Int., 2015, 77, 460–466.
38. Bednářová M.; Borkovcová M.; Komprda T., J. Sci. Food Agric., 2014, 94(1), 71–76.
39. Velíšek J.; Hajšlová J. Chemie potravin. 2009. Tábor: OSSIS.
40. Costa S.; Pedro S.; Lourenco H.; Batista I.; Teixeira B.; Bandarra N.; Murta D.; Nunes R.; Pires C., NFS J., 2020, 21, 57–64.

## L10

### UDRŽITELNÉ TECHNOLOGIE PRO MODERNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ

Janoš K.

Future Farming, s.r.o.

Stavíme a provozujeme moderní zemědělské farmy. Vyvíjíme, vyrábíme a dodáváme vlastní technologie v oborech pokročilé aquaponie, hydroponie a RAS systémů. Věříme, že moderní zemědělství je naděje na udržitelnou budoucnost.

#### **Sustainable technologies for modern agriculture**

*We build and operate modern agriculture farms. We develop, manufacture and supply our own technologies in advanced aquaponics, hydroponics and RAS systems. We believe that modern farming is the hope for a sustainable future.*





## POLYNOMICKÉ ŘÍZENÍ PŘÍTOKOVÁNÍ ŽIVIN BĚHEM AEROBNÍ KULTIVACE S VYSOKOU DENZITOU BUNĚK JAKO NÁSTROJ KE ZVÝŠENÍ KVALITY AKTIVNÍCH SUCHÝCH VINAŘSKÝCH KVASINEK

Montalbano M., Blažek J., Beneš V., Paulíček V.

EPS biotechnology, s.r.o.

Přítokovaná vsádková kultivace je obvyklým přístupem k získávání kvasinkové biomasy. Pro maximální výnos a kvalitu kvasinek je třeba pečlivě zvolit růstové médium a strategii přítoku živin. Koncentrace glukózy i v tak malém množství jako 0,5 g/l v médiu vede k represí respiračních enzymů a kvasinky přechází do fermentačního metabolismu za aerobních podmínek. Takzvaný Crabtree efekt má za následek výrazné snížení výnosu biomasy. V této práci byl vyvinut polynomický model přítokové rovnice respektující jak exponenciální buněčné dělení na začátku kultivace, tak i klesající specifickou rychlost růstu během pozdější fáze procesu v důsledku akumulace odpadních metabolitů a zvyšující se hustoty buněk. Na konci kultivace je buněčný cyklus zastaven v G<sub>0</sub> fázi, která se vyznačuje nízkým procentem pučících buněk a akumulací trehalózy známou pro svou schopnost ochrany buněk během sušení. Kvalita aktivních suchých kvasinek je tak zvýšená díky vysoké životaschopnosti a prodlužuje se skladovatelnost suché i mokré biomasy. Vyvinutý model lze snadno přizpůsobit konkrétnímu vinařskému kmeni bez znalosti přesných růstových charakteristik jednoduše ze stanovení optické hustoty buněk v inokulu. Tento model byl testován na 37 různých izolátech kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* s průměrnou koncentrací suché biomasy  $39,7 \pm 2,6$  g/l na konci kultivace, což odpovídá výnosu  $YX/S = 0,46 \pm 0,03$ . Procento pučících buněk na konci kultivace bylo sníženo na  $7 \pm 5$  % s obsahem trehalózy  $10,4 \pm 1,9$  % sušiny biomasy u všech kultivovaných kmenů zajišťující vysokou kvalitu aktivních suchých kvasinek, které jsou připraveny ke kvašení hroznového moštu v partnerských vinařstvích.

### Polynomial feeding strategy during an aerobic high cell density fed-batch cultivation as a tool to increase quality of the active dry wine yeast

*Fed-batch cultivation is one of the widely used approaches in obtaining yeast biomass. The growth medium and the feeding rate has to be chosen carefully to maximise yield and biomass quality. Concentration of glucose as low as 0,5 g/l in the medium lead to repression of respiratory enzymes and yeast metabolisms switch to fermentation in aerobic conditions. The so-called Crabtree effect results in a significant reduction in biomass yield. In this work polynomial feeding model was developed. This model respects both the exponential cell division at the beginning of the cultivation as well as the decreasing specific growth rate during the feeding phase of the process due to the accumulation of waste metabolites and increasing cell density. As a result, the cell cycle is stopped in the G<sub>0</sub> phase that is characterized by low percentage of budding cells and trehalose accumulation. The viability of the yeast after drying and its shelf life are enhanced in both dry and wet biomass. Furthermore, the model can be easily adapted to a specific wine strain without knowing the exact growth characteristics, simply from the determination of the optical density of cells in the bioreactor inoculum. This model was tested on 37 wine yeast strains *Saccharomyces cerevisiae* with an average of dry biomass concentration  $39,7 \pm 2,6$  g/l at the end of the cultivation that correspond to the yield  $YX/S = 0,46 \pm 0,03$ . The percentage of budding cells was controlled to  $7 \pm 5$  % with the trehalose content  $10,4 \pm 1,9$  % of biomass dry weight in all cultivated strains ensuring high quality of active dry yeast for reliable must fermentation in partner wineries.*



## L12

### POJÍZDNÉ ZAŘÍZENÍ NA ZPRACOVÁNÍ OVOCE A ZELENINY S VYUŽITÍM PEF

Houška M., Kovářiková E., Novotná P., Podsedníček M.

Výzkumný ústav potravinářský Praha

Cílem řešení projektu je umožnit malým farmářům zhodnotit jejich produkci ovoce a zeleniny, aniž by museli investovat do drahého stabilního zařízení. Jedním z výsledků řešení mezinárodního projektu o názvu Food in Box (FOX) je proto pojízdné zařízení na zpracování ovoce a zeleniny na sušené plátky. Suroviny, například jablka, jsou před zpracováním ošetřeny vysokonapěťovými pulzy (Pulsed electric field dále PEF). Toto ošetření vede k lepší pružnosti suroviny, která se poté při krájení na plátky neláme. Navíc jsou její rostlinné buňky perforovány, což přispívá ke zrychlení sušení vedoucí k zabránění jejich karamelizaci. Plátky jsou světlé a křehké.

Obsahem sdělení je seznámení s projektem obecně a s existujícími prototypy pojízdných zařízení na výrobu sušených plátků a moštů.

*Poděkování: Práce byla podpořena grantem 817683 Horizon 2020 o názvu „Advanced technology applications in fruit and vegetable processing“.*

#### Mobile equipment for processing fruit and vegetables using PEF

*The goal of the project solution is to enable small farmers to evaluate their fruit and vegetable production without having to invest in expensive stable equipment. Therefore, one of the results of the international project called Food in Box (FOX) is a mobile device for processing fruit and vegetables into dried slices. Raw materials, such as apples, are treated with high-voltage pulses (Pulsed electric field hereafter PEF) before processing. This treatment leads to better elasticity of the raw material, which then does not break when sliced. In addition, its plant cells are perforated, which contributes to the acceleration of drying leading to the prevention of their caramelization. The slices are light and tender.*

*The content of the communication is familiarization with the project in general and with existing prototypes of mobile equipment for the production of dried slices and juices.*

*Acknowledgement: The work was supported by grant 817683 Horizon 2020 entitled "Advanced technology applications in fruit and vegetable processing".*

## L13

### FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ZRÁNÍ SÝRŮ

Šustová K. (1), Zemanová J. (2)

(1) AMBIS vysoká škola

(2) Mendelova univerzita v Brně

Zrání je fází výroby, která pomáhá utvářet konečný vzhled, konzistenci, vůni, chuť i osobitý charakter sýrů. Na zrání sýrů se podílejí enzymy syřidla (chymosin, pepsin), nativní enzymy v mléce (plasmin, katepsin D, proteinázy somatických buněk), enzymy startovacích kultur, sekundární kultury (které mají vliv jen u některých druhů sýra), enzymy nestartovacích čili nahodilých (divokých) bakterií a někdy i exogenní enzymy přidávané k urychlení zrání. Během tohoto složitého biochemického procesu podléhají největším změnám laktóza a mléčné



bílkoviny, u některých sýrů i tuk. Chuť a vůně sýrů jsou výsledkem proteolýzy, lipolýzy a následné tvorby aromatických sloučenin. Produkty všech těchto pochodů reagují i navzájem, přičemž vzniká mnoho nových látek, které ovlivňují výslednou senzoryckou jakost sýrů.

Už při úpravě mléka, sýření, formování, lisování a solení probíhá tzv. předběžné zrání sýrů, které ovlivňuje strukturu, konzistenci a další průběh zrání. Předběžné zrání, kde se uplatňují především tzv. primární kultury, je charakterizováno přeměnou laktózy na kyselinu mléčnou a částečným rozkladem bílkovin. Následující proces zrání označujeme jako hlavní zrání, během kterého probíhá další rozklad bílkovin na jednodušší polypeptidy, dipeptidy až na jednotlivé aminokyseliny a rovněž nastává hydrolyza tuků. Rozkladem bílkovin vznikají také těkavé mastné kyseliny, které se podílejí na vzniku chuti sýra. Podle množství a podle stupně rozložení bílkovin rozeznáváme rozsah zrání (poměr dusíku látek rozpustných ve vodě k dusíku všech dusíkatých látek) a hloubku zrání (poměr dusíku aminokyselin a amoniaku k dusíku všech dusíkatých látek). Lipidy se rozkládají na glycerol a volné mastné kyseliny a podílejí se na správné chuti sýrů. Mastné kyseliny jsou zároveň prekurzory v řadě katabolických reakcí, které vedou ke vzniku dalších chuťově aktivních látek, např. esterů, ethylesterů, thioesterů, laktonů, vznikají volné těkavé kyseliny, zejména mravenčí, octová, jantarová.

Při zrání rozlišujeme zrání v celé hmotě (anaerobní) a zrání od povrchu (aerobní) působením povrchové mikroflóry. U sýrů se mohou oba typy doplňovat, u tvrdých sýrů převládá anaerobní zrání, u sýrů zrající působením sýrového mazu (tvarůžky, romadúr) a sýry s plísni na povrchu (camembert, hermelín) převládá zrání aerobní.

### **Factors affecting cheese ripening**

*Cheese ripening is a production phase that helps shape the final appearance, consistency, aroma, taste and distinctive character of cheeses. Enzymes of rennet (chymosin, pepsin), native enzymes in milk (plasmin, cathepsin D, somatic cell proteinases), enzymes of starter cultures, secondary cultures (which only affect some types of cheese), enzymes of non-starter or random (wild) bacteria and sometimes even exogenous enzymes added to accelerate ripening are involved in the ripening of cheeses. During this complex biochemical process, lactose and milk proteins, and in some cheeses also fat, are subject to the greatest changes. The taste and smell of cheeses are the result of proteolysis, lipolysis and the subsequent formation of aroma-forming compounds. The products of all these processes also react with each other, creating many new substances that affect the resulting sensory quality of the cheeses.*

*The preliminary ripening of cheeses, which affects the structure, consistency and the further course of ripening, already takes place during the treatment of milk, curdling, forming, pressing and salting. Pre-ripening mainly uses primary cultures and is characterized by the conversion of lactose into lactic acid and the partial breakdown of proteins. We refer to the following ripening process as the main ripening, during which proteins are further broken down into simpler polypeptides, dipeptides and even individual amino acids, and fat hydrolysis also takes place. Decomposition of proteins also produces volatile fatty acids, which contribute to the flavor of cheese. Lipids are broken down into glycerol and free fatty acids.*

*During ripening, we distinguish between ripening in the whole mass (anaerobic) and ripening from the surface (aerobic) due to the action of surface microflora. Both types of ripening can complement each other in cheese, anaerobic ripening predominates in hard cheeses, aerobic ripening predominates in cheeses ripened by the action of fungal cultures*



## L14

### PŘÍRODNÍ ANTINUTRIČNÍ A TOXICKÉ LÁKY V POTRAVINÁCH A MOŽNOSTI JEJICH MINIMALIZACE PŘI PŘÍPRAVĚ POKRMŮ

Dostálová J.

Společnost pro výživu

Přírodní antinutriční a toxické látky jsou obsaženy téměř výlučně v potravinách rostlinného původu. Obsah těchto látek je nutné při přípravě pokrmů co nejvíce snížit. V případě antinutričních látek se jedná o inhibitory enzymů, zejména trypsinu, lektiny, kyselinu šťavelovou a fytovou, nestravitelné oligosacharidy aj. Z přírodních toxických látek je nutné snížit zejména obsah solaninu a chakoninu v bramborách. Při přípravě pokrmů je také nutné zabránit vzniku rizikových látek, zejména při smažení a grilování.

#### **Natural anti-nutritional and toxic substances in food and the possibilities of their minimization during food preparation**

*Natural anti-nutritional and toxic substances are contained almost exclusively in plant-based foods. The content of these substances must be reduced as much as possible when preparing food. In the case of anti-nutritional substances, these are enzyme inhibitors, especially trypsin, lectins, oxalic and phytic acid, indigestible oligosaccharides, etc. Of the natural toxic substances, it is necessary to reduce especially the content of solanine and chakonine in potatoes. It is also necessary to prevent the formation of hazardous substances during food preparation, especially during frying and grilling.*

## L15

### UMĚLÁ INTELIGENCE POMÁHÁ V BOJI PROTI MÝTŮM

Brát J.

Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin

#### **Úvod**

Mýty o potravinách jsou velmi vděčným tématem, které plní různé webové stránky. Hodně mýtů koluje o řepce a řepkovém oleji. Intenzita šíření mýtů vzrůstá v období květu řepky. Mýty a jejich vyvracení jsou v přehledu zpracovány v brožuře<sup>1</sup>.

Jedním z trendů poslední doby je používání umělé inteligence k různým účelům. Použití je jednoduché. Práci zvládne v podstatě každý se základní počítačovou gramotností. Zrodil se nápad vyzkoušet umělou inteligenci, jak bude reagovat na položené dotazy ohledně mýtů, které se šíří v souvislosti s řepkovým olejem.

#### **Experimentální část**

Pro navození modelové situace posloužil jeden starší článek na webu, který zmiňuje 10 rizik spojených s konzumací řepkového oleje<sup>2</sup>:

1. Odbourávání vitamínu E.
2. Zvýšení tuhosti membrán v těle, což může vést k většímu riziku vzniku degenerativních onemocnění.
3. Zhoršuje alergie a dráždí zvláště pacienty s bronchitidou a astmatem.



4. Zvyšuje výskyt rakoviny plic.
5. Zkracuje délku života.
6. Snižuje množství krevních destiček.
7. Zvyšuje hladinu triglyceridů až o 40 %.
8. Rychle se kazí a blokuje činnost důležitých enzymů.
9. Usnadňuje průnik volných radikálů do těla a snižuje účinnost antioxidantů.
10. Prakticky nepoznáte, že je zkažený, a častokrát tak konzumujete pouze zatuchlý koktejl chemických látek.

Běžný čtenář, který se hlouběji nezaobírá problematikou výživy, asi nebude schopen rozlišit, zda tvrzení a podpůrná argumentace jsou skutečně založeny na vědeckém základě. Co si o tom bude myslet umělá inteligence?

Výše uvedená „rizika“ byla přeformulována do formy dotazů, které byly položeny umělé inteligenci. Pro účely experimentu byla zvolena aplikace Chat GPT Online – AI Chatbot (<https://chat-gpt.org/chat>). Konverzace s umělou inteligencí je interaktivní, systém reaguje v podstatě okamžitě a odpověď je k dispozici řádově v jednotkách sekund.

### Výsledky a diskuse

Dotazy položené umělé inteligenci a její odpovědi jsou uvedeny v následujícím přehledu:

DOTAZ: Způsobuje řepkový olej odbourávání vitamínu E?

ODPOVĚĎ UMĚLÉ INTELIGENCE: Řepkový olej nezpůsobuje odbourávání vitamínu E. Naopak obsahuje vysoké množství tohoto antioxidantu a přispívá k jeho ochraně v těle. Vitamin E je rozpustný v tucích, stejně jako řepkový olej, a proto se navzájem podporují.

DOTAZ: Ovlivňuje řepkový olej tuhost membrán v těle?

ODPOVĚĎ UMĚLÉ INTELIGENCE: Ano, řepkový olej může ovlivňovat tuhost membrán v těle. Obsahuje totiž vysoké množství nenasycených mastných kyselin, zvláště omega-3 mastné kyseliny, které jsou klíčové pro správnou funkci membrán v těle. Omega-3 mastné kyseliny mají schopnost ovlivňovat strukturu membrán a zlepšovat jejich fluiditu a pružnost. To zase umožňuje membránám efektivněji plnit své funkce, jako je transport látek, signalizace mezi buňkami a udržování integrity buněk. Vědecké studie také naznačují, že konzumace potravin bohatých na omega-3 mastné kyseliny, jako je řepkový olej, může mít pozitivní vliv na zdraví srdce, snižovat záněty a podporovat zdraví mozku a očí. Nicméně, je třeba mít na paměti, že výsledky se mohou lišit v závislosti na množství a kvalitě oleje, individuální reakci každého těla a dalších faktorech, jako je celková strava a životní styl.

DOTAZ: Způsobuje dráždivost osob s bronchitidou či astmatem kvetoucí řepka nebo řepkový olej?

ODPOVĚĎ UMĚLÉ INTELIGENCE: Kvetoucí řepka může způsobit dráždivost a alergické reakce u některých lidí s bronchitidou či astmatem, zejména u těch, kteří jsou alergičtí na pyl. Stejně tak může dráždit dýchací cesty i řepkový olej, pokud je vdechován ve větších množstvích. Je tedy vhodné se vyhybat těmito látkám, pokud vyvolávají nepříjemné příznaky.

DOTAZ: Zvyšuje řepkový olej výskyt rakoviny plic?

ODPOVĚĎ UMĚLÉ INTELIGENCE: Neexistují dostatečné důkazy pro to, aby se potvrdilo, že konzumace řepkového oleje může zvyšovat riziko vzniku rakoviny plic. Výzkumy se zatím neshodují, ale některé studie uvádějí, že nenasycené mastné kyseliny v řepkovém oleji mohou snižovat riziko vzniku určitých typů rakoviny. Každopádně by měl být řepkový olej konzumován s mírou v rámci vyvážené a zdravé stravy.

DOTAZ: Zkracuje řepkový olej délku života?

ODPOVĚĎ UMĚLÉ INTELIGENCE: Jako umělá inteligence nemohu poskytnout lékařské rady nebo doporučení týkající se zdraví. Nicméně, řepkový olej obsahuje nenasycené mastné kyseliny, které jsou přínosné pro zdraví a mohou dokonce snížit riziko srdečních onemocnění



a cukrovky. Pokud ho konzumujete v mírných dávkách jako součást vyvážené stravy, pravděpodobně nezkracuje vaši délku života. Nicméně, pokud konzumujete velké množství nezdravých jídel, které jsou bohaté na nasycené tuky a cukr, mohou být negativní dopady na vaše zdraví a délku života. Dávejte proto pozor na celkovou kvalitu svého stravování.

DOTAZ: Snižuje řepkový olej množství krevních destiček?

ODPOVĚĚ UMĚLÉ INTELIGENCE: Neexistují dostatečné vědecké důkazy pro tvrzení, že řepkový olej by snižoval množství krevních destiček v krvi. Nicméně, řepkový olej obsahuje zdravé mastné kyseliny, které mohou být prospěšné pro celkové zdraví srdce a cév. Pokud máte otázky týkající se vašeho zdraví, poraďte se prosím se svým lékařem nebo výživovým specialistou.

DOTAZ: Zvyšuje řepkový olej hladinu triglyceridů v krvi?

ODPOVĚĚ UMĚLÉ INTELIGENCE: Ne, řepkový olej snižuje hladinu triglyceridů v krvi. Obsahuje nenasycené mastné kyseliny, které pomáhají snižovat hladinu "špatného" LDL cholesterolu a zvyšovat hladinu "dobrého" HDL cholesterolu v krvi, což může snižovat riziko srdečních chorob.

DOTAZ: Usnadňuje řepkový olej průnik volných radikálů do těla?

ODPOVĚĚ UMĚLÉ INTELIGENCE: Ne, řepkový olej není známý pro usnadňování průniku volných radikálů do těla. Ve skutečnosti má řepkový olej vysoký obsah antioxidantů, jako jsou vitaminy E a K, které se úspěšně bojují s volnými radikály v těle a pomáhají chránit buňky před poškozením. Proto může být řepkový olej považován za užitečný přírodní prostředek při preventivní ochraně proti volným radikálům.

DOTAZ: Blokuje řepkový olej činnost důležitých enzymů?

ODPOVĚĚ UMĚLÉ INTELIGENCE: Ne, řepkový olej neblokuje činnost důležitých enzymů. Naopak je bohatý na esenciální mastné kyseliny a vitaminy, jako jsou například omega-3 mastné kyseliny, vitamín E a vitamín K. Tyto látky podporují správnou činnost enzymů a metabolismus v těle. Řepkový olej se také často používá v potravinářském průmyslu jako zdroj zdravých tuků.

DOTAZ: Jak poznáte, že je řepkový olej zkažený?

ODPOVĚĚ UMĚLÉ INTELIGENCE: Existuje několik způsobů, jak poznat, že je řepkový olej zkažený:

**Zápach:** Pokud má řepkový olej hořkou, žluklou nebo štiplavou vůni, může to být známka toho, že olej je zkažený. **Chuť:** Stejně jako zápach, pokud má řepkový olej nepříjemnou chuť, která se liší od jeho normální chuti, může to být známka toho, že olej je zkažený. **Barva:** Pokud je řepkový olej tmavší nebo zakalený, může to být známka toho, že olej je zkažený. **Konzistence:** Pokud má řepkový olej výraznější hustotu nebo řidkost, může to být známka toho, že olej je zkažený.

Je důležité pečlivě skladovat řepkový olej na chladném a suchém místě, aby se zabránilo jeho zkáze. Pokud máte podezření na to, že je řepkový olej zkažený, je lepší ho vyhodit a zakoupit nový.

Premiér Petr Fiala položil umělé inteligenci dotaz, co by vzkázala delegátům ideové konference ODS konané v květnu 2023. Odpověď není důležitá z pohledu tohoto článku, nicméně to posloužilo jako inspirace pro obecný dotaz, co by umělá inteligence doporučila pro boj s mýty, které se ohledně olejů šíří po internetu.

DOTAZ: Jak může umělá inteligence pomoci v boji proti mýtům o tucích, které se šíří po internetu?

ODPOVĚĚ UMĚLÉ INTELIGENCE: Umělá inteligence může pomoci v boji proti mýtům o tucích několika způsoby:

1. Monitorování sociálních sítí a internetových diskuzí – umělá inteligence může monitorovat různé platformy na internetu a pomocí algoritmů identifikovat příspěvky, které obsahují mýty o tucích.





2. Analýza dat a fakta checking – umělá inteligence může analyzovat data a pomocí různých zdrojů ověřovat, zda jsou fakta v daných příspěvcích pravdivá.
3. Vytváření a sdílení obsahu – umělá inteligence může vytvářet informační kampaně a obsah, který pomáhá odhalovat mýty o tucích a poskytuje relevantní informace.
4. Osobní doporučení – umělá inteligence může na základě informací o uživateli poskytnout personalizované doporučení o správné výživě a zdravém stravování.

Všechny tyto způsoby mohou pomoci odhalit a omezit šíření mýtů o tucích na internetu a poskytnout uživatelům relevantní a pravdivé informace o výživě.

V bodě 2 umělá inteligence sama navrhla ověřit, zda tvrzení prezentovaná na internetu jsou vědecky podložená nebo se jedná o mýty.

## **Závěr**

Umělá inteligence je zajímavý a praktický nástroj pro běžného spotřebitele, pokud si chce ověřit správnost některých nesmyslných tvrzení, která se často objevují na webu. Je schopna odpovědět i na relativně specifické a detailní otázky. Pokud se však dotazy týkají specifických zdravotních aspektů, bývají odpovědi méně konkrétní a odkazují se na konzultace s lékařem.

## **Poděkování**

*Příspěvek vznikl za finanční podpory z prostředků Ministerstva zemědělství v rámci projektu “Naučte se používat jedlé tuky a oleje”.*

## **Literatura**

1. Brát J., Baranyk P., Mýty a fakta o pěstování a zpracování řepky olejky v ČR. Typus Pro s.r.o., Praha 2019.
2. Prokopová Z., 10 rizik řepkového oleje, o kterých jste netušili. 30.10.2017. Staženo z internetu 29.06.2023. <https://ceskozdrave.cz/10-rizik-repkove-oleje-kterych-netusili/>

## **L16**

### **MOLEKULOVÁ SPEKTROSKOPIE V POTRAVINÁŘSTVÍ**

Sedliaková M.

NICOLET CZ s. r. o.

Molekulová spektroskopie se řadí mezi nedestruktivní experimentální metody. Pomocí této metody lze velmi rychle získat cenné informace o zkoumaném vzorku. Molekulová spektroskopie využívá interakce záření se vzorkem s cílem využít získané spektrum na určení kvalitativního a/nebo kvantitativního složení vzorku. Vedle těchto informací je možné sledovat i strukturu, homogenitu vzorku nebo monitorovat průběh chemických reakcí.

V potravinářství se molekulová spektroskopie využívá k rychlému kontrole vstupních surovin, meziproductů i hotových výrobků. Stále častěji se nasazuje i jako on-line metoda při monitorování výrobních procesů s cílem předejít odchylkám ve výrobním procesu.

### **Molecular spectroscopy in food industry**

*Molecular spectroscopy is classified as a non-destructive experimental method. Using this method, valuable information about the sample can be obtained very quickly. The sample is not damaged by the analysis and yet provides information on its composition. The vibrational energy values obtained are related to the strength of the chemical bonds, the molecular geometry and the mass of the nuclei, i.e. the molecular structure in general. Molecular spectroscopy uses the interaction of radiation with the sample in order to use the spectrum obtained to determine the qualitative and/or quantitative composition of the sample.*



*In the malting, brewing industries and wine production, molecular spectroscopy is used to quickly check raw material inputs and finished products. It is also increasingly being deployed as an on-line method to monitor the various stages of production in order to prevent deviations in the production process.*

## **L17**

### **PREZENTACE FIRMY MERCK**

Sedlářová R.

Merck Life Science, s.r.o.

Komerční prezentace ve foyer  
*Commercial presentation in the foyer*

## **L18**

### **PREZENTACE DIVIZE PROFOOD, JEMO TRADING**

Chvířová M.

JEMO TRADING, Bratislava

Komerční prezentace ve foyer  
*Commercial presentation in the foyer*

## **L19**

### **PREZENTACE FIRMY GENEPROOF**

Kunc M.

GeneProof® a.s.

Komerční prezentace ve foyer  
*Commercial presentation in the foyer*

## **L20**

### **NETRADIČNÍ OBILOVINY - PŠENICE JEDNOZRNKA A ŽITO TRSNATÉ**

Filip P., Hrušková M.

Svaz průmyslových mlýnů ČR Praha

Potravinářská pšenice a žito tvoří základní tuzemské suroviny pro mlýnský průmysl a z nich vyrobené mlýnské výrobky jsou téměř z 90 % zpracovávány na cereální výrobky. Sortiment chleba a pečiva v množství téměř 100 kg na osobu a rok představuje hlavní skupinu potravin nejen sytícího charakteru, ale jsou i zdrojem bílkovin a vlákniny rostlinného původu.





V souvislosti s rostoucí poptávkou po netradičních a bio výrobcích stoupá zájem o pěstování původních druhů obilovin, které byly základem pro vyšlechtění současných výnosově výkonných odrůd pšenice a žita. Do této skupiny patří mimo jiné pšenice jednozrnka a žito trsnaté.

Pšenice jednozrnka je prapůvodní druh pluchaté pšenice, kterou zemědělci pěstovali již před 10 - 12 tisíci lety. Jednozrnka planá (*Triticum boeoticum*) byla jako první druh pšenice domestikovaná na kulturní jednozrnku (*Triticum monococcum*) za účelem lidské výživy. Průměrné složení jednozrnky je téměř srovnatelné s odrůdami pšenice seté. Uvádí se obsah bílkovin 17,6 %, sacharidů 62,0 %, vlákniny 8,7 % a tuků 3,6 %. Energií 100 g odpovídá 1480 KJ. Jednozrnka je vhodná pro pěstování v režimu ekologického zemědělství. Vysoký obsah karotenoidů barví chléb mírně do žluta. Mouka z jednozrnky je pro nižší obsah lepku ceněná pro výrobu nekynutých cereálních výrobků (sušenek, oplatek, pizzy). Zrno obsahuje lepek, takže není vhodné pro osoby trpící celiakií.

Žito trsnaté (*Secale cereale* var. *multicaule*) je starý druh žita, který se dříve pěstoval na lesních mýtinách, a má mnoho lidových názvů, nejčastěji křibice. Z agronomického hlediska se vyznačuje nízkým výnosem, ale roste dobře i v nepříznivých podmínkách. Přínosem je forma užití jako zelená hmota a zrno. Složení žita trsnatého je srovnatelné s odrůdami žita setého. Uvádí se obsah bílkovin 16 %, sacharidů 69,5 %, vlákniny 15,2 % a tuku 2,4 %. Energií 100 g odpovídá 333 kcal. Za přednost žita trsnatého lze označit obsah tokolů s preventivní funkcí civilizačních chorob. V roce 2003 byla povolena odrůda Lesan a lze ji pěstovat z podzimního, jarního i letního výsevu. V odrůdových zkouškách měla v moukách vyšší obsah popela o 0,07 - 0,32 %. Nižší množství bílkovin není v žitných moukách hodnoceno negativně.

Cílem šlechtění je uvádět na trh agronomicky výnosové odrůdy se zachováním jakostních ukazatelů zejména pro potravinářské užití. Pro ekologické pěstování jsou nabízeny obiloviny s odlišným využitím a nutričním přínosem.

### **Old cereals - wheat *Triticum monococcum* and rye *Secale cereale* var. *multicaule***

*Wheat and rye belong to the basic material for milling industry. Products prepared from these cereals rang among basic stable food with daily consumption. Every Czech person had eaten about 100 kilos cereal product per year. Wheat and rye flours as a basic raw material for the most cereal products have not only fulfilling function but are known their nutrition effect by means of proteins and dietary fiber contents. Modern consumer claims tend to untraditional and bio products and its means to growing old cereals as wheat *Triticum monococcum* and rye *Secale cereale* var. *multicaule*.*

*Wheat *Triticum monococcum* belongs to old sorts, which were cultivated before 10 -12 thousand years. As a first cereals was used for people consumption. Grain structure is similar to modern food wheat and contains 17.6% protein, 62.0% starch, 8.7% fiber and 3.6% fat. *Triticum monococcum* serves for cultivated at eco farming. For higher content of flour carotenoids, the bread has yellow colour. Variety Rumona can be used for winter as summer snowing. Lower contents of protein seem to be suitable for no fermented cereal food as cookie, pastry and pizza. For flour content of gluten there is impossible for person with celiatic*

*Rye *Secale cereale* var. *multicaule* belongs to old sorts, which was cultivate in medieval age at forest place and has many archaic names (křibice, forest rye, James rye). As far as agronomical point of view has low grain yield, but can grow in worse climatic and soil conditions. To positive aspects belong to using as grain and green growth. Grain structure is similar to modern food rye and contains 16.0% protein, 69.5% starch, 15.2% fiber and 2.4% fat. Contain of tocol components is appreciate for nutrition benefits reason. Variety Leson can be used for winter and summer snowing.*

*Aims of modern cultivation are prepared of agronomical cereals varieties with standard gown procedures and quality parameters mostly for using of food reason. For eco cultivation seem to be positive older sorts with specific use and nutrition value.*



**MYKOTOXINY A JEJICH „MASKOVANÉ“ FORMY VE VÝROBCÍCH NA BÁZI OVSA**

Průšová N., Džuman Z., Behner A., Doležalová T., Hajšlová J., Stránská M.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha

Mykotoxiny jsou toxické sekundární metabolity produkované mikroskopickými vláknitými houbami, které kontaminují různé druhy plodin. Mezi hlavní kontaminanty ovsa a produktů na bázi ovsa patří HT-2 a T-2 toxin (HT-2 a T-2), které mohou ovlivňovat proteosyntézu a způsobovat střevní toxicitu. V potravinách a krmivech jsou rutinně sledovány, avšak kromě těchto volných forem je značná část z nich vázána v různých konjugátech (tzv. „maskovaných“ formách), zejména s jednoduššími a složitějšími sacharidy. V současnosti je však kvantifikace nativních forem konjugovaného HT-2/T-2 problematická vzhledem k nedostupnosti analytických standardů. Cílem této studie bylo vyvinout metodu umožňující nepřímou kvantifikaci těchto konjugátů, která je založena na jejich efektivní izolaci pomocí imuno-afinitní chromatografie a následné enzymatické hydrolýze. Analytické stanovení bylo provedeno pomocí ultra-účinné kapalinové chromatografie ve spojení s tandemovou vysokorozlišovací hmotnostní spektrometrií. Tato metoda byla validována a následně aplikována na 52 produktů na bázi ovsa z české tržní sítě. HT-2 a T-2 byl stanoven v 92 % vzorků (suma HT-2+T-2 se pohybovala v rozmezí <0,4–142 µg/kg). Ve většině vzorků byly také detekovány monoglukosidy HT-2/T-2 a diglukosidy HT-2. Po enzymatické hydrolýze byl obsah HT-2 ve vzorcích navýšen oproti původnímu volnému HT-2 o 0–129 %, průměrně o 20 % (pro všech 52 vzorků), což je dvakrát více, než bylo uvažováno Evropským úřadem pro bezpečnost potravin v roce 2017 pro účely hodnocení zdravotních rizik plynoucích z přítomnosti modifikovaných mykotoxinů (10 % pro sumu HT-2+T-2, EFSA, 2017). Nejvíce kontaminovanou kategorií potravin byly oblíbené snídaňové cereálie – ovesné vločky. Dosažené výsledky ilustrují, že glykosylované mykotoxiny ve výrobcích na bázi ovsa mohou významně přispět k naplnění až překročení akutní referenční dávky či tolerovatelného denního příjmu stanovené pro HT-2+T-2, zejména pro děti, ženy či osoby s nízkou tělesnou hmotností.

**Mycotoxins and their ‚masked‘ forms in oat-based products**

*Mycotoxins are toxic secondary metabolites produced by microscopic filamentous fungi that contaminate various crops. Among the main contaminants of oats and oat-based products are HT-2 and T-2 toxin (HT-2 and T-2), which can affect proteosynthesis and cause intestinal toxicity. They are routinely monitored in food and feed, but apart from these free forms, a significant part of them is bound in various conjugates (so-called ‚masked‘ forms), especially with simpler/more complex carbohydrates. Currently, however, quantification of the native forms of conjugated HT-2/T-2 is problematic due to the unavailability of analytical standards. The aim of this study was to develop a method enabling the indirect quantification of these conjugates based on their efficient isolation using immuno-affinity chromatography and subsequent enzymatic hydrolysis. Analytical determination was performed using ultra-high performance liquid chromatography and tandem high-resolution mass spectrometry. This method was validated and applied to 52 oat-based products from the Czech market network. HT-2 and T-2 was determined in 92% of samples (the sum of HT-2+T-2 was in the range <0.4–142 µg/kg). HT-2/T-2 monoglucosides and HT-2 diglucosides were also detected in most samples. After enzymatic hydrolysis, the HT-2 content in samples was increased by 0–129%, an average by 20% (for all 52 samples), compared to the original free HT-2, which is twice as much as was considered by the European Food Safety Authority in 2017 for health risk*



*assessment purposes arising from the presence of modified mycotoxins (10% for the sum of HT-2+T-2, EFSA, 2017). The most contaminated food category were popular breakfast cereals – oat flakes. The achieved results illustrate that glycosylated mycotoxins in oat-based products can significantly contribute to fulfilling or exceeding the acute reference dose or tolerable daily intake established for HT-2+T-2, especially for children, women or persons with low body weight.*

## **L22**

### **VNÍMÁNÍ CHLADIVÉ CHUTI - MENTHOL A TI DRUZÍ**

Panovská Z., Mačurová K., Hrdličková M., Ilko V., Doležal M.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha

Senzorická analýza je obor, který se zabývá hodnocením výrobků pomocí lidských smyslů. Pokud se zabývá potravinářskými výrobky, pak největší roli při posuzování hrají z lidských smyslů chuť a čich. Čichem rozpoznáváme desetitisíce vůní, zatímco množství popsanych chutí je poměrně malé. Rozpoznáváme základní chutě, kam se řadí sladká, hořká, kyselá, slaná a umami chuť. Základní chutě jsou vnímány přes receptory dané pro určitou chuť. Další tzv. odvozené chuti jsou vnímány hlavně přes trigeminální nerv. V poslední době se věnuje pozornost chladivé chuti. Způsob, jakým lidské tělo vnímá chladivý vjem, je stále předmětem bádání. Největší průlom přišel v 90. letech 20. století, kdy byly objeveny a popsány receptory, které jsou za vnímání teplotních vjemů zodpovědné. Pokusy byly prováděny hlavně s kapsaicinem a mentholem. Za objev tohoto a dalších receptorů thermo a mechanoreceptorů byla v roce 2021 udělena i Nobelova cena za fyziologii a lékařství.

Látek, které vyvolávají chladivý vjem, je více, ale největší pozornost je věnována mentholu a jeho derivátům.

Příspěvek se zabývá výsledkům senzoričkého hodnocení chladivé chuti mentholu při různých koncentracích, a zda má změna matrice vliv na jeho vnímání. Chladivý vjem byl zkoumán i z opačného úhlu pohledu, tedy nejenom jak je vnímán, ale i jak jeho chladivý vjem ovlivňuje vnímání senzoričkého profilu potravin.

#### **The perception of the cooling taste of menthol and the others**

*Sensory analysis is a field that deals with product evaluation by using the human senses. When dealing with food products, taste and smell play the biggest role in judging from the human senses. We can smell tens of thousands of scents, while the amount of tastes described is relatively small. We recognise the basic tastes, which include sweet, bitter, sour, salty and umami. The basic tastes are perceived through receptors given for a certain taste. Other tastes are perceived mainly through the trigeminal nerve. Recently, attention has been paid to the cool taste. The way the human body perceives cooling sensation is still a subject of studies. The biggest breakthrough came in the 1990s, when the receptors responsible for temperature perception were discovered. The discovery of this and other thermo and mechanoreceptor receptors was also awarded the Nobel Prize in Physiology and Medicine in 2021.*

*There are more substances that produce cooling sensation, but most attention is paid to menthol and its derivatives. The paper looks at the results of sensory evaluation of the cooling taste of menthol at different concentrations, and whether the changes in matrix affects its perception. The cooling sensation has also been studied from the opposite point of view, i.e. not only how it is perceived, but also how its cooling sensation affects the perception of the sensory profile of foods.*



## CHOVÁNÍ A ZMĚNY STAVU STŘÍBRNÝCH NANOČÁSTIC DISPERGOVANÝCH DO MLÉKA

Revenco D., Petrová J., Koplík R.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha

Nanočástice stříbra (Ag NPs) jsou pro své antimikrobiální účinky častou používány v různých oborech, např. v kosmetice nebo textilním průmyslu. Celosvětovým objemem výroby (stovky tun ročně) patří Ag NPs mezi nejvíce užívané nanomateriály. V důsledku masivního používání se Ag NPs objevují v životním prostředí jako kontaminanty a mohou pronikat i do potravního řetězce. Kontaminace potravin různými nanomateriály tedy není vyloučena, takže je nutné vyvíjet analytické metody pro jejich stanovení. Jednou z možných cest kontaminace potravinových surovin a výrobků je použití pitné vody při výrobě. Pokud je totiž pitná voda získávána úpravou vody povrchové, pak anorganické nanočástice, které jsou téměř vždy v povrchových vodách přítomny, nemusejí být běžnými čistícími procesy zcela odstraněny.

Pro expozici konzumenta nanočásticemi pocházejícími ze stravy je důležité, zda se tyto nanočástice v chemickém prostředí potravin a lidském gastrointestinálním traktu nějak mění. V této práci jsme se zaměřili na stabilitu Ag NPs ve vodné disperzi sušeného mléka a změny Ag NPs při simulované digesci takové disperze.

Nanočástice kovů nebo jejich sloučenin, které jsou obsažené v různých vzorcích, lze charakterizovat řadou instrumentálních technik. Pro stanovení malých počtů nanočástic a určování distribuce jejich velikosti je vhodná technika analýzy jednotlivých částic hmotnostní spektrometrií s indukčně vázaným plazmatem (single particle ICP-MS). Tato technika je založena na hmotnostně spektrometrickém měření intenzity izotopového iontu příslušného prvku (zde  $^{107}\text{Ag}^+$ ) s velmi vysokou frekvencí záznamu při nasávání dostatečně zředěného kapalného vzorku (vodné disperze) do zmlžovače, přičemž vznikající aerosol je pak veden do výboje argonového plazmatu. V plazmatu nastává vypaření, atomizace a ionizace příslušného prvku. Vypaření stříbrné částice rozměru desítek nanometrů, která obsahuje stovky tisíc až desítky milionů atomů Ag, vyvolá krátký signál (doba cca 0,5 ms) ve tvaru píku, jehož plocha je úměrná hmotnosti stříbra v částici. Z počtu zaznamenaných signálů za dobu měření lze při stálém průtoku vzorku odvodit počet nanočástic, a tedy i koncentraci počtu částic  $N$  v jednotkovém objemu vzorku ( $N$  se udává např. v  $\text{ml}^{-1}$ ). Z velikosti (plochy) píku lze na základě kalibrace odvodit hmotnost kovu v nanočástici a za předpokladu kulového tvaru vypočítat průměr nanočástice (vyjádřený v nm). Výsledkem analýzy je tedy informace o počtu částic a distribuci jejich velikosti.

Zabývali jsme se stabilitou nanočástic stříbra dispergovaných do mléka a změnami těchto nanočástic po enzymové digesci nanočásticemi obohacené mléčné disperze za simulovaných gastrointestinálních podmínek. Výchozím materiálem byly nanočástice známé velikostní distribuce o střední velikosti 59 nm. Abychom zachovali neměnné složení mléčné matrice, připravovali jsme disperze nanočástic do vodné disperze sušeného odtučněného mléka (v podstatě do zředěného rekonstituovaného mléka). Analýzy je nutné provádět při značném zředění vzorku (koncentrace mléčné sušiny maximálně  $50 \text{ mg l}^{-1}$ ), protože vlastnosti disperze se skokově mění při koncentraci mléčné sušiny přibližně  $100 \text{ mg l}^{-1}$ . Hmotnostní koncentrace přidaného stříbra ve formě nanočástic do konečné zředěné disperze byla cca  $0,11 \text{ ng ml}^{-1}$  a nominální koncentrace počtu částic  $85\,000 \text{ ml}^{-1}$ . Při sledování časové stability počtu Ag NPs rozptýlených do mléčné disperze jsme zjistili, že po třech hodinách kontaktu zůstává výchozí počet částic nezměněn. Po kontaktu trvajícím 24 hodiny jsou patrné mírné odchylky v distribuci



velikosti částic, ale počet částic se mění jen málo. To by znamenalo, že v mléce kontaminovaném nanočásticemi stříbra by tyto částice patrně přetrvávaly až do doby, kdy bude mléko dodáno spotřebiteli.

Enzymová digesce vzorků simulující procesy trávení v gastrointestinálním traktu byla prováděna inkubací s pepsinem (37 °C, 3 h) v prostředí HCl na následně po úpravě pH na 7,5 inkubací s pankreatinem (37 °C, 3 h). Hydrolyzát byl po patřičném zředění analyzován technikou sp-ICP-MS. Nanočástice stříbra po provedené enzymové hydrolyze v mléčné matrici ve značné míře přetrvávají. V závislosti na podmínkách digesce však nastávají změny zahrnující částečné rozpouštění a přeměnu na ionty  $\text{Ag}^+$ , zmenšování velikosti nanočástic, zmenšování i zvětšování velikosti nanočástic a jejich agregaci. Hmotnostní bilance ukázala, že jedna desetina až jedna třetina stříbra obsaženého ve výchozích nanočásticích přechází do roztoku. Současně se distribuce velikosti posunuje směrem k menším hodnotám průměru částic. Pro expozici konzumenta nanočásticím stříbra to znamená, že nanočástice obsažené ve stravě alespoň zčásti odolávají procesům trávení a mohou při vstřebávání zčásti pronikat do vnitřních orgánů těla.

### **Behaviour and changes of silver nanoparticles dispersed in milk**

*Silver nanoparticles (Ag NPs) are often used in various fields (e.g. cosmetics or textile industry) due to their antimicrobial effects. With a worldwide production of hundreds of tonnes per year, Ag NPs are among the most widely used nanomaterials. As a consequence of their massive use, Ag NPs appear as contaminants in the environment and can also enter the food chain. Therefore, some contamination of food with various nanomaterials is not excluded, and analytical methods for their determination need to be developed. One possible route of contamination of food raw materials and products is the use of drinking water. If drinking water is obtained by surface water treatment, the contamination is possible, because inorganic nanoparticles, which are almost always present in surface water, might not be completely removed by conventional purification processes.*

*To consider the exposure of consumer to nanoparticles from the diet, it is important to know whether these nanoparticles are altered in the chemical environment of the food and in the human gastrointestinal tract. In this work, we focused on the stability of Ag NPs in aqueous dispersion of milk powder and the changes of Ag NPs during simulated digestion of such dispersion.*

*The nanoparticles of metals or their compounds, which are contained in various samples, can be characterized by various instrumental techniques. Single particle inductively coupled plasma mass spectrometry (sp-ICP-MS) is a suitable technique to determine small numbers of nanoparticles and their size distribution. This technique is based on the mass spectrometric measurement of the intensity of the isotopic ion of the element of interest (here  $^{107}\text{Ag}^+$ ) at a very high recording frequency while aspirating a sufficiently diluted liquid sample (aqueous dispersion) into the instrument nebulizer and subsequently into an argon plasma discharge. In the plasma, the element is vaporised, atomized and ionized. The vaporisation of a silver particle of tens of nanometres in size, containing hundreds of thousands to tens of millions of Ag atoms, produces a short signal (duration about 0,5 ms) as a peak whose area is proportional to the mass of silver in the particle. At a constant sample flow rate, it is possible to calculate the number of nanoparticles in a sample from the number of signals recorded over the measurement period. The result is given as the concentration of particles number  $N$  per unitary volume ( $N$  is expressed e.g. in  $\text{ml}^{-1}$ ). From the size (area) of the peak, the mass of metal in the nanoparticle can be derived based on the calibration, and subsequently the diameter of the nanoparticle (expressed in nm) can be calculated assuming a spherical shape of the particle. The result of the analysis therefore gives information on the number of particles and their size distribution.*

*We investigated the stability of silver nanoparticles dispersed in milk and the changes of these nanoparticles induced by enzymatic digestion of nanoparticle-enriched milk dispersion*



*under simulated gastrointestinal conditions. The starting material was nanoparticles of known size distribution with a mean size of 59 nm. In order to keep the composition of the milk matrix unchanged, we prepared nanoparticle dispersions in an aqueous dispersion of skim milk powder (essentially diluted reconstituted milk). Analyses must be performed at considerable sample dilution (milk solids concentration of no more than 50 mg l<sup>-1</sup>) because the properties of the dispersion change dramatically at a milk solids concentration of approximately 100 mg l<sup>-1</sup>. The mass concentration of silver added as nanoparticles to the final diluted dispersion was ca 0.11 ng ml<sup>-1</sup> and the nominal particle number concentration was 85 000 ml<sup>-1</sup>. By monitoring the temporal stability of the number of Ag NPs dispersed into the milky dispersion, we found that the initial particle number remained unchanged after three hours of contact. With contact lasting 24 hours, slight variations in the particle size distribution are evident, but the particle number changes only moderately increases. This would mean that in milk contaminated with silver nanoparticles these particles would probably persist until the milk is delivered to the consumer.*

*The enzymatic digestion of samples, which simulated the digestion processes occurring in the gastrointestinal tract, was performed by sample incubation with pepsin (37 °C, 3 h) in HCl followed by incubation with pancreatin (37 °C, 3 h) after pH adjustment to 7.5. The hydrolysate was analysed by sp-ICP-MS technique after appropriate dilution. The experiments showed that silver nanoparticles persisted to a considerable extent in the milk matrix after the enzymatic hydrolysis. However, depending on the starting dose of nanoparticles, some changes occur including the partial dissolution and conversion to Ag<sup>+</sup> ions, shrinking and increasing of nanoparticle size and aggregation. Mass balance showed that one tenth to one third of the silver contained in the starting nanoparticles is transferred into solution. At the same time, the size distribution shifts towards smaller particle diameter values. For consumer exposure to silver nanoparticles, this means that silver nanoparticles in the diet are at least partially resistant to digestion processes and after absorption they could partially enter the internal organs of the body.*

## **L24**

### **APLIKACE β-GALAKTOSIDASY PŘI VÝROBĚ JOGURTŮ S GALAKTOOLIGOSACHARIDY**

Macůrková A. (1), Harkavchenko D. (1), Hyršlová I. (2), Čurda L. (1), Štětina J. (1)

(1) Ústav mléka, tuků a kosmetiky, VŠCHT Praha

(2) Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Praha

Enzym β-galaktosidasa katalyzuje hydrolýzu β-galaktosidů na monosacharidy a také vykazuje transgalaktosylační aktivitu, jejímž produktem jsou galaktooligosacharidy (GOS). GOS mají funkci prebiotik, jsou využitelné pouze střevní mikroflórou a probiotiky a stimulují jejich růst nebo aktivitu. β galaktosidasy se v současné době běžně využívají pro výrobu bezlaktosových produktů. Využitím β galaktosidasy s transgalaktosylační aktivitou by mohly být vyráběny produkty nejen se sníženým obsahem laktosy, ale zároveň i se zvýšeným obsahem prebiotické vlákniny.





Jogurty s obsahem GOS byly připraveny z polotučného UHT mléka obohaceného o sušené odtučněné mléko a prebiotický preparát. Prebiotický preparát byl připraven ze sušené syrovátky a sušeného odtučněného mléka tak, aby výsledná koncentrace laktosy byla 25 %. Do směsi byla přidána  $\beta$ -galaktosidasa. Reakce byla zastavena záhřevem. Takto připravený preparát byl přidán do suroviny pro výrobu jogurtu. Jako zákysová kultura byla použita jogurtová kultura CCDM 176 a *Bifidobacterium subsp. lactis* CCDM 93. V jogurtech byl po dobu 9 týdnů analyzován obsah sacharidů, organických kyselin a počet jogurtových bakterií a bifidobakterií.

Byly získány sensoricky přijatelné jogurty s obsahem oligosacharidů až 1,5 % a laktosy méně než 5 %. Všechny jogurty i po 9 týdnech skladování splňovaly legislativní limit na minimální celkový počet mikroorganismů i bifidobakterií. V případě bifidobakterií byl ve výrobcích s oligosacharidy ve srovnání s kontrolou bez GOS dosažen vyšší počet bifidobakterií na počátku i na konci skladování.

### **Application of $\beta$ -galactosidase in the production of yogurts with galactooligosaccharides**

*The enzyme  $\beta$ -galactosidase catalyzes the hydrolysis of  $\beta$ -galactosides in monosaccharides, but also it can catalyze transgalactosylation reaction which produces galactooligosaccharides (GOS). GOS act as prebiotics, they are utilized only by gut microbiota and probiotics and they stimulate their growth and activity.  $\beta$ -galactosidases are nowadays used for the production of lactose-free products.  $\beta$  galactosidases with transgalactosylation activity could be used for production of lactose-free products with increased content of prebiotic fiber.*

*Yogurts with the content of GOS were prepared from semi-skimmed milk enriched with dried skimmed milk and prebiotic preparation. The prebiotic preparation was prepared from dried whey and dried skimmed milk to gain final lactose content of 25 %. Into such a mixture,  $\beta$ -galactosidase was added. The reaction was stopped by heating. The preparation was mixed with semi-skimmed milk enriched with dried skimmed milk. As a starter, yogurt culture CCDM 176 and *Bifidobacterium subsp. lactis* CCDM 93 were used. In the yogurts the content of saccharides, organic acids, and the total number of yogurt bacteria and bifidobacteria was analyzed for 9 weeks.*

*The prepared yogurts were sensory acceptable and contained up to 1.5 % of oligosaccharides and up to 5 % of lactose. All of the prepared yogurts even after 9 weeks of storage met the legislative limit for the minimal number of microorganisms and bifidobacteria. The total number of bifidobacteria was higher in yogurts containing oligosaccharides than in control yogurts during 9 weeks of storage.*

## **L25**

### **JAK VZNIKAJÍ REAKTIVNÍ KARBONYLOVÉ SLOUČENINY Z OLIGOSACHARIDŮ**

Cejpek K., Šírová A., Tobiška V., Průšová A., Procházková Z.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha

Reaktivní karbonylové sloučeniny (RCS) vznikají při metabolismu sacharidů aj. živin v organismu a jsou nositelem tzv. karbonylového stresu. RCS se ale také tvoří, a to často v podstatně větším rozsahu, během transformace sacharidů (a případně dalších látek, např. lipidů) při technologickém a kulinárním zpracování řady potravin. Nejvýznamnější skupinou RCS, které vznikají během karamelizace nebo Maillardovy reakce cukrů jsou  $\alpha$ -dikarbonylové sloučeniny ( $\alpha$ -DC). Ty jsou podstatně reaktivnější než výchozí cukry a jsou zásadními meziprodukty aromagenních, chromogenních a dalších reakcí, které mění vlastnosti potravin. Nejznámějšími  $\alpha$ -DC jsou 3-deoxyglykosulose (mj. prekurzory typického markeru



Maillardovy reakce, 5-hydroxymethylfuran-2-karbaldehydu, HMF) nebo methylglyoxal. Řada potravin však jako hlavní redukující sacharid obsahuje některý z oligosacharidů s (1→4)-glykosidovou vazbou, jako je maltosa (slad, maltosové aj. sirupy) nebo laktosa (mléčné výrobky). Tyto cukry se v rámci Maillardovy reakce chovají do jisté míry jinak než monosacharidy.

V této práci se zabýváme sledováním vzniku  $\alpha$ -DC z několika redukujících oligosacharidů v modelových reakčních směsích a jejich porovnáním s analogickými reakčními systémy monosacharidů. Také byl stanoven obsah  $\alpha$ -DC ve vybraných potravinách obsahujících tyto oligosacharidy. Bylo potvrzeno, že (1→4)-glykosidově vázané oligosacharidy se přeměňují specifickými reakcemi. Některé  $\alpha$ -DC jsou pak pro oligosacharidy opravdu specifické (např. 3-deoxylaktosulosa nebo 3,4-dideoxypentosulosa), zatímco jiné  $\alpha$ -DC spíše jen typické (např. 4-deoxyglukosulosa a 3-deoxypentosulosa). Pokud se týká rozsahu, resp. rychlosti reakce cukrů na  $\alpha$ -DC, jsou mnohem lepšími prekursory  $\alpha$ -DC ketosy, resp. cukry s ketosovou strukturou na redukujícím konci než aldosovou. Cílený přídavek některých nukleofilních fenolových látek pak vede k selektivnímu snížení koncentrace jednotlivých  $\alpha$ -DC, a představuje tak jeden z možných nástrojů alespoň částečné kontroly Maillardovy reakce.

### How reactive carbonyl compounds are formed from oligosaccharides

*Reactive carbonyl compounds (reactive carbonyl species, RCS) are formed during the metabolism of saccharides and other nutrients in the body and are the cause of so-called carbonyl stress. However, RCS are also formed, often to a significantly higher extent, during the transformation of saccharides (and also other components, e.g. lipids) during the technological and culinary processing of many foods. The most important group of RCS that are formed during Maillard and caramelization reactions of sugars are  $\alpha$ -dicarbonyl compounds ( $\alpha$ -DCs). They are significantly more reactive than the starting sugars and are essential intermediates of aromagenic, chromogenic, and other reactions that change food properties. The best-known  $\alpha$ -DCs are 3-deoxyglycosulose (also a precursor of typical marker of the Maillard reaction, 5-hydroxymethylfuran-2-carbaldehyde, HMF) and methylglyoxal. However, in a number of foods, oligosaccharides with a (1→4)-glycosidic bond such as maltose (in malt, maltose syrups, etc.) and lactose (in dairy products) are present as the main reducing sugar. In the Maillard reaction, these sugars behave somewhat differently than monosaccharides.*

*In this work, we have monitored the formation of  $\alpha$ -DCs from several reducing oligosaccharides in model reaction mixtures and compared them with analogous reaction systems of monosaccharides. The amount of  $\alpha$ -DCs in selected foods containing these oligosaccharides was also determined. It has been confirmed that (1→4)-glycosidically linked oligosaccharides are converted by specific reaction pathways. Some  $\alpha$ -DCs are oligosaccharide-specific (e.g., 3-deoxylactosulose and 3,4-dideoxypentosulose), while other  $\alpha$ -DCs may be rather classified as typical (e.g. 4-deoxyglucosulose and 3-deoxypentosulose). As for the reaction extent and reaction rates of sugars' transformation to  $\alpha$ -DC, ketoses and sugars with a ketose structure at the reducing end are much better precursors of  $\alpha$ -DC than those with aldose structure. A purposeful addition of some nucleophilic phenolic compounds then leads to a selective decrease in the amount of particular  $\alpha$ -DC, and thus represents one of the possible tools for at least partial control of the Maillard reaction.*

### Úvod

Skupina  $\alpha$ -dikarboonylových sloučenin ( $\alpha$ -DC,  $\alpha$ -dicarbonyl compounds) vzniká z cukrů jako klíčové intermediáty jejich transformace na vonné a chuťové (např. furaneol, maltol), barevné (melanoidiny), potenciálně toxické (např. heterocyklické aminy nebo 4(5)-methylimidazol) i redoxně aktivní (reduktony) produkty. Tyto reakce neenzymového





hnědnutí mají za následek u některých potravin, např. mléčných výrobků, často spíše nežádoucí změny aroma, barvy, ale i nutriční nebo technologické kvality potravin. Navíc mohou dietární  $\alpha$ -DC přímo a zejména nepřímo ovlivňovat míru karbonylového a oxidačního stresu v organismu. Jejich hlavním zdrojem jsou potraviny, které prošly tepelnou úpravou nebo dlouhodobým skladováním, a to zejména potraviny bohaté na monosacharidy a redukující oligosacharidy.

Z monosacharidů vznikají obvykle  $\alpha$ -DC jako 3-deoxyglukosulosa (3-DG), 1-deoxyglukosulosa (1-DG), glukosulosa (GlcS), glyoxal (GO), methylglyoxal (MGO) nebo biacetyl (BA). Tři posledně zmíněné jsou považovány za sekundární karbonylové sloučeniny vznikající retroaldolizací nebo jinou fragmentací (deoxy)glykosulos nebo jejich isomerů. Fragmentární  $\alpha$ -DC – nejčastěji je zastoupen MGO - se nacházejí obvykle v řádově nižších koncentracích než (deoxy)glykosulosy, ale jsou podstatně reaktivnější ve smyslu reakce s nukleofilními látkami. (Deoxy)glykosulosy se vyskytují vesměs v cyklických formách a jsou prekurzory dalších produktů Maillardovy reakce, zejména různých pyranonů a furanonů v mírně kyselém, tedy pro potraviny typickém prostředí.

Obecně patří mezi nejčastěji stanovené  $\alpha$ -DC 3-deoxyglukosulosa (3-DG), methylglyoxal (MGO) a případně další fragmentární  $\alpha$ -DC glyoxal a biacetyl. Jiné  $\alpha$ -DC jsou zmiňovány jen zřídka. V potravinách, ve kterých převažují redukující oligosacharidy nad monosacharidy (např. v mléce, sladu, maltosových sirupech atp.), se ale obvykle vyskytuje mnohem bohatší spektrum  $\alpha$ -DC, a to zejména těch typických až specifických právě pro transformaci oligosacharidů s (1 $\rightarrow$ 4)-glykosidovou vazbou. V této práci byly v čase analyzovány modelové vodné reakční systémy redukujících sacharidů (laktosa, laktulosa, maltosa, maltulosa, glukosa, galaktosa a fruktosa) v různém uspořádání (karamelizace vs. Maillardova reakce; s derivatizačním činidlem OPD přidaným ex-post vs. přítomným přímo v reakční směsi; s případným přídavkem fenolových látek) a analyzováno bylo také několik sad mléčných výrobků. Stanoveny  $\alpha$ -dikarbonylových sloučenin bylo v této práci provedeno po derivatizaci na chinoxalinové deriváty metodou HPLC ve spojení s detektorem fotodiodového pole (HPLC-PDA) a LC-MS.

### **Transformace oligosacharidů na $\alpha$ -dikarbonylové sloučeniny**

Vzhledem k přítomnosti glykosidových vazeb vznikají  $\alpha$ -DC z oligosacharidů do určité míry odlišným způsobem, než je tomu u monosacharidů. A to jak odlišnou rychlostí, tak odlišnými mechanismy.

Přítomnost neredukujících oligosacharidů v potravinách neznamena vždycky, že k jejich transformaci ve smyslu neenzymového hnědnutí, a tedy i na  $\alpha$ -DC nedochází. Právě nejběžnější neredukující oligosacharid v potravinách, sacharosa, se totiž v potravinách často relativně velmi rychle hydrolyzuje na reaktivní glukosu a fruktosu. Např., jak jsme experimentálně zjistili, v limonádách proběhne inverze sacharózy na glukosu a fruktosu během šesti měsíců skladování za pokojové teploty prakticky kvantitativně. V rámci deklarované minimální trvanlivosti (šest měsíců) ale limonády slazené sacharosou představují stále mnohem nižší riziko dietární expozice (zhruba o jeden řád)  $\alpha$ -dikarbonylovým sloučeninám než nápoje slazené fruktoso-glukosovým sirupem HFS-55. A přestože se množství  $\alpha$ -DC v limonádách se sacharosou časem zvyšuje, představuje i po více než jednom roce skladování pouze asi třetinu obsahu  $\alpha$ -DC v nealkoholických nápojích s HFS-55. Oproti tomu velmi čerstvá limonáda slazená HFS-55 obsahuje více než 100krát vyšší hladiny 3-DG než ta se sacharosou. Vysoké množství 3-DG v čerstvých nealkoholických nápojích slazených HFS-55 je dáno jejich vysokou koncentrací v použitém sirupu.

Výsledky získané z experimentů s komplementárními reakčními systémy monosacharidů a redukujících oligosacharidů, zejm. laktosy a laktulosy, umožnily učinit několik závěrů o typických  $\alpha$ -DC a reakčních mechanismech vzniku  $\alpha$ -DC z oligosacharidů s (1 $\rightarrow$ 4) glykosidovou vazbou. Z výsledků modelových reakčních směsí laktosy a laktulosy



s derivatizačním činidlem OPD přímo v reakční směsi vyplývá, že jen část  $\alpha$ -DC vznikajících transformací laktosy vzniká až po její isomeraci na laktulosu (obráceně isomerace za daných podmínek neprobíhá nebo jen nevýznamně). Dominantní cestou transformace laktulosy je její primární dehydratace na 4-deoxyglukosulosu (4-DG), zatímco laktosa se transformuje různými mechanismy zhruba ve stejném rozsahu přes více typů deoxyglykosulos. Na rozdíl od literárních zdrojů lze za  $\alpha$ -DC specifické pro galaktooligosacharidy bezpečně označit pouze laktosulosu (LacS), 3-deoxylaktosulosu (3-DG-*O*-Gal) a 3,4-dideoxypentosulosu (3,4-DDP). 4-DG, 3-deoxypentosulosa (3-DP) a 3,4-DDP jsou typickými produkty laktulosy (ketosidů), zatímco 1,4-DDG laktosy (aldosidů). V porovnání s reakčními směsmi monosacharidů vzniká z testovaných oligosacharidů významně méně methylglyoxalu. 1-DG je typický a hlavní produkt pro fruktosu (ketosu).

Sacharidy s ketosovou strukturou na redukujícím konci (tj. ketosy a ketosidy) jsou významně lepšími zdroji  $\alpha$ -DC než ty složené výhradně z aldos – rychlostní koeficienty pro vznik  $\alpha$ -DC jsou u fruktosy a laktulosy asi o řád vyšší, než je tomu u aldohexos nebo aldosidů, a až o dva vyšší ve srovnání se sacharosou. Kvantitativní rozdíly v produkci  $\alpha$ -DC mezi aldosami a aldosidy, resp. ketosami a ketosidy, jsou mnohem menší až zanedbatelné. Výsledky experimentů tak potvrdily, že stanovení pouze několika nejběžnějších  $\alpha$ -DC v potravinách může být zkreslující jak z důvodu podhodnocení celkového množství přítomných  $\alpha$ -DC, tak opomenutí konkrétních  $\alpha$ -DC, které jsou třeba i majoritní pro některé cukry a mohou navíc vykazovat jedinečnou reaktivitu.

### **$\alpha$ -Dikarbonylové sloučeniny v mléčných výrobcích**

Obvykle udávané hladiny  $\alpha$ -DC v mléce a mléčných výrobcích jsou ve srovnání např. se sirupy nebo sladkými limonádami spíše nízké (obvykle do 10 mg/kg). Je tomu tak ovšem hlavně proto, že vznikající  $\alpha$ -DC mohou v mléce rychle vstupovat do reakcí s  $\beta$ -laktoglobulinem a dalšími zejména syrovátkovými bílkoviny za vzniku glykovaných bílkovin (AGEs) a dalších produktů.  $\alpha$ -DC vznikají snadno Maillardovou reakcí během tepelné stabilizace, sušení či skladování mléka. Vyšší obsahy  $\alpha$ -DC jsou obecně ve vzorcích s vyšším obsahem cukrů, např. ve slazeném fermentovaném mléce a v sušené kojenecké výživě.

Z analyzovaných mléčných vzorků více  $\alpha$ -DC obsahovaly zahuštěné, sušené, dlouho skladované a bezlaktosové výrobky. Nejvyšší obsah  $\alpha$ -DC v mléčných výrobcích byl nalezen v sušených výrobcích. Vzorky náhradní kojenecké výživy v prášku obsahovaly  $\alpha$ -DC o celkové koncentraci 25-30 mg/kg d.w. a vzorky neslazeného kondenzovaného mléka obsahovaly 10-15 mg  $\alpha$ -DC/kg d.w. Po UHT ošetření mléka je celková hladina  $\alpha$ -DC navýšena dvakrát až pětkrát, přičemž bylo kvantifikováno zhruba dvakrát více analytů než v čerstvém mléku.

### **Snižování obsahu $\alpha$ -DC v potravinách**

I přesto, že se studie o vlivu dietárních  $\alpha$ -DC na lidský organismus, zejm. na karbonylový a oxidační stres, ve svých závěrech prozatím různí, je vysoký obsah  $\alpha$ -DC v potravinách v současnosti považován spíše za nežádoucí. Kromě monitoringu jejich hladin jsou prováděny také studie o tom, jak jejich množství v potravinách snížit, ať už úpravou parametrů zpracování nebo cíleným přidáváním látek, které do transformace cukrů přímo vstupují. Mezi takové látky patří právě ty, které mohou vychytávat volné  $\alpha$ -DC a bránit tak nástupu dalších fází Maillardovy reakce, např. glykace bílkovin, nebo ty, které mohou působit jako antioxidanty, tj. redukčním mechanismem. Mezi další preventivní a eliminační strategie pro snížení obsahu  $\alpha$ -DC v potravinách patří ovlivnění průběhu MR snížením teploty či doby záhřevu nebo skladování, změnou aktivity vody atd. Pro zabránění intenzivnějšímu neenzymovému hnědnutí zejména v bezlaktosovém mléce s hydrolyzovanou laktosou lze použít přídavek  $\beta$ -galaktosidasy s transgalaktosylační aktivitou, přičemž vznikají v Maillardově reakci méně aktivní galaktooligosacharidy (GOS). Pokud jde o použití látek, které přímo vstupují do Maillardovy reakce, je pro dnešní dobu typická snaha využít pro snížení hladin  $\alpha$ -DC, resp. glykace přírodní



rostlinné extrakty či jiné preparáty (nutraceutika) a konkrétní účinné látky. Těmi jsou zejména fenolové látky nebo například kreatin.

V našich experimentech zaměřených na potlačení vzniku  $\alpha$ -DC z galaktooligosacharidů přidávkem fenolových sloučenin v neutrálním prostředí se osvědčila zejména kyselina chlorogenová a další fenolové kyseliny, které způsobily pokles celkového obsahu  $\alpha$ -DC až na 14–17 % původní hodnoty. Získané výsledky tak naznačují, že kontrola množství a zastoupení jednotlivých  $\alpha$ -DC v potravinách právě použitím lapačů  $\alpha$ -DC přírodního původu může být účinným nástrojem pro řízení Maillardovy reakce v potravinách.

## Poděkování

*Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A2\_FPBT\_2023\_006.*

## Literatura

1. Degen, J.; Hellwig, M.; Henle, T., 1,2-Dicarbonyl Compounds in Commonly Consumed Foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2012, 60 (28), 7071-7079.
2. Hellwig, M.; Gensberger-Reigl, S.; Henle, T.; Pischetsrieder, M. Food-derived 1,2-dicarbonyl compounds and their role in diseases. *Semin. Cancer Biol.* 2018, 49, 1-8.
3. Hellwig, M.; Humpf, H.-U.; Hengstler, J.; Mally, A.; Vieths, S.; Henle, T. Quality criteria for studies on dietary glycation compounds and human health Opinion of the Senate Commission on Food Safety (SKLM) of the German Research Foundation (DFG). *J. Agric. Food Chem.* 2019, 67, 11307-11311.
4. Khan, M.; Liu, H.; Wang, J.; Sun, B. Inhibitory effect of phenolic compounds and plant extracts on the formation of advance glycation end products: A comprehensive review. *Food Res. Int.* 2020, 130, 108933.
5. Kokkinidou, S.; Peterson, D. G. Response surface methodology as optimization strategy for reduction of reactive carbonyl species in foods by means of phenolic chemistry. *Food Funct.* 2013, 4, 1093-1104.
6. Manig, F.; Treibmann, S.; Fromm, C.; Henle, T. Reactions of dicarbonyl compounds during simulated digestion of proteins. *IMARS Highlights* 2022, 17(4), 20-25. ([www.imarsonline.com](http://www.imarsonline.com))
7. Mavric, E.; Henle, T. Isolation and identification of 3,4-dideoxypentosulose as specific degradation product of oligosaccharides with 1,4-glycosidic linkages. *European Food Research and Technology* 2006, 223 (6), 803-810.
8. Singh, P.; Rao, P. S.; Sharma, V.; Arora, S. Physico-chemical aspects of lactose hydrolysed milk system along with detection and mitigation of Maillard reaction products. *Trends in Food Science & Technology* 2021, 107, 57-67.
9. Smuda, M.; Glomb, M. A., Fragmentation pathways during Maillard-induced carbohydrate degradation. *J. Agric. Food Chem.* 2013, 61 (43), 10198-10208.
10. Šírová, A. Reaktivní karbonylové sloučeniny v mléčných výrobcích. Diplomová práce, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2023.
11. Zhang, W.; Poojary, M. M.; Rauh, V.; Ray, C. A.; Olsen, K.; Lund, M. N. Quantitation of  $\alpha$ -Dicarbonyls and Advanced Glycation Endproducts in Conventional and Lactose-Hydrolyzed Ultrahigh Temperature Milk during 1 Year of Storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2019, 67 (46), 12863-12874.
12. Zhang, L.; Sun, Y.; Pu, D.; Zhang, Y.; Sun, B.; Zhao, Z., Kinetics of  $\alpha$  dicarbonyl compounds formation in glucose-glutamic acid model of Maillard reaction. *Food Science & Nutrition* 2021, 9 (1), 290-302.



## SLEDOVÁNÍ MAILLARDOVY REAKCE V MEDU A VÝROBCÍCH Z MEDU

Průšová A., Šírová A., Tobiška V., Procházková Z., Cejpek K.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha

## Úvod

Med je definován Vyhláškou 76/2003 Sb. jako potravina přírodního sacharidového charakteru, složená převážně z glukosy, fruktosy, organických kyselin, enzymů a pevných částic zachycených při sběru sladkých šťáv květů rostlin (nektar), výměšků hmyzu na povrchu rostlin (medovice) včelami (*Apis mellifera*). Včely tyto látky nejen sbírají, ale přetvářejí je, kombinují se svými specifickými látkami, uskladňují a nechávají dehydratovat a zrát v plástech.

Med je široké veřejnosti známý nejen jako přírodní sladidlo, ale také pro své pozitivní účinky na lidské zdraví. V poslední době se na trhu vyskytují některé jednodruhové medy, které jsou svými vlastnostmi jedinečné. Například med Manuka ze stromu *Leptospermum scoparium* z Nového Zélandu obsahuje vysoké množství methylglyoxalu (MGO), což je  $\alpha$ -DC sloučenina, která obvykle vzniká jako meziprodukt Maillardovy reakce nebo karamelizace. V medu Manuka ale pochází MGO z jiného prekursoru, z dihydroxyacetonu, který je přítomný v manukovém nektaru. Díky vysokému obsahu MGO má med Manuka výrazné antibakteriální a dezinfekční účinky.

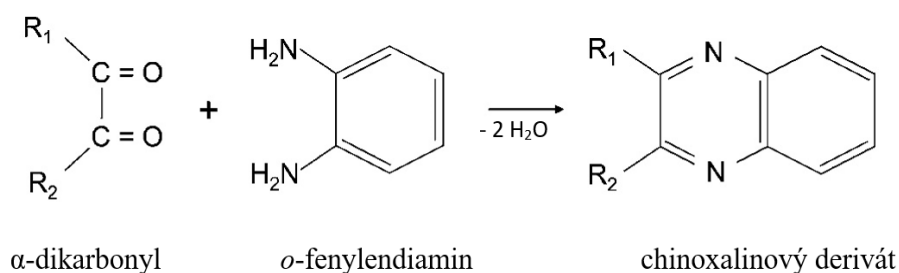
Z chemického hlediska je med newtonovská kapalina se zastoupením fruktosy a glukosy ze 70–80 %, v poměru cca 1:1. Minoritně zastoupené sacharidy jsou například maltosa (1,6–3,8 %) nebo isomaltosa (0,3–0,9 %). Další složky, které se v medu vyskytují, jsou mimo jiné, aminokyseliny (prolin) a enzymy (diastasa). Reakcemi neenzymového hnědnutí (Maillardova reakce, karamelizace) vznikají z cukrů přítomných v medech jako klíčové (mezi)produkty jejich transformace  $\alpha$ -dikarboxylové sloučeniny ( $\alpha$ -DC) a řada stabilnějších produktů v čele s 5-hydroxymethylfurfurem (HMF). Obsah HMF v medu slouží jako indikátor čerstvosti a autenticity medu. Jeho stanovením lze zjistit případně aplikovaný záhřev nebo stáří medu. V Evropské unii je povolený maximální obsah HMF 40 mg/kg medu<sup>1</sup>.

Předkládaná práce se zabývá identifikací, množstvím a relativním zastoupením jednotlivých  $\alpha$ -DC a rovněž HMF v medech a výrobcích z nich. Zkoumá poměr obsahu 3-deoxyglukosulose (3-DG) a jeho následného produktu HMF a zastoupení dalších  $\alpha$ -DC, kterými by potenciálně mohlo být možné sledovat časné změny transformace cukrů v medu nebo při technologickém zpracování výrobků z medu. Práce zkoumá rozdíl v obsahu především fragmentárních (sekundárních)  $\alpha$ -DC v čerstvém a starém medu a zjišťuje přítomnost a významnost některých minoritních  $\alpha$ -DC, které by mohly sloužit jako markery Maillardovy reakce či karamelizace cukrů v medech.

Maillardova reakce je soubor transformačních reakcí cukrů, kterých se účastní také aminosloučeniny jako nukleofilní adiční činidla, a to bez účasti enzymů. Tato komplexní reakce v medu probíhá rychleji za podmínek vyšší teploty, nízké aktivity vody (<0,6) a při slabě kyselém až neutrálním pH. Při Maillardově reakci vzniká mnoho látek o různé molekulové hmotnosti. Mohou vznikat vysokomolekulární melanoidiny či melanoproteiny, (ko)polymery modifikovaných peptidových řetězců, ale i nízkomolekulární látky, jako jsou aldehydy, alkoholy, ketony, různé deriváty furanu a pyranu, ale třeba i heterocyklické aromatické aminy. Primárními, a tedy klíčovými meziprodukty většiny těchto látek jsou právě  $\alpha$ -DC sloučeniny<sup>2</sup>. Karamelizace je na rozdíl od Maillardovy reakce založena na transformaci cukrů za vysoké teploty bez přítomnosti aminokyselin. Vznikají při ní podobné látky jako například  $\alpha$ -DC



sloučeniny, ale také další aromatické látky neobsahující v molekule dusík, jako jsou maltol a isomaltol, které jsou zodpovědné za karamelovou chuť a aroma<sup>3</sup>.



**Obrázek I** Derivatizace  $\alpha$ -DC pomocí OPD za vzniku chinoxalinového derivátu

Vznik různých  $\alpha$ -DC sloučenin v potravině je ovlivněn složením prekurzorů (cukrů) a jejich reaktivitou. Jiný soubor s rozdílně zastoupenými  $\alpha$ -DC sloučeninami vzniká z potravin s větším obsahem ketos a jiný z aldos. Například z fruktosy bude vznikat přednostně 1-deoxyglukosulosa (1-DG), z glukosy spíše 3-DG a z maltosy 3-deoxypentosulosa (3-DP). Vznik  $\alpha$ -DC sloučenin a jejich následné reakce s různými složkami potravin mohou mít za následek snížení výsledné nutriční hodnoty.  $\alpha$ -DC sloučeniny mají podíl na vzniku koncových produktů glykace (AGEs), které jsou spojovány s rozvojem komplikací u civilizačních chorob jako je diabetes mellitus, Alzheimerova choroba nebo různá kardiovaskulární onemocnění.

### Experimentální část

Vzorky analyzovaných medů a medovin pocházely z české tržní sítě nebo přímo od včelařů (Tabulka I).

Navážka 1 g vzorku byla rozpuštěna v 10 ml fosfátového pufru o pH = 6,5. Po protřepání na Vortexu byl roztok filtrován přes 0,45 $\mu$ m filtr a ultrafiltrován přes 1kDa membránu. Před samotným měřením byl vždy 1 ml vzorku derivatizován pomocí 300  $\mu$ l roztoku OPD (*o*-fenylendiamin) s DTPA (kyselina diethylentriaminpentaoctová) po dobu 1 hodiny při 20 °C (Obrázek I).

**Tabulka I** Informace o analyzovaných vzorcích

	Název	Původ	Rok
<b>Medy</b>	Lipový	obchod	2023
	Lesní	obchod	2023
	Pastový	obchod	2023
	Květový starý	domáci	2015
	Květový nový	domáci	2022
	Bratislavské medy (12)	domáci	2021
<b>Medoviny</b>	Záhorácká	obchod	2022
	Domáci	domáci	2023
	Krakonošská	obchod	2022

Do vzorku bylo také přidáno puфраční činidlo, a to ve formě 300  $\mu$ l HEPES (*N'*-2-hydroxyethylpiperazin-*N'*-2 ethansulfonová kyselina). Po uplynutí určené doby derivatizace bylo nastříknuto 20  $\mu$ l vzorku na kolonu Cortecs CSH™ Phenyl (Waters)

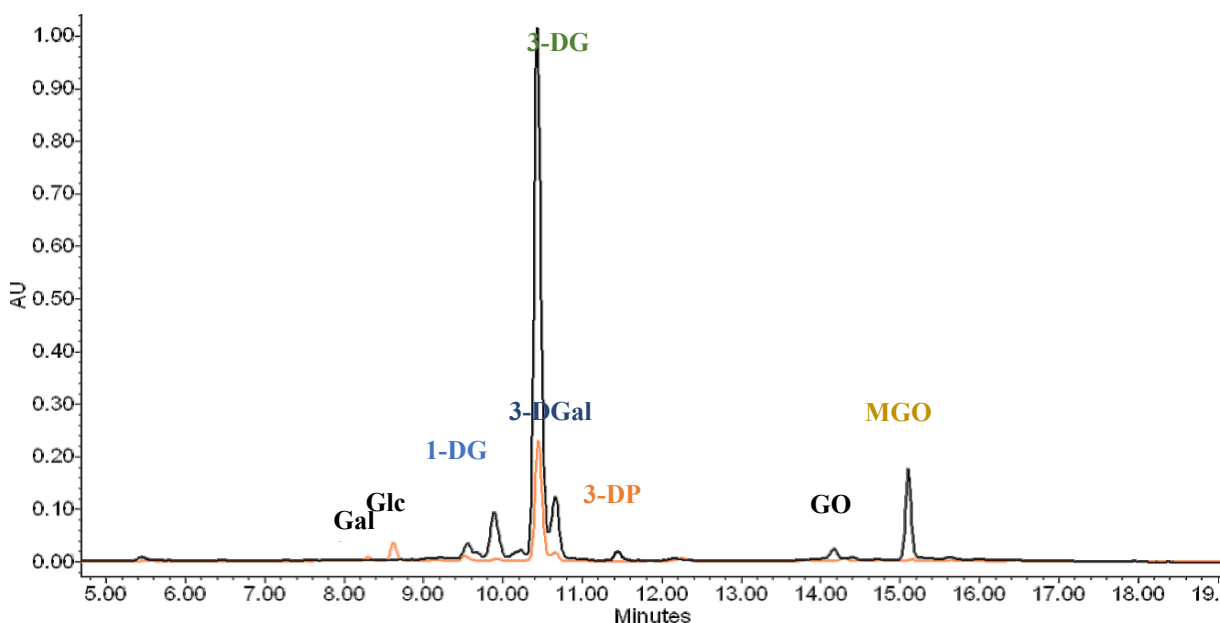
s velikostí částic 2,7  $\mu\text{m}$ , průměrem 3 mm a délkou 150 mm. Kvůli ochraně kolony byla zařazena fritta s předkolonou. Celá tato sestava byla temperována na 40 °C.

Analýza probíhala v režimu gradientové eluce s konstantním průtokem 0,4 ml/min: mobilní fázi A představoval 10mM mravenčan amonný (Sigma-Aldrich, 99 %) a fázi B methanol (Merck 99,9 %). K měření byl použit systém HPLC-PDA s kapalinovým chromatografem Alliance 2695 (WATERS, USA) a detektorem fotodiodového pole WATERS 2996. K identifikaci jednotlivých  $\alpha$ -DC sloučenin byl použit kapalinový chromatograf Acquity UPLC™ (WATERS, USA) s hmotnostním spektrometrem QTOF Synapt G2 HRMS (WATERS, USA).

## Výsledky a diskuse

Ve 12 analyzovaných bratislavských medech bylo identifikováno více než 6 různých  $\alpha$ -DC sloučenin. Kromě 3-DG, MGO a 1-DG byla identifikována také 3-deoxygalaktosulosa (3-DGal), glukosulosa (GlcS) a některé nenasycené  $\alpha$ -DC. Celkový obsah  $\alpha$ -DC se pohyboval v rozmezí 215 mg/kg (bratislavský Med 9) a 1185 mg/kg (Kvěťový starý med). Největší podíl  $\alpha$ -DC představovala 3-DG a druhá nejhojněji zastoupená  $\alpha$ -DC sloučenina byla 1-DG. Tyto dva  $\alpha$ -DC vznikají především z glukosy a fruktosy, přičemž 1-DG vzniká přednostně z fruktosy. Zastoupení  $\alpha$ -DC v medech tedy odpovídá výše uvedenému zastoupení majoritních sacharidů, tj. prekurzorů těchto sloučenin.

V medech z české tržní sítě bylo nalezeno obdobné množství  $\alpha$ -DC jako ve slovenských medech, ale složení některých minoritních  $\alpha$ -DC se lišilo. Například v lipovém medu a starém medu z roku 2015 byly identifikovány i BA a MGO, které představují fragmentární  $\alpha$ -DC. Ve starém medu byl MGO zastoupen z 9 %. V ostatních medech obsah MGO představoval 0,4-3 % ze všech  $\alpha$ -DC. Z toho lze usuzovat, že ve starém medu je rovnováha reakce posunuta více k sekundárním produktům, než jak je tomu u čerstvějších medů. Ve starém medu byla identifikována také 3-DP, jejímž prekurzorem je v medu pouze minoritně zastoupený sacharid maltosa (Obrázek 1).



**Obrázek I** HPLC chromatogram - identifikace  $\alpha$ -DC sloučenin ve starém kvěťovém medu (2015) a v novém kvěťovém medu (2022); — - med čerstvý, — - med starý



Množství  $\alpha$ -DC v medovinách bylo oproti medům výrazně nižší. To je způsobeno tím, že je med v medovinách naředěný vodou. Příslušné reakce v tomto prostředí tedy probíhají pomaleji. V zásadě lze však říci, že celkové složení  $\alpha$ -DC odpovídalo typickému složení těchto látek v medech. V Krakonošské a domácí medovině se oproti medům a Záhorácké medovině vyskytovalo vyšší množství nenasycených  $\alpha$ -DC, což může mít souvislost s nižším obsahem HMF v těchto dvou medovinách. Přeměna nenasycených  $\alpha$ -DC na HMF tedy proběhla z menší části než u ostatních medů a medovin.

Koncentrace HMF nalezené v medech (0,1-4,2 mg/kg) a v medovinách (5,6-8,7 mg/kg) byly mnohem nižší než legislativní limit pro HMF (40 mg/kg). Dokonce i v případě dlouhodobě skladovaného medu z roku 2015 se koncentrace tomuto limitu ani nepřiblížila. Medy od bratislavských včelařů obsahovaly koncentraci HMF pod limitem kvantifikace (LOQ = 1 mg/kg).

V případě Krakonošské medoviny byl obsah HMF nižší oproti ostatním medovinám, ale obsah  $\alpha$ -DC byl nejvyšší. U Záhorácké medoviny tomu bylo naopak. Lze tedy usuzovat, že transformace cukrů v Krakonošské medovině je teprve v počáteční fázi a koncentrace HMF bude při dalším skladování ještě relativně rychle růst. Vyšší hladina HMF u stejně staré Záhorácké medoviny je zřejmě důsledkem nevhodného skladování, případně transportu v nevhodných podmínkách, tedy za vyšší teploty.

## **Závěr**

Celkem bylo analyzováno 20 vzorků medů a medovin. Ani jeden z nich nepřekročil legislativní limit pro HMF. Chromatografický profil, tj. zastoupení minoritních  $\alpha$ -DC bylo různé u medů od bratislavských včelařů, u medů z české tržní sítě i u medovin. To vypovídá o rozdílném rostlinném původu nektaru, ze kterého včely tvoří med. Je to proto, že med ze Slovenska, med z Česka i med použitý pro výrobu medovin obsahuje minoritní cukry v rozdílném zastoupení. Jejich stanovení je předmětem navazující práce.

Vzhledem k jejich ranějšímu vzniku ve srovnání s tradičním markerem HMF, by analýza  $\alpha$ -DC mohla potenciálně sloužit jako doplňková včasnější informace při určování stáří medu nebo při zjišťování tepelného namáhání medu, případně výrobků z něj. K potvrzení hypotézy je však potřeba provést větší množství experimentů jak modelových, tak reálných vzorků a podrobněji popsat kinetiku reakcí jednotlivých sloučenin.

## **Poděkování**

*Tento výstup vznikl v rámci projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A2\_FPBT\_2023\_006.*

## **Literatura**

1. Vyhláška č. 76/2003 Sb. Vyhláška, kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony.
2. H. Nursten, Maillard reactions, Encyclopedia of Dairy Sciences, Elsevier, 2002, ISBN 9780122272356, <https://doi.org/10.1016/B0-12-227235-8/00277-7>
3. Kocadağlı, Tolgahan & Gökmen, Vural. (2018). Caramelization in Foods: a Food Quality and Safety Perspective. 10.1016/B978-0-08-100596-5.21630-2.



**PARVALBUMIN: ALERGEN I GENETICKÝ MARKER PRO AUTENTIZACI RYBÍCH PRODUKTŮ**

Čermáková E. (1,2), Mukherjee S. (2,3), Šnábl J. (1), Zdeňková K. (1), Demnerová K. (1)

(1) Ústav biochemie a mikrobiologie, VŠCHT Praha

(2) Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i.

(3) Ústav pro životní prostředí, Karlova univerzita

Parvalbumin (PVALB) je nízkomolekulární protein vázající vápník. Podílí se tak na řízení mnoha důležitých fyziologických procesů, například svalové kontrakci. I přes svou důležitost je však vnímán spíše negativně, neboť je prokázáno, že více než 95 % všech potravinových alergií vyvolaných rybami je u lidí způsobeno právě proteiny PVALB, které tak jsou považovány za hlavní alergen ryb. PVALB je obsažen ve svalovině velkého množství běžně konzumovaných rybích druhů. Přítomnost ryb v potravinách tak pro citlivého konzumenta představuje určitou míru zdravotního rizika. Vývoj metodik pro spolehlivou detekci ryb ve výrobku, ale i pro ověřování pravosti deklarovaných druhů, je proto nezbytný. Jako vhodný marker se pro tento účel jeví parvalbuminový gen, který umožňuje detekci a identifikaci rybí DNA i ve zpracovaných výrobcích. Příspěvek shrnuje stručný přehled diverzity PVALB genu i jeho potenciální použití jako forenzního markeru pro odhalování nedeklarované přítomnosti nebo druhové záměny ryb v potravinách.

**Parvalbumin: allergen and genetic marker for authenticating fish products**

*"Parvalbumin (PVALB) is a low molecular weight, calcium-binding protein. It thus participates in the management of many important physiological processes, for example muscle contraction. Despite its importance, however, it is perceived rather negatively, as it is proven that more than 95% of all food allergies caused by fish in humans are caused by PVALB proteins, which are therefore considered the main allergen of fish. PVALB is contained in the muscle tissue of a large number of commonly consumed fish species. The presence of fish in food thus represents a certain degree of health risk for sensitive consumers. The development of methodologies for the reliable detection of fish in the product, but also for the verification of the authenticity of the declared species, is therefore necessary. The parvalbumin gene appears to be a suitable marker for this purpose, which enables the detection and identification of fish DNA even in processed products. The summarizes a brief overview of the diversity of the PVALB gene as well as its potential use as a forensic marker for detecting the undeclared presence and/or species adulteration of fish in food.*





**BIOLOGICKÁ OCHRANA BRAMBOR PROTI VYBRANÝM PATOGENNÍM BAKTERIÍM**

Ševčík R. (1), Beňo F. (1), Vacek J. (2), Kmoch M. (2), Petrzik K. (3), Klička V. (4), Krátká G. (1), Horskáková I. (1)

- (1) Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha  
 (2) Výzkumný ústav bramborářský Havlíčkův Brod, s. r. o.  
 (3) Biologické centrum AV ČR, v. v. i.  
 (4) Vesa Velhartice, a.s.

**Úvod**

Mezi nejvýznamnější bakteriální choroby brambor patří bakteriální černání stonku a měkká hniloba hlíz bramboru, jejímiž původci jsou bakterie rodu *Pectobacterium* a *Dickeya*. Nejcharakterističtějším příznakem je typické bakteriálního černání stonku šířící se z hnijící matečné hlízy nahoru po stoncích, zejména ve vlhkých podmínkách. V případě bramborových hlíz je měkká hniloba iniciována za mokra v lenticelách, pupku nebo v ranách vznikajících při manipulaci. Hniloba se může rozšířit na celou hlízu a odtud na sousední skladované hlízy. Tkáň hlíz je macerována do krémové konzistence, která v přítomnosti vzduchu zčerná a při napadení sekundárními organismy vyvine nepříjemný zápach. Při skladování, zejména v nedostatečně větraných skladech, se hniloba může rozšířit na další hlízy, protože macerovaná tkáň z hnijících hlíz může kontaminovat zdravé hlízy, což někdy vede k masivní hnilobám u skladovaných bramborových hlíz. Jednou z možností eliminace bakteriálních chorob způsobujících hnilobu je použití bakteriofágů. Bakteriofágy jsou viry, které infikují a lyzují bakteriální buňky, jsou z 20-50 % příčinou jejich mortality. Bakteriofágy jsou nejpočetnějším biologickým objektem v biosféře, jejich počet se odhaduje na  $10^{31}$  částic. Fágy jsou úzce specifické pro své hostitele, neinfikují jiné mikroorganismy, jejich evoluce probíhá současně s evolucí bakterií, jsou kontinuálně se vyvíjejícím rezervoárem genů. Bylo prokázáno, že bakteriofágy mají potenciál kontrolovat řadu rostlinných patogenních bakterií (např. *Erwinia amylovora*, *Ralstonia solanacearum*, *Xanthomonas campestris*, *Pseudomonas syringae*). Využití bakteriofágů k potlačení bakterií měkké hniloby a bakteriálního černání stonku u brambor se dostalo do popředí v posledních desetiletích a je považováno za velmi perspektivní možnost eliminace měkké bakteriální hniloby bramborových hlíz, protože v současnosti neexistují jiné efektivní biologické způsoby regulace těchto bakterií. Naproti tomu vzájemné působení fágů a bakterií je možné jen za určitých podmínek. Musí především probíhat ve vodném prostředí, protože bakteriofágy nejsou schopné se aktivně pohybovat, a oba organismy se musí vyskytovat v koncentracích, které umožňují jejich vzájemné ovlivňování. Doporučovaná pracovní koncentrací fágů je proto minimálně  $10^6$  pfu/ml (plague forming units). Naopak poklesne-li koncentrace bakterií v prostředí pod určitou mez, bakteriofágy nenaleznou své hostitele, nebudou se množit a z prostředí časem vymizí působením fyzikálních, chemických a biologických vlivů.

**Experimentální část**

V rámci laboratorních a provozních experimentů byla hodnocena účinnost vybraných lytických fágů na bakterie *Dickeya solani* a *Pectobacterium carotovorum*. K testům byly použity hlízy odrůdy Red Anna, suspenze bakterií *Dickeya solani* CPPB-050 a *Pectobacterium carotovorum* CPPB-087 a dále směsi fágů s označením Ds3CZ + Ds20CZ a PcCB7V + PcCB251, v níž byly použity fágy, které byly izolovány z různých lokalit v České republice v provozech věnujících se zpracování bramborových hlíz.



### ***Kultivace v celé hlíze***

V experimentu bylo hodnoceno inhibiční působení bakteriofágů na růst bakterií uvnitř bramborových hlíz, kdy byl korkovrtem o průměru 0,6 cm vyhlouben otvor do jádra hlízy a následně byly hlízy inokulovány bakteriemi, popř. bakteriemi a fágy. Inkubace se uskutečnila po dobu jednoho týdne při teplotě 25 °C v laboratorním termostatu. Po této době byly brambory rozkrojeny na poloviny a rozsah bakteriální hniloby byl hodnocen vizuálně.

### ***Kultivace máčením válečků brambor***

Bramborové hlízy byly omyty a osušeny. Korkovrtem o průměru 1,5 cm z nich byly vykrájeny válečky. Ty byly následně nakrájeny na délku 3 cm, omyty destilovanou vodou a osušeny na filtračním papíru. Na kultivaci byly připraveny sáčky o rozměrech 9 x 18 cm. Očkování bylo provedeno ve Flow-boxu, a to máčením válečků v bakteriální suspenzi a u příslušných sáčků i v suspenzi fágů dle použitých bakterií. Ze sáčků byly slity zbytky suspenzí a následně byly vakuově zabaleny (98% vakuum). Válečky byly rozděleny do sáčků po 5–7 kusech. Pokus byl proveden v šesti paralelních opakováních, kdy na každou bakterii připadalo dohromady 12 sáčků. První polovina byla naočkována pouze bakterií a druhá polovina bakterií a ošetřena příslušnými bakteriofágy. Takto připravené sáčky byly uloženy ke kultivaci do termostatu při teplotě 25 °C. Brambory byly hodnoceny po 24, 48 a 72 hodinách. Kontrolní hodnoty byly změřeny na obdobně připravených bramborách s vynechaným máčením. Účinek fágů na vybrané skupiny bakterií byl hodnocen pomocí změny textury (penetrace) bramborových hlíz.

### ***Ověření účinnosti při praní brambor v laboratorních a provozních podmínkách***

Pro ověření účinnosti suspenzí pro praní brambor byla vybrána bakteriová suspenze s označením 3-Ds ( $\phi$ Ds3CZ a  $\phi$ Ds20CZ). Jako pracovní roztoky se využívaly roztoky s koncentrací Ds  $10^7$ . Bramborové hlízy (neloupané a loupané) byly ošetřeny v pracích roztocích, které byly připraveny dle Tabulky I.

**Tabulka I** Pracovní roztoky pro ošetření praných a loupaných brambor

<b>Vzorek</b>	<b>Prací roztok 1</b>	<b>Prací roztok 2</b>
Kontrola	Voda	-
D50	Roztok se suspenzí bakterie D50 ( $10^8$ )	-
D50 + suspenze fágů	Roztok se suspenzí bakterie D50	Bakteriofágová suspenze 3 – Ds $10^8$ PFU/ml
Suspenze fágů + D50	Bakteriofágová suspenze 3 – Ds $10^8$ PFU/ml	Roztok se suspenzí bakterie D50

Brambory byly po ošetření zabaleny do perforované LDPE folie a skladovány v termostatu při 25 °C v případě praných brambor a v případě loupaných brambor byly brambory zabaleny do vakua a skladovány při 5 °C. Po týdnu byl vždy u brambor hodnocen celkový počet mezofilních bakterií a jejich textura pomocí penetrační síly (N). V případě tohoto experimentu bylo hodnoceno inhibiční působení bakteriofágů na růst bakterií při praní nepraných brambor, kdy byl u brambor vizuálně hodnocen počet poškozených (mikrobiálně napadených kusů), jejich mikrobiální napadení pomocí stanovení celkového počtu mezofilních bakterií a textury. Vizuální hodnocení bylo provedeno vždy u stejných vzorků pěti brambor. K hodnocení mikrobiální kontaminace a textury byly vybrány po týdnu vždy dva vzorky brambor. V provozních podmínkách byla možnost využití bakteriofágů testována pomocí sprchování brambor suspenzí fágů před balením ( $\phi$ Ds3CZ a  $\phi$ Ds20CZ). Suspenze bakteriofágů se nanášela



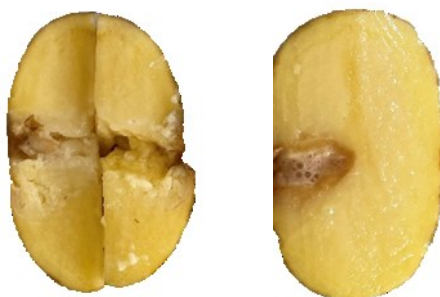
na vyprané hlízy před jejich osušením pomocí vzduchových nožů nebo sušících válců a následným tříděním a balením do perforované folie.

### Výsledky a diskuse

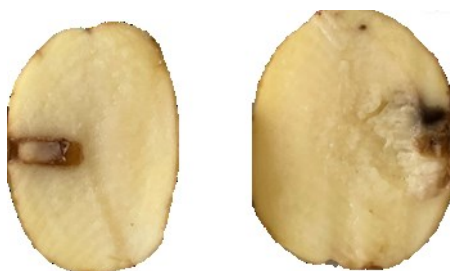
Na Obrázcích 1 až 4 je zdokumentované porovnání rozvoje bakteriální hniloby v celé hlíze inokulované pouze bakteriální suspenzí vlevo a suspenzí bakterií s následnou inokulací suspenzí bakteriofágů vpravo po týdnu kultivace při 25 °C. Nejvýraznější inhibiční působení vykazoval bakteriofág proti bakterii *P. carotovorum* P87 na Obrázku 3, kde na hlíze vlevo je viditelný rozklad pletiv, zatímco na hlíze vpravo je zřetelné pouze okorání dŕlku, do kterého byly roztoky aplikovány. Rozdíl lze vidět i u Obrázku 2, kde byla hniloba zapříčiněna bakterií *D. dianthicola* D200, u hlízy ošetřené fágem (vpravo) lze pozorovat začínající rozvoj hniloby, ale v porovnání s mírou rozkladu hlízy fágem neošetřené (vlevo) je zjevné, že fág přinejmenším hnilobu zpomaluje. Obdobně lze pozorovat zpomalení rozkladu hlízy na Obrázku 1, kde byla inokulována bakterie *D. dianthicola* D50, s tím rozdílem, že u hlízy ošetřené fágem (vpravo) došlo k výraznějšímu zabarvení napadené tkáně než u hlízy neošetřené. Poslední vzorek je zobrazen na Obrázku 4, jednalo se o bakterii *P. carotovorum* P224, kde není viditelný výrazný rozdíl mezi hlízou fágem ošetřenou a neošetřenou.



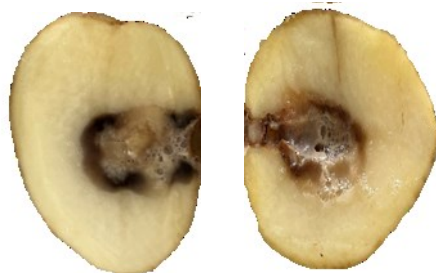
**Obrázek 1** Rozvoj hniloby způsobený bakterií D50 v celé hlíze po týdnu kultivace v porovnání s rozvojem hniloby inhibovaným fágem



**Obrázek 2** Porovnání rozvoje hniloby způsobené bakterií D200 v celé hlíze po týdnu kultivace v porovnání s rozvojem hniloby inhibovaným fágem

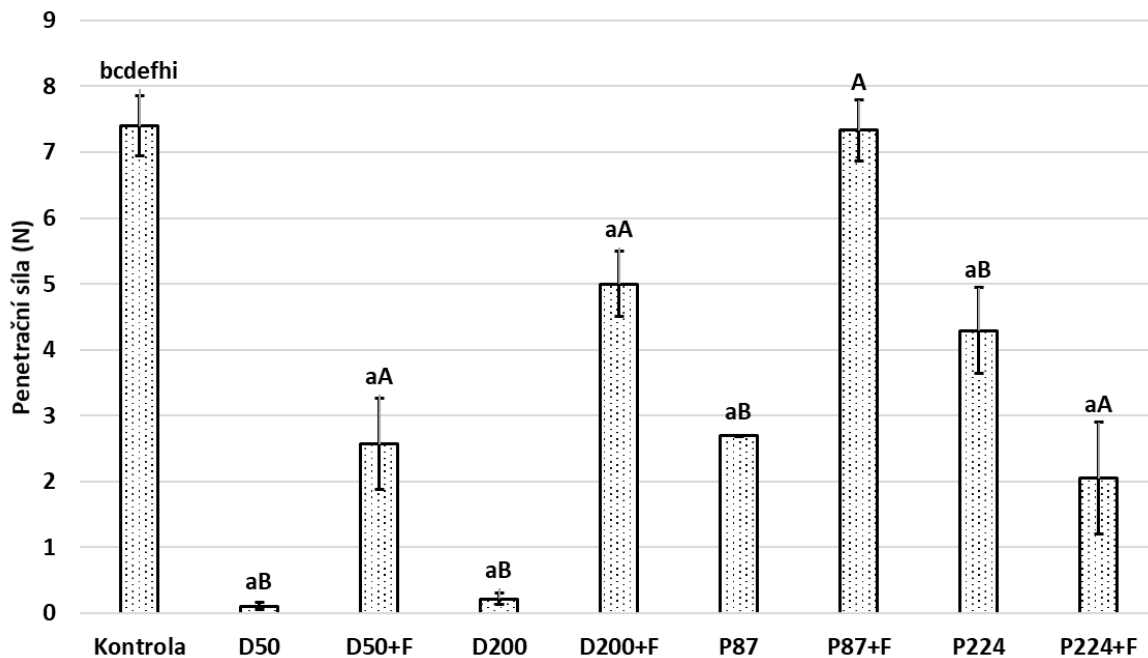


**Obrázek 3** Porovnání rozvoje hniloby způsobené bakterií P87 v celé hlíze po týdnu kultivace v porovnání s rozvojem hniloby inhibovaným fágem



**Obrázek 4** Porovnání rozvoje hniloby způsobené bakterií P224 v celé hlíze po týdnu kultivace v porovnání s rozvojem hniloby inhibovaným fágem

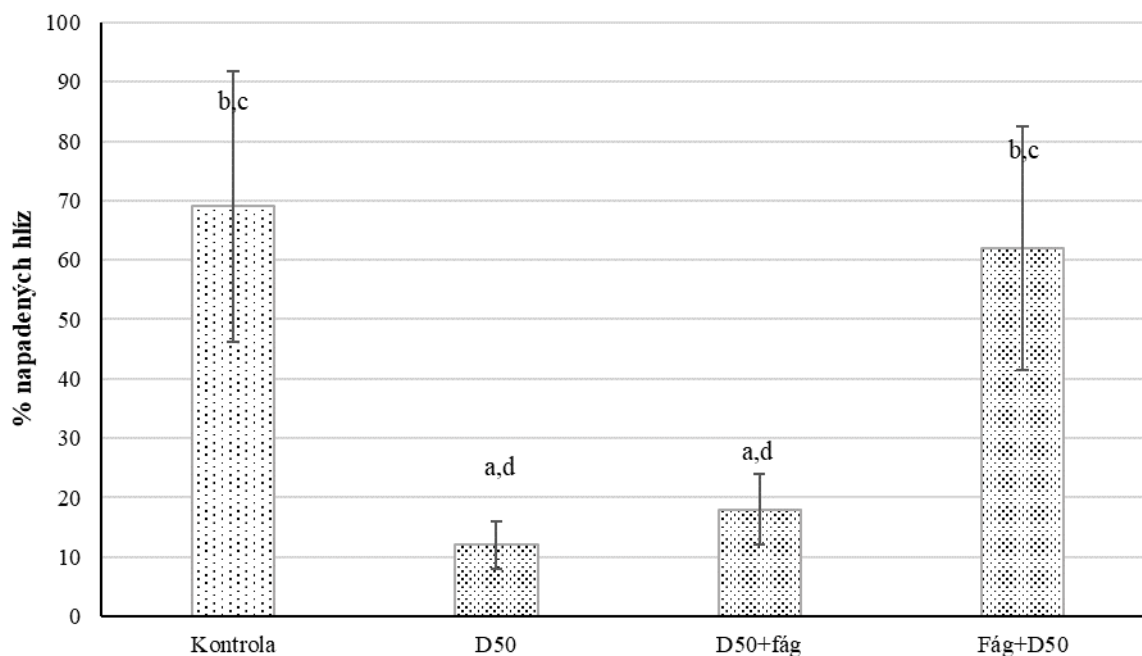
Z výsledků porovnání účinku bakteriofágů na inhibici růstu bakterií pomocí stanovení penetrační síly F (N) brambor, resp. tvrdosti brambor, je patrné, že suspenze bakteriofágů působí na jednotlivé kmeny bakterií různě, to znamená, že má na ně specifický vliv. Na Obrázku 5 je znázorněna tvrdost brambor v podobě penetrační síly F (N) na začátku experimentu (Kontrola) a poté po 72 hodinách skladování při 20 °C. Je vidět, že ošetření brambor pomocí bakteriofágů mělo pozitivní vliv na tvrdost brambor. Ve všech případech došlo u brambor inokulovaných pouze bakteriemi ke statisticky velmi výraznému ( $P < 0,05$ ) poklesu tvrdosti. Největší změna v tvrdosti pak byla zaznamenána u brambor s bakteriemi D50 a D200. Naopak aplikace suspenzí fágů aplikované na válečky z hlíz bramboru až po suspenzi bakterií vedly k výraznému potlačení měknutí hlíz během skladování, to znamená ke snížení účinku symptomů bakteriální hniloby oproti válečkům, které byly ošetřeny pouze suspenzí bakterií. Tento jev byl pozorován u všech použitých bakterií s výjimkou bakterie *P. carotovorum* P224, kde nedošlo v případě ošetření suspenzí fágů ke zmírnění hnilobných procesů.



**Obrázek 5** Hodnocení tvrdost brambor na začátku experimentu (Kontrola) a poté po 72 hodinách skladování; indexy **a** a **b** značí statisticky významný rozdíl ve srovnání s kontrolním vzorkem; indexy **A** a **B** značí statisticky významný rozdíl mezi brambory ošetřenými bakteriemi a bakteriemi s fágem

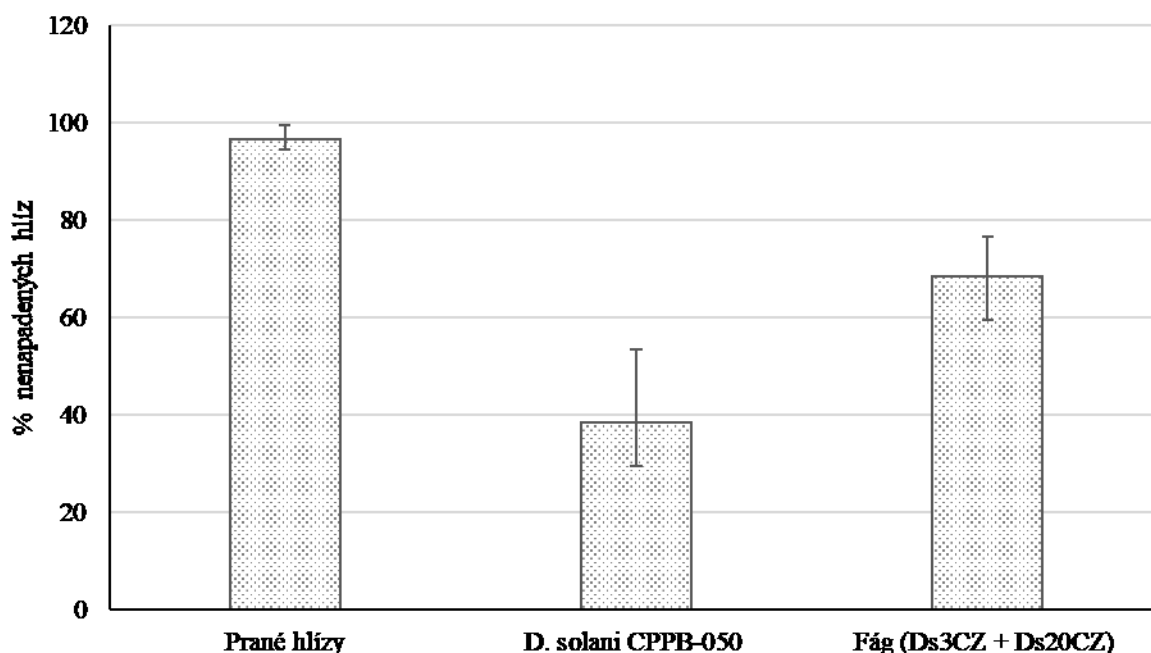
Z vizuálního hodnocení vychází jako nejúčinnější způsob praní brambor využití suspenze fágů (Fág + D50), kdy i po 4 týdnech skladování v 25 °C bylo 62 procent hlíz bez mikrobiálního kažení (Obr. 6). Tyto výsledky byly oproti dvou zbylým způsobům (ošetření bakterií a ošetření

fágem a bakterií) statisticky významné, přičemž došlo k poklesu mikrobiálně napadených hlíz o 72,5 % v případě ošetření hlíz pouze bakterií a o 63,8 % v případě ošetření kombinace bakterie suspenze fágů. Výsledky praní konzumních bramborových hlíz potvrzují možnost využití suspenze fágů jako preventivního způsobu ošetření konzumních hlíz, kdy v případě preventivní přítomnosti fágů nedochází k masivnímu rozšíření hniloby na nepoškozené hlízy.



**Obrázek 6** Hodnocení účinnosti při praní bramborových hlíz po 4 týdnech skladování; indexy **a-c** značí statisticky významný rozdíl ve srovnání s kontrolním vzorkem

Výsledky vizuálního hodnocení byly potvrzeny hodnocením aplikace suspenze pomocí postřiku v reálných podmínkách. Postřikem suspenzí fágů (Ds3CZ a Ds20CZ) se výrazně snížil vliv kontaminace praných hlíz na jejich mikrobiální stabilitu během skladování (Obr. 7). Aplikace suspenze bakteriofágů má význam především při zpracovávání kontaminované suroviny, kdy by tento zákrok doplnil třídění praných hlíz, omezení mechanického poškození a skladování před distribucí do maloobchodní sítě, které se provádí v temnu, suchu a chladu.



Obrázek 7 Hodnocení účinnosti při provozní aplikaci bakteriální suspenze

## Závěr

Možnost využití fágů proti bakteriím způsobujícím měkkou bakteriální hnilobu u bramborových hlíz potvrdily jak laboratorní, tak provozní pokusy. Prakticky všechny testované aplikace vedly ke snížení ztrát na výnosech a ztrát způsobených během skladování a distribuce konzumních hlíz. Pro další využití je však třeba konstatovat, že fágům vyhovuje statické prostředí, jako je například aplikace do odpadních vod, kde by mohly sloužit jako prevence zabránění šíření infekce měkké hniloby do prostředí.

## Poděkování

Tento výstup vznikl v rámci projektu QK1910028 Programu aplikovaného výzkumu ZEMĚ 2017-2025.

## Literatura

- Buttimer C., McAuliffe O., Ross R. P., Hill C., O'Mahony J., Coffey A. Bacteriophages and bacterial plant diseases. *Frontier in Microbiology*, 2017, 8, 1-15.
- Czajkowski R., De Boer W. J., Velvis H., Van Der Wolf J. A. Systemic colonization of potato plants by a soilborne, green fluorescent protein-tagged strain of *Dickeya sp.* biovar 3. *Phytopathology*, 2010, 100, 134-142.
- Jones J.B., Jackson L.E., Balogh B., Obradovic A., Iriarte F.B., Momol M.T. bacteriophages for plant disease control. *Annual Review of Phytopathology*, 2007, 45, 245-262.
- Lim J.A., Jee S., Lee D.H., Roh E., Jung K., Oh C., Heu S. Biocontrol of *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum* using bacteriophage PP1. *Journal of Microbiology and Biotechnology*, 2013, 23, 1147-1153.
- Petrzik K., Vacek J., Brázdová S., Ševčík R., Koloniuk I. Diversity of limestone bacteriophages infecting *Dickeya solani* isolated in the Czech Republic. *Arch. Virol.*, 2021, 166, 1171–1175. Dostupné online z: DOI:10.1007/s00705-020-04926-7.
- Petrzik K., Kmoch M., Brázdová S., Ševčík R. Complete genome sequences of novel Berlinvirus and novel Certrevirus lytic for *Pectobacterium sp.* causing soft rot and black leg disease of potato. *Virus Genes*, 2021, 57, 302-305.
- Rasocha V., Hausvater E., Doležal P. Škodliví činitelé bramboru. Abionózy, choroby, škůdci. Havlíčkův Brod: Výzkumný ústav bramborářský., 2008, 161.
- Ravensdale M., Bloom T.J., Gracia-Garza J.A., Svircev A.M., Smith R.J. Bacteriophages and the control of *Erwinia carotovora subsp. carotovora*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 2007, 29, 121-130.



Stárová M.

Czech Journal of Food Sciences, Česká akademie zemědělských věd, Praha

Česká akademie zemědělských věd (ČAZV) je specializovaná a odborná vědecká zemědělská instituce působící v České republice. Je vědeckým poradním orgánem ministra zemědělství ČR a vznikla jako příspěvková organizace Ministerstva zemědělství ČR dne 1. ledna 1993. ČAZV vydává unikátní soubor 11 recenzovaných vědeckých periodik. Časopisy jsou indexovány v hlavních světových databázích: všechny časopisy jsou ve Scopus, CrossRef, DOAJ, Google Scholar, 10 z nich je na Web of Science a v mnoha dalších databázích.

Jedním z předních mezinárodních recenzovaných open-access časopisů vydávaných Českou akademií zemědělských věd a financovaných Ministerstvem zemědělství České republiky je Czech Journal of Food Sciences (CJFS). CJFS vychází od roku 1983 (do roku 1997 pod názvem Potravinářské vědy), časopis vychází šestkrát ročně. Úlohou a smyslem CJFS je publikovat původní výzkum, kritické přehledové články a krátká sdělení zabývající se technologií a zpracováním potravin, včetně chemie a biochemie potravin, mikrobiologie, analýzy, inženýrství, výživy a ekonomiky. Příspěvky jsou publikovány v angličtině.

#### **Czech Journal of Food Sciences - international open access peer-reviewed journal**

*The Czech Academy of Agricultural Sciences (CAAS) is a specialized and professional scientific agricultural institution operating in the Czech Republic. It is a scientific advisory body to the Minister of Agriculture of the Czech Republic and was established as a state-funded institution of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic on 1 January 1993. CAAS publishes unique collection of 11 peer-reviewed open access scientific journals. The journals are indexed in main world databases: all the journals are in Scopus, CrossRef, DOAJ, Google Scholar, 10 of them are on the Web of Science and many other databases.*

*Czech Journal of Food Sciences (CJFS) is one of the prominent international open access peer-reviewed journals published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and financed by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic. CJFS has been published since 1983 (by 1997 under the title Potravinářské vědy). The journal is published six times a year. The aim and scope of CJFS is original research, critical review articles, and short communications dealing with food technology and processing, including food chemistry and biochemistry, microbiology, analysis, engineering, nutrition and economy. Papers are published in English.*





**INFRASTRUKTURA PRO PROPAGACI METROLOGIE V POTRAVINÁŘSTVÍ A VÝŽIVĚ V ČR**

Šmídová Z. (1), Laknerová I. (1), Urban M. (1), Kouřimská L. (2), Hajšlová J. (3)

(1) VÚPP, v.v.i., Radiová 7, 102 00 Praha

(2) ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha

(3) VŠCHT, Technická 5, 166 28 Praha

**Úvod**

Velká výzkumná infrastruktura (LRI) je jedinečným výzkumným zařízením, které vykazuje vysokou znalostní a technologickou náročnost, a která je provozována na principu otevřeného přístupu k její kapacitě. Jedná se o experimentální přístroje ve smyslu laboratorního vybavení, dále zdroje znalostí a informační a komunikační technologie nezbytné k realizaci znalostně náročného výzkumu, vývoje a inovací. Jsou to unikátní zařízení s celonárodním dopadem v ČR a mezinárodním přesahem. Velká výzkumná infrastruktura je tedy „velkou“ díky své jedinečné expertíze, současně však musí splňovat i kritérium tzv. „otevřeného přístupu“ k jejím kapacitám. Otevřený přístup znamená, že je velká výzkumná infrastruktura zpřístupněna jakémukoliv vědci nebo výzkumné skupině, a to nezávisle na jejich afiliaci k jejich mateřské instituci.

**Vědecký a technologický rozsah velké výzkumné infrastruktury (LRI)**

Infrastruktura METROFOOD CZ vznikla v lednu 2017 jako národní uzel tzv. mezinárodní infrastruktury METROFOOD-RI. Do celé struktury je zapojeno 48 organizací z 18 zemí. V roce 2018 byla LRI zařazena mezi české velké infrastruktury na Cestovní mapě velkých výzkumných infrastruktur ČR (strategický dokument ČR představující koncepci podpory velkých výzkumných infrastruktur ČR) a byla zařazena do domény Zdraví a potravin. V České republice vzniklo celkem 48 výzkumných infrastruktur, ale pouze LRI METROFOOD-CZ je zaměřena na zemědělství, výživu a potravinářské vědy. Skládá se ze tří partnerů – České zemědělské univerzity v Praze (ČZU, hlavní koordinátor), Vysoké školy chemicko-technologické v Praze (VŠCHT) a Výzkumného ústavu potravinářského Praha, v.v.i. (VÚPP, v.v.i.). ČZU je silným partnerem a největší zemědělskou a přírodovědeckou univerzitou v České republice se zaměřením na oblast primární výroby potravinářských surovin, hodnocení jejich kvality a možnosti ovlivňování kvality potravinářských surovin a parametrů zemědělských produktů uplatňováním zásad správné zemědělské praxe. Vysoká škola chemicko-technologická je špičková univerzita s dlouholetou tradicí zaměřenou na potravinářskou technologii, chemii a analýzu. Díky svému vybavení a zkušenostmi se řadí mezi přední světové instituce zaměřené na analýzu potravin, zejména v oblasti bezpečnosti a pravosti potravin. Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i. je zkušený partner s dlouholetou tradicí v oblasti zpracování potravin. Je jediným výzkumným ústavem v České republice zaměřeným na celý soubor potravinářských komodit.

**Postavení LRI v rámci výzkumných infrastruktur**

Cestovní mapa velkých infrastruktur České republiky zahrnuje 10 velkých infrastruktur v oblasti Zdraví a potravin (BBMRI-CZ, CCP, CIISB, CZECRIN, Czech-BioImaging, CZ-OPENSREEN, EATRIS-CZ, ELIXIR-CZ, NCMG), které pokrývají širokou škálu vědních oborů, od biologických věd, přístupu k/sdílení biologických dat nebo biobank až po výzkum založený na medicíně. Mezi nimi je METROFOOD-CZ první LRI v České republice působící v oblasti potravinářské prvovýroby, kvality a analýzy potravin a potravinářských



technologií a také v oblasti metrologie potravin a lidské výživy. METROFOOD-RI sdružuje hlavní a nejvýznamnější instituce z České republiky v těchto oblastech, jejich odborníci patří ke špičce národních a mezinárodních odborníků v oblasti zemědělství, potravinářství a výživy.

V současné době je METROFOOD-CZ ve fázi mapování příležitostí pro spolupráci, vytváření sítí a klastrů na národní úrovni v rámci prostředí LRI v ČR s dalšími LRI v různých vědních oblastech. Kromě oblasti zdraví a potravin mohou být zváženy také RI v oblasti životního prostředí. V České republice působí pět RI v oblasti životního prostředí (ACTRIS-CZ, CENAKVA, CzeCOS, NanoEnvicZ, RECETOX RI). Podobně i pro tuto doménu budou hledány příležitosti ke spolupráci (například přístup k sítím pro monitorování životního prostředí, populační studie, databáze atd.). Kromě toho partneři METROFOOD-CZ již navázali spolupráci s organizacemi začleněnými do těchto RI - CZ-OPENSREEN, EATRIS-CZ, ELIXIR-CZ, RECETOX RI, CZ-OPENSREEN, e-INFRA CZ.

METROFOOD-CZ byl postaven na již existujícím základním vybavení, které bylo pořízeno z národních a evropských fondů. Využívá zařízení, která jsou k dispozici v propojených partnerských výzkumných centrech. Dohromady vytvářejí integrovaný systém se špičkovým vybavením a zpřístupněný vědecké veřejnosti. Technologie a technologické vybavení METROFOOD-CZ se skládají ze špičkového analytického vybavení a zařízení pro zemědělské a potravinářské technologie, které v současné době provozují členové výzkumné infrastruktury.

### **Jedinečnost LRI**

METROFOOD-CZ umožňuje zachovat a posílit konkurenceschopnost České republiky ve všech odvětvích souvisejících s metrologií v potravinách a výživě, počínaje zemědělsko-průmyslovou výrobou potravin, přes vývoj nových technologií až po udržitelný rozvoj. Výzkumné aktivity tvoří dopad na všechny stupně potravinového řetězce, od prvovýroby až po zdraví, se zvláštním důrazem na zemědělsko-potravinářskou výrobu. Vysoce důležité a strategické dopady spočívají také v urychlení vývoje a technologického pokroku, což umožňuje dosáhnout významných výsledků v oblasti výzkumu a vývoje z pohledu úspory času a finančních prostředků, spolehlivosti a kvality.

Jedinečnost RI spočívá v jejím zaměření na celý zemědělsko-potravinářský řetězec a je jedinou LRI v ČR, která se zaměřuje na zemědělství a potravinářství v rámci domény Zdraví a potravin. Ostatní LRI v této doméně se zaměřují především na biomedicínské vědy. Infrastruktura disponuje špičkovým a unikátním vybavením pro poskytování služeb v oblasti zemědělské produkce i pro získávání referenčních materiálů (experimentální pole, skleníky, sady a stáje). Má také unikátní vybavení v oblasti potravinářství (např. vysokotlaká úprava potravin) a zejména špičkové vybavení v oblasti potravinářských technologií pro sledování kvality a bezpečnosti potravin (např. vysoce citlivá zařízení pro hmotnostní spektrometrii ve spojení s kapalinovou nebo plynovou chromatografií, NMR, MALDI-TOF, SFC atd.), včetně akreditovaných analytických laboratoří.

### **Co nabízí LRI?**

METROFOOD-CZ v oblasti metrologických a normalizačních služeb nabízí svým uživatelům:

- ✓ validaci a ověřování kvality, bezpečnosti, pravosti a udržitelnosti potravin
- ✓ vývoj metod pro charakterizaci potravin, jejich sledovatelnost a falšování
- ✓ porovnávání metod a charakterizace výkonnosti analytické měřicí metody, harmonizaci metod
- ✓ vývoj referenčních materiálů
- ✓ zavádění nových a/nebo integrovaných měření a zařízení
- ✓ mezilaboratorní testování
- ✓ vývoj nových technologií výroby, zpracování a skladování udržitelných potravin



✓ databáze údajů o obsahu živin (např. obsah lepku v potravinách)

Pokud jde o služby v oblasti analýzy potravin, METROFOODCZ nabízí analýzy kontaminantů, mikrobiologické rozbory, nutriční vlastnosti, technologické parametry, zjišťování pravosti/falšování. METROFOOD-CZ se rovněž zaměřuje na poskytování elektronických služeb, které zahrnují nástroje pro standardizaci a harmonizaci měření; přístup k údajům o potravinách (složení, markery, obsah kontaminantů, profilování), data týkající se výroby a zpracování, e-platformu pro sběr a sdílení dat a e-learning. METROFOOD-CZ také nabízí vysoce kvalitní pokročilé školení pro akademické pracovníky a odborníky na různých úrovních vzdělávání spolu s vzdělávacími aktivitami zaměřenými na zvýšení informovanosti široké veřejnosti (spotřebitelů/občanů).

### **Význam LRI pro rozvoj vědy a techniky v oblasti Zdraví a potravin**

Agrárně-potravinářský sektor jako celek představuje jedno z nejdůležitějších odvětví současné ekonomiky a je proto zásadní čelit výzvám potravinové udržitelnosti a bezpečnosti v nadcházejících letech. Evropský trh s potravinami tvoří přibližně 4,8 mil. zaměstnanců a 310 000 podniků.

Legislativa v oblasti bezpečnosti potravin se nevyhnutelně vyvíjí, což vyžaduje neustálé přizpůsobování metod pro analýzu, detekci a testování nových zemědělských postupů a průmyslových technologií s cílem snížit nebo kontrolovat stupeň bezpečnosti výrobků v každé fázi výrobního procesu. Analytická měření hrají klíčovou roli v každém aspektu kontroly a hodnocení kvality potravin a bezpečnosti – od stanovení nutriční hodnoty, přes hodnocení čerstvosti, senzorických vlastností, až po chemickou a mikrobiologickou kontrolu bezpečnosti, kontrolu surovin a sledovatelnost produktů a také ověřování autenticity. I když došlo v posledních letech k rozsáhlému rozvoji diagnostických technologií a měřicí přístroje se stávají stále citlivějšími a selektivnějšími, dostupnost spolehlivých analytických metod pro měření chemických a biologických parametrů je přesto nedostatečná, a to především z důvodu zpoždění rozvoje metrologie v této oblasti a také z nedostatku spolupráce mezi různými oblastmi výzkumu.

METROFOOD-CZ může pomoci zaplnit tuto mezeru jak na národní, tak na evropské a mezinárodní úrovni. To představuje velmi důležitou příležitost pro rozvoj zemědělsko-potravinářského odvětví a pro posílení pozice České republiky na evropské a mezinárodní úrovni.

RI je propojena a funguje v úzké spolupráci s dalšími českými institucemi (např. Státní zemědělská a potravinářská inspekce, Státní veterinární správa, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, národní referenční laboratoře, Česká společnost chemická, Výzkumný ústav mlékárenský, Společnost pro výživu, Potravinářská komora, profesní svazy českého potravinářského průmyslu). Každý partner přináší svou širokou a konsolidovanou mezinárodní síť spolupráce, která zajistí velmi širokou škálu akcí otevřených členským státům EU, přidruženým zemím, ale i rozvojovým zemím a budou moci splnit potřeby vědecké veřejnosti a všech zúčastněných stran na národní, EU i celosvětové úrovni. V dnešní době se stále více zaměřujeme na udržitelnost zemědělsko-potravinářských systémů a uplatňování přístupu integrovaného řetězce a také na aplikaci konceptu „jedno zdraví“ s přihlédnutím ke vztahu lidského zdraví se zdravím zvířat a zdravím životního prostředí a s ohledem na dopady a úzké vztahy se zemědělsko-potravinářskými systémy, výrobou a spotřebou potravin a životního prostředí. Očekává se, že výzkumné infrastruktury, konkrétně METROFOOD-RI na evropské úrovni a METROFOOD-CZ na národní úrovni, mohou být cenným příspěvkem k zajištění kvality a bezpečnosti potravin a lidského zdraví, poskytnout znalosti na rozšíření potenciálu zemědělství ve městech a k prosazování změn směrem k udržitelnému potravinovému systému, jakož i k podpoře rozvoje zemědělství v souvislosti s udržitelnou produkcí a spotřebou, také s cirkulární ekonomikou a průmyslovou symbiózou. Mohou působit jak v oblasti prevence, tak v oblasti adaptačních opatření, a sice v rámci prevence podporou oběhového hospodářství,



zemědělství šetrného k životnímu prostředí, nízkenergetických potravinářských technologií, optimalizace spotřeby vody, nového přístupu ke spotřebě, a to jak v oblasti potravinářství, tak v oblasti zvyšování biologické rozmanitosti a vyspělosti potravinového systému a vývojem nových obalových materiálů a inovativních obalů. Tyto infrastruktury mohou dále působit v oblasti nových řešení a vývoji nových poznatků v sektoru bezpečnosti potravin (alternativní zdroje bílkovin).

RI navíc mohou působit na zvyšování kompetencí v oblasti analytického testování, harmonizace výzkumných metodik, sdílení zkušeností, osvědčených postupů a vytváření sítí, podpory přeshraničního přenosu znalostí prostřednictvím přístupu k výzkumným metodám, k datům/databázím a analytickým metodám. Dále mohou provádět důležitou detekci a inspekci pro EU a národní programy inspekce bezpečnosti potravin a poskytovat přístup k analytickým metodám umožňujícím rychlou reakci na vznikající problémy a rutinní kontrolu bezpečnosti potravin nebo pro strategie zmírňování dopadu nových nebezpečí v potravinovém řetězci. Je důležité realizovat integrované prostředí RI, které jsou vzájemně propojeny a vypracovat strategie a organizační opatření umožňující rizikovým organizacím čelit náhlým změnám (např. v důsledku změny klimatu) a krizím a zajistit tak řádný a bezpečný provoz a dostupnost, a to posílením možností vzdáleného přístupu.

### **Výhled směřování LRI**

Hlavní výzvou pro LRI v dalších letech bude nabídnout účinnou podporu pro efektivní a šetrné využívání přírodních zdrojů, udržitelné zemědělství a udržitelnou produkci potravin s cílem zajistit bezpečné a vysoce kvalitní potraviny, zdravé životní prostředí, biologickou rozmanitost a ekologii přírodních zdrojů v souladu s národní RIS3 strategií. V následujících letech bude vývoj v těchto strategických oblastech ovlivněn šířením pokročilých technologií (včetně biotechnologií) a materiálů (včetně nanomateriálů, materiálů z obnovitelných zdrojů a druhotných surovin, alternativních zdrojů bílkovin) v zemědělství, výrobě potravin a ochraně životního prostředí. Jedním z hlavních cílů bude prohloubení spolupráce mezi výzkumným, akademickým a aplikačním sektorem v oblasti výzkumu, vývoje a inovace a stimulovat podmínky pro partnerství a spolupráci mezi všemi součástmi systému VaV, včetně aplikovaného výzkumu.

### **Závěr**

METROFOOD-CZ je jedinečná výzkumná infrastruktura pro oblasti potravin a výživy. Hlavním cílem RI je provozovat a podporovat nový interdisciplinární výzkum v oblastech od primární zemědělské výroby, přes zpracování a technologie potravin, až po kvalitu, autenticitu, bezpečnost a sledovatelnost potravin, surovin, produktů a doplňků stravy.

### **Poděkování**

*Tato práce vznikla za podpory výzkumné infrastruktury METROFOOD-CZ, projekt MŠMT č. LM2023064.*



## EVROPSKÝ INOVAČNÍ A TECHNOLOGICKÝ INSTITUT V OBLASTI POTRAVIN (EIT FOOD): NÁSTROJE A MOŽNOSTI PRO INOVACI POTRAVINOVÉHO SYSTÉMU V ČESKÉ REPUBLICE

Tomaniová M., Ryšlavá E., Hajšlová J.

- (1) Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha
- (2) EIT Food Hub Czechia

EIT Food je jednou z největších evropských iniciativ v zemědělsko-potravinářském odvětví, která usiluje o vybudování inovativního a odolného potravinového systému. Prostřednictvím spolupráce akademického, výzkumného a průmyslového sektoru, přenosu znalostí a podpory inovativního podnikání podporuje vytvoření zdravější společnosti.

EIT Food v České republice zastupuje EIT Food Hub, který byl založen roku 2018 na Fakultě potravinářské a biochemické technologie, VŠCHT Praha a od roku 2021 ho tvoří konsorcium Vysoké školy chemicko-technologické v Praze a Impact Hubu Praha. Jeho cílem je posilovat místní inovační ekosystémy a implementovat aktivity a portfolio programů v rámci Regionálního inovačního schématu (RIS). Shrnutí nejvýznamnějších aktivit je dostupné na webu <https://eitfoodhub.vscht.cz/> a <https://www.inovacevpotravinach.eu/>.

Programy, které EIT Food nabízí, lze zařadit do 4 pilířů zaměřených na podporu vzdělávání, inovací, podnikavosti a zapojení veřejnosti. Od roku 2021 se aktivity EIT Food soustředí na 6 základních oblastí – diverzifikaci proteinů, udržitelné zemědělství, personalizovanou výživu, udržitelnou akvakulturu, digitální sledovatelnost, cirkulární potravinové systémy. Všemi oblastmi se pak prolíná digitální transformace potravinového systému, a zacílení na konzumenty.

Více informací o EIT Food najdete na: <https://www.eitfood.eu/>

### **European Institute of Innovation and Technology for Food (EIT Food). Tools and possibilities for the innovation of the food system in the Czech Republic**

*EIT Food is one of the largest European initiatives in the agri-food sector that aims to build an innovative and resilient food system. It supports the creation of a healthier society through the cooperation of the academic, research and industrial sectors, the transfer of knowledge and the promotion of innovative entrepreneurship.*

*EIT Food in the Czech Republic is represented by the EIT Food Hub, which was founded in 2018 at the Faculty of Food and Biochemical Technology, UCT Prague, and from 2021 it is formed by a consortium of the University of Chemistry and Technology in Prague and Impact Hub Prague. Its aim is to strengthen local innovation ecosystems and implement activities and a portfolio of programs within the Regional Innovation Scheme (RIS). A summary of the most important activities is available on the website <https://eitfoodhub.vscht.cz/> and <https://www.inovacevpotravinach.eu/>.*



**OPTIMALIZACE STANOVENÍ CUKRŮ A JEJICH TRANSFORMAČNÍCH PRODUKTŮ**

Procházková Z., Průšová A., Šírová A., Cejpek K.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha

**Úvod**

Správná volba experimentálního uspořádání je základem pro dosažení relevantních výsledků. Předkládaný příspěvek ukazuje dva příklady hledání optimálních podmínek pro studium reakce sacharidů pomocí vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC). Tato analytická metoda umožňuje separovat jednotlivé chemické entity v analyzované směsi. Drobnou změnou uspořádání experimentu lze pak zrychlit či zpomalit eluci a zlepšit separační koeficienty těchto chemických entit podle toho, co je v centru zájmu prováděného měření.

Při reakcích disacharidu laktosy může vznikat laktulosa (např. isomerací v alkalickém prostředí). Při stanovení laktosy ve vzorcích mléka (např. tepelně upraveného, a tudíž za současné přítomnosti laktulosity) HPLC metodou s RI detekcí je však obtížné oba sacharidy separovat tak, aby byla provedena správná kvantifikace<sup>1</sup>. Lepší separace elučních zón lze dosáhnout např. použitím speciálních chromatografických kolon. Další možnosti je optimalizace experimentálních parametrů jako jsou složení a průtok mobilní fáze, teplota kolony, délka kolony atp.

Cílem druhého příkladu optimalizace byla separace elučních zón chinoxalinových derivátů 3-deoxyglukosulosity (3-DG), 3 deoxygalaktosulosity (3-DGal) a 4-deoxyglukosulosity (4-DG) při analýze  $\alpha$ -dikarboxylových sloučenin ( $\alpha$ -DC), které vznikají v zahříváných vzorcích mléka z přítomných monosacharidů a oligosacharidů. Eluční zóny těchto látek při analýzách často splývají v jednu, případně se neseparují na základní linii. Postupně bylo pomocí modelových vzorků otestováno 5 kolon, které se lišily ve složení (ligandy a fyzikálními parametry) stacionární fáze. Optimálním řešením je kolona, která splní technické požadavky na tolerovatelný tlak a teplotu systému HPLC a současně umožní dostatečnou separaci v problematické eluční zóně.

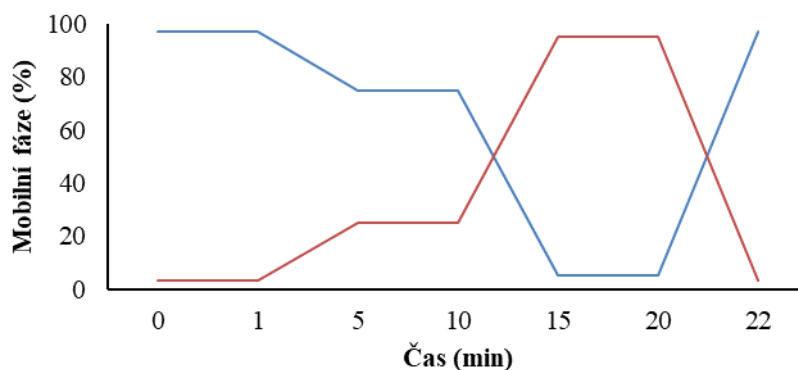
**Experimentální část*****Separace laktosy a laktulosity***

K přípravě mobilní fáze a roztoku, který při optimalizaci sloužil jako modelový systém, byla používána destilovaná demineralizovaná voda. Modelový roztok představoval roztok laktosy (laktosa monohydrát pro biochem., max. 5,5 % vody, Merck) a laktulosity (min. 98 %, Merck) v koncentraci každého cukru cca 1 g/100 ml. Mobilní fáze sestávala z vody a acetonitrilu (min. 99,9 %, Sigma-Aldrich) v různých objemových poměrech. Měřicí systém sestával z vysokotlaké pumpy HPP5001 (Laboratorní přístroje Praha), manuálního dávkovacího ventilu (Rheodyne), kolonového termostatu Jetstream 2 Plus a RI detektoru K-2401 (Knauer). Analýza byla provedena s chromatografickou kolonou Purospher® STAR NH2 (Merck) o délce 250 a 375 mm, průměru 4 mm a velikostí částic silikagelové stacionární fáze 5  $\mu$ m. Teplota byla nastavena na 35 resp. 40 °C, průtok mobilní fáze v isokratickém režimu byl konstantní 1 ml/min. Stanovení mrtvého objemu kolon bylo provedeno při rychlostech průtoku: 0,5 – 1,3 ml/min pomocí nástřiku roztoku acetonu ve vodě v poměru 1:1<sup>2</sup>.



## Separace $\alpha$ -DC sloučenin

Modelovým reakčním roztokem byl v tomto případě 0,25 M roztok fruktosy (min. 99 %, Sigma-Aldrich) a laktulosy (min. 98 %, Merck) v destilované demineralizované vodě, který byl po dobu 24 h zahříván při teplotě 95 °C a pak 1 h derivatizován o-fenylendiaminem. Analýza probíhala v režimu gradientové eluce při konstantním průtoku 0,4 ml/min s mobilní fází A: 10mM mravenčan amonný (min. 99 %, Sigma Aldrich) s kyselinou mravenčí (pH 3) (min. 98%, Merck) a B: Methanol (min. 99,9 %, Honeywell). Eluční gradient zvolený na základě předchozí optimalizační studie popisuje Obrázek I.



Obrázek I Eluční gradient při separaci  $\alpha$ -dikarbonylových sloučenin; mobilní fáze A (—) a B (—)

Měřicí systém představoval chromatograf Alliance Waters 2695 s autosamplerem a detektor PDA Waters 2996. Testované kolony byly termostatovány na 40 °C, jejich přehled uvádí Tabulka I:

Tabulka I Přehled testovaných kolon pro separaci  $\alpha$ -DC

Označení kolony	Název	Výrobce	Velikost částic ( $\mu\text{m}$ )	Délka (mm)	Šířka (mm)
1	ARION™ Phenyl-butyl	Chromservis	5	150	4,6
2	ARION™ Biphenyl	Chromservis	5	150	4,6
3	Xselect CSH™ Phenyl-hexyl	Waters	2,5	150	4,6
4	Xselect CSH™ Phenyl-hexyl	Waters	3,5	150	4,6
5	Cortecs CSH™ Phenyl	Waters	2,7	150	3,0

## Výsledky a diskuse

### Separace laktosy a laktulosy

V první řadě byla stanovena základní charakteristika studovaných kolon, a to mrtvý objem. V dalším kroku byl sledován vliv teploty, složení mobilní fáze (objemový poměr acetonitril:voda) a vliv délky kolony na separaci elučních zón laktosy a laktulosy. Efektivita separace byla vyhodnocována pomocí parametru rozlišení<sup>2</sup>:

$$R_{1,2} = \frac{1,18 (t_{R2} - t_{R1})}{(w_{h1} + w_{h2})}$$

kde  $t_{R1}$  a  $t_{R2}$  jsou retenční časy složek 1 a 2 (v našem případě laktulosy, resp. laktosy);  $w_{h1}$  a  $w_{h2}$  jsou odpovídající šířky píků (elučních pásů) v polovině výšky. Hodnoty získané zpracováním jednotlivých chromatogramů uvádí Tabulka II.





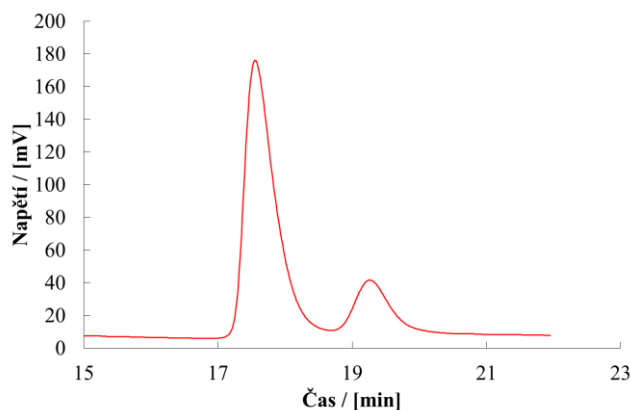
**Tabulka II** Rozlišení elučních zón laktosy (2) a laktulosity (1) při různém uspořádání experimentu

Délka (mm)	Mrtvý objem kolony	Teplota	Mobilní fáze ACN:H <sub>2</sub> O	Rozlišení R <sub>1,2</sub>	Doba analýzy t (min)
250	2,43	35 °C	75:25	0,90	10
	2,42	40 °C	75:25	0,85	10
	2,43	35 °C	80:20	1,53	16
	2,42	40 °C	80:20	1,22	14
375	3,62	35 °C	75:25	1,21	15
	3,59	40 °C	75:25	1,13	14
	3,62	35 °C	77,8:22,2	1,74	23
	3,59	40 °C	77,8:22,2	1,61	22
	3,62	35 °C	80:20	1,91	26
	3,59	40 °C	80:20	1,48	25

Při volbě uspořádání systému je nutné zvážit několik aspektů:

1. Dosažení právě potřebného rozlišení, za které je obvykle považována hodnota R<sub>1,2</sub> větší než 1,5.
2. Délka experimentu – maximální únosný čas pro jednu analýzu cca 30 minut.
3. Kolona – kromě separačních vlastností a univerzálnosti použití se často posuzuje i cena
4. Teplota – by měla v každém případě přesahovat teplotu v místnosti alespoň o 5 °C, aby měl termostat (pokud se jedná pouze o ventilační chlazení) možnost kolonu uchládit.

V předkládané studii bylo dosaženo hodnoty parametru R<sub>1,2</sub> větší než 1,5 hned v několika případech (viz Tabulka II). Z těchto byly preferovány podmínky zajišťující možnost termostátovat kolonu i v letních měsících – tedy teplota 40 °C – a zároveň umožňující experiment provést v co nejkratším čase. Těmto preferencím odpovídá experiment s 375 mm dlouhou kolonou a mobilní fází o složení ACN: H<sub>2</sub>O = 77,8:22,2. Uvedené délky kolony jsme dosáhli zapojením dvou kolon (250 mm a 125 mm dlouhých) stejné značky a vlastností do série za sebou<sup>1</sup>. V tomto případě jsme tak získali optimální systém pro efektivní separaci laktosy a laktulosity viz Obr. II, který uvádí příslušný chromatogram získaný za výše uvedených podmínek.

**Obrázek II** HPLC chromatogram standardu laktulosity a laktosy: rychlost průtoku 1 ml/min, mobilní fáze ACN:H<sub>2</sub>O = 77,8:22,2, teplota 40 °C, kolona Purospher® STAR NH2 o délce 375 mm

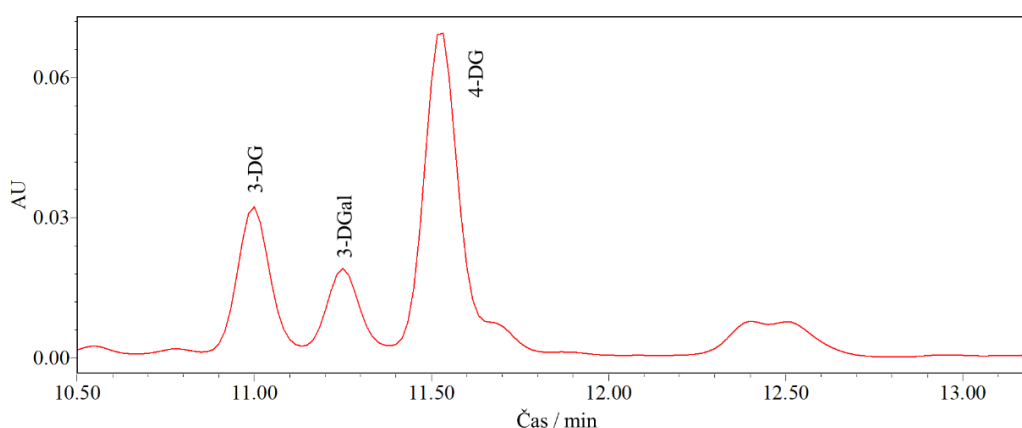
## Separace $\alpha$ -DC sloučenin

Modelový reakční roztok pro analýzu chinoxalinových derivátů  $\alpha$ -DC byl postupně nastříknut na každou z testovaných kolon. Pro posouzení účinnosti separace byla vybrána nejkritičtější eluční zóna – 3-DG, 3-DGal a 4-DG. Sledované charakteristiky shrnuje Tabulka III.

**Tabulka III** Typy kolon a separace kritických elučních zón  $\alpha$ -DC sloučenin

Označení kolony	3-DG	3-DGal	4-DG
1	Nízký, neseper. pík	Dvojitý pík, koeluce s 3-DG	Neseperovaný
2	Vysoký neseper. pík	Trojité pík, koeluce s 3-DG a 4-DG	Neseperovaný
3	Vysoký, ostrý, úzký pík	Dvojitý pík, koeluce s 4-DG	Neseperovaný
4	Vysoký, široký pík	Trojité pík, koeluce s 3-DG a 4-DG	Neseperovaný
5	Vysoký, ostrý, úzký pík	Separovaný pík	Separovaný

Z tabulky vyplývá, že nejlépe separovala kolona 5, tj. Cortecs CSH<sup>TM</sup> Phenyl s velikostí částic 0,25  $\mu$ m a s pevným jádrem. Příslušný chromatogram (Obr. III) vykazuje dobře separované, vysoké a ostré eluční pásy pro jednotlivé sledované látky. Ostatní kolony nejenže nedokázaly oddělit eluční zóny sledovaných látek, ale také např. pracovaly za vyšších tlaků.



**Obrázek III** HPLC chromatogram modelového roztoku  $\alpha$ -DC: kolona Cortecs CSH<sup>TM</sup> Phenyl, gradientová eluce při 40 °C a rychlosti průtoku mobilní fáze 0,4 ml/min

## Závěr

Předkládaná práce shrnuje dvě cesty optimalizace HPLC systému, a to volbou experimentálních podmínek a volbou chromatografické kolony. Pro separaci laktosy a laktulose jsou optimální podmínky: teplota 40 °C, mobilní fáze ACN: H<sub>2</sub>O = 77,8:22,2 a délka univerzální aminové kolony 375 mm. Nejlepší separace klastru deoxyglykosulos ze skupiny  $\alpha$ -DC sloučenin bylo ze studovaných kolon dosaženo užitím kolony Cortecs CSH<sup>TM</sup> Phenyl.

## Poděkování

Tento výstup vznikl v rámci projektu *Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A2\_FPBT\_2023\_006*.

## Literatura

- Manzi P., Pizzoferrato L., HPLC Determination of Lactulose in Heat Treated Milk, Food Bioprocess Technol, 2013, 6, 851-857.
- Nováková L., Douša M., Česla P. a kol., Moderní HPLC separace v teorii a praxi I., Česká chromatografická škola, z.s., 2021, Brno, 2. vydání, ISBN 978-80-270-8559-0.



## POROVNÁNÍ TEXTURY VAJEČNÝCH BÍLKŮ A ŽLOUTKŮ VAJEC POCHÁZEJÍCÍCH Z ČESKÉ REPUBLIKY A POLSKA

Kabourkova E., Pekárková T.

Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, VETUNI Brno

### Úvod

Vejsce, jako potravina živočišného původu, jsou spotřebiteli preferována pro svoji zdravotní bezpečnost, snadnou kulinární úpravu a všestrannost při použití. V porovnání s jinými zdroji živočišných bílkovin, jsou navíc vejce poměrně levným zdrojem plnohodnotných bílkovin<sup>1</sup>.

Preference konzumentů vajec a potravin živočišného původu se, obecně za poslední dekádu, změnila. Z tohoto důvodu došlo postupem času ke zvýšení četnosti průzkumů zaměřených na ochotu spotřebitelů platit za různé typy vajec. Následně došlo také k tomu, že i maloobchodní sektor musel do jisté míry na tento trend reagovat. Např. ve Spojených státech amerických obchodní řetězec Walmart prohlásil, že do roku 2025 zcela přejde k nabídce pouze vajec pocházejících z chovů, kde nosnice nejsou chovány v klecích<sup>2</sup>. Je totiž potvrzeno, že domácnosti jsou nyní ochotny zaplatit za vejce více, a to v případě možnosti zajištění welfare nosnic. Tento trend se zvyšuje se zvyšujícími se příjmy domácností. Čili čím má domácnost větší příjem, tím je ochotnější kupovat dražší vejce, je-li zaručen větší welfare nosnic<sup>3</sup>.

Spotřebitel samozřejmě stále klade důraz na kvalitu potravin živočišného původu. Textura, chuť a vůně představují nejdůležitější deskriptory kvality potravin obecně<sup>4</sup>. Avšak spotřebitele zajímá nejen jakost potravin živočišného původu. Důraz je při výběru dané potraviny kladen také na její regionálnost a vzdálenost, jakou potravina musela urazit, než se dostala ke konzumentovi<sup>4</sup>. Dále se jedná o zemi původu. Ta může být v některých případech pro spotřebitele dokonce jediným rozhodujícím faktorem<sup>5</sup>. Rovněž je pak dále důležitá cena a velikost, kdy také tyto faktory mohou v některých případech hrát důležitou roli při rozhodování o koupi vajec, a to téměř u třetiny spotřebitelů<sup>6</sup>. Dle Naspettiho a Bodiniho<sup>4</sup> již zmíněný původ dané potraviny představuje klíčový faktor pro spotřebitele s tím, že země původu potraviny, společně s čerstvostí, přirozeností a sezónností, představuje komplex nejdůležitějších faktorů, které hrají roli při výběru potravin pro konzumenta.

Cílem této práce bylo sensoricky zhodnotit a následně porovnat mezi sebou vařený vaječný bílek a žloutek vajec pocházejících z České republiky a Polska. Hodnoceným parametrem byla textura bílku a žloutku po uvaření.

### Experimentální část

V experimentu bylo použito celkem 60 slepičích konzumních vajec. Z toho 30 vajec pocházelo z klecového chovu z České republiky a zbylých 30 vajec z klecového chovu z Polska. Vejce byla koupena v tržní síti v České republice. Všechna vejce byla stejně stará. Vejce byla ošetřena varem po dobu 10 minut. Poté byla zchlazena ve studené vodě.

Uvařená vejce byla podávána zchlazená, ve skořápce, na sensoricky neutrálním nádobí, které bylo předem označeno náhodně vygenerovaným trojčíslím. Každý z hodnotitelů hodnotil vejce anonymně. Jedno celé vejce představovalo jeden vzorek. Hodnocení bylo provedeno vyplněním hodnotícího protokolu, který byl zaměřen na texturu uvařeného bílku a žloutku předložených vařených vajec.

Hodnocení probíhalo ve zkušební místnosti patřící Ústavu hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Veterinární univerzity Brno. Zkušební místnost je



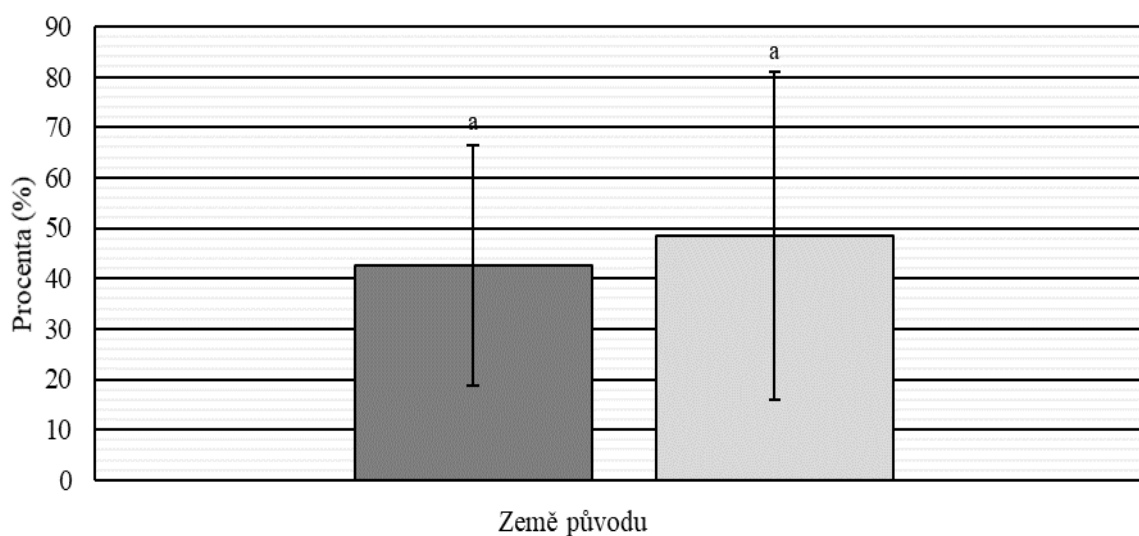
vybavena hodnotitelskými kójiemi a splňuje kritéria mezinárodních norem, která jsou na zkušební místnosti kladeny (ČSN ISO 8589).

Výsledky byly statisticky zpracovány ve statistickém programu UNISTAT. Ve statistickém programu byl použit test ANOVA a poté mnohonásobné porovnání v Tukey–HSD testu.

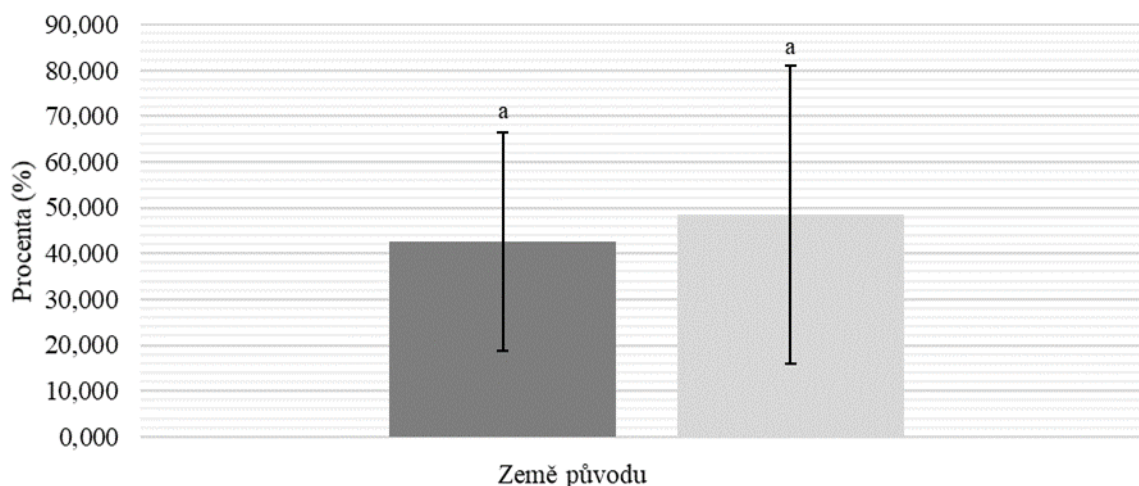
### Výsledky a diskuze

Produkční systémy v chovu nosnic se mohou mezi sebou velice odlišovat, a to i v rámci jednoho státu. Vejce mohou pocházet z konvenčních klecových chovů, přes volné chovy až po bio chovy poskytující nosnicím co nejvíce přirozené životní podmínky<sup>7</sup>. V předkládané práci vejce pocházela ze stejného typu chovu, a to klecového. Případný vliv produkčního systému na chuť vařeného bílku či žloutku byl takto eliminován. Výsledky byly získány pomocí anonymního hodnocení vařených bílků a žloutků vajec, kdy hodnotitelé nedostali informaci, který ze vzorků pochází z České republiky a který z Polska. Záměrem bylo vyhnout se faktu, že spotřebitelé mají tendence přisuzovat vejcím rozdílné vlastnosti a chuť na základě jejich původu<sup>8</sup>.

Z výsledků sensorické analýzy vyplývá, že nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $P < 0,05$ ) textury bílku mezi vejci pocházejících z klecového chovu z České republiky a vejci pocházejících z klecového chovu z Polska (viz Obrázek I). Rovněž nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ( $P < 0,05$ ) v textuře žloutků vajec pocházejících klecového chovu z České republiky a vejci pocházejících z klecového chovu z Polska (viz Obrázek II).



**Obrázek I** Porovnání textury bílku u vajec z České republiky ■ a Polska ■



**Obrázek II** Porovnání textury žloutku u vajec z České republiky ■ a Polska ■

## Závěr

Předložená práce byla zaměřena na porovnání textury vařených bílků a žloutků vajec pocházejících z České republiky a z Polska. Použitá vejce pocházela vždy z klecového chovu a byla tepelně upravena varem. Hodnotitelé hodnotili vejce anonymně, a to se zaměřením na jejich texturu.

Z výsledků experimentu vyplývá, že nebyl prokázán statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) v textuře vařených bílků vajec z České republiky a z Polska. Rovněž nebyl prokázán statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) v textuře žloutků mezi vejce pocházejících z České republiky a z Polska.

## Literatura

1. Martinez-Michel L., Punter P., Wismer W., Meat Sci., 2011, 87, 349-355.
2. Lusk J.L., Agribusiness, 2019, 35, 129-148.
3. Kotschedoff M. J. W., Pachali M. J., Mark. Sci., 2020, 39(1), 1-284.
4. Naspetti S., Bodiny A., Int. J. Interdiscip. Soc. Sci., 2008, 3, 1833-1882.
5. Alvensleben von R., Agrarwirtschaft, 2000, 49, 399-402.
6. Berkhoff J., Alvarado-Gilis C., Keim J.P., Alcalde J.A., Vargas-Bello-Perez E., Gandarillas M., Poultry Sci., 2020, 11, 6239-6246.
7. Rakonjac S., Bogosavljević-Bošković S., Pavlovski Z., Škrbić Z., Dosković V., Petrović M., Petričević V., World's Poultry Sci. J., 2014, 70, 93-104.
8. Chang J. B., Lusk J. L., Norwood F. B., J. Agric. Resour. Econ., 2010, 35(3), 406-423.

## HYGIENICKÁ KVALITA A PROFIL MASTNÝCH KYSELIN BUVOLÍHO A KRAVSKÉHO MLÉKA

Hermanová S. (1), Kejdová Rysová L. (1), Legarová V. (1), Šebová A. (1), Hanuš O. (2)

(1) Katedra kvality a bezpečnosti potravin, ČZU v Praze

(2) Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Praha

## Úvod

Velmi diskutovaným tématem v posledních několika letech je využití jiného než kravského mléka, např. kozího, ovčí nebo také buvolího mléka. V mnoha zemích světa, jako je Indie nebo Egypt, je buvolí mléko rozšířenou potravinou a součástí tradičních místních výrobků. Tyto státy se nacházejí většinou v subtropickém až tropickém pásmu, kde jsou buvoli přirozeně se vyskytující druhem a jejich stavba těla a metabolismus jsou přizpůsobeny těmto podmínkám daleko lépe než skot. Z důvodu dlouhodobé změny klimatu a zvyšování teplot se jeví chov buvolů i ve střední Evropě jako jedna z možných alternativ k chovu mléčného skotu. Vypovídající výsledky o kvalitativních a složkových parametrech buvolího mléka pocházejícího z Česka zatím chybí a to, i přestože se na našem území buvolí mléčné farmy nachází. Z tohoto důvodu se naše studie zaměřila na porovnání mléčných parametrů buvolího a kravského mléka. Konkrétně byl hodnocen počet somatických buněk jakožto indikátor hygienické kvality mléka, a také na profil mastných kyselin, jelikož buvolí mléko může vykazovat až dvojnásobný obsah tuku oproti kravskému<sup>1</sup>.

## Experimentální část

Parametry zjišťované v tomto experimentu byly stanoveny pomocí fluorescenční mikroskopie a plynové chromatografie s hmotnostních spektrometrií. Počet somatických buněk byl stanoven pomocí fluorescenční mikroskopie, kde byly somatické buňky ve vzorcích mléka obarveny barvivem Sofia Green a následně počítány pomocí přístroje Lactoscan SCC. Profil mastných kyselin byl stanoven pomocí plynové chromatografie s hmotnostním spektrometrem, kde byla nejprve provedena identifikace jednotlivých mastných kyselin pomocí referenčního materiálu Supelco 37 Component FAME Mix a následně identifikovány mastné kyseliny vzorků mléka. Podle ploch jednotlivých píků byl následně vypočítán poměr mastných kyselin v jednotlivých vzorcích.

## Výsledky a diskuse

Z našich výsledků je patrné, že kravské mléko (145 000 v ml) i buvolí mléko (24 000 v ml) splňují limity počtu somatických buněk stanovené evropským nařízením ( $\leq 400\ 000$  v ml). Navíc buvolí mléko signifikantně vykazovalo vyšší hygienickou jakost, což lze přisuzovat nižší náchylnosti k mastitidám těchto zvířat<sup>2</sup>.

**Tabulka I** Výsledky měření počtu somatických buněk ve vzorcích buvolího a kravského mléka

Průměr kráva PSB/1 ml	Sm. odch. kráva	Průměr buvol PSB/1 ml	Sm. odch. buvol	n	p
142803	67129	23933	14458	15	0,000000

Co se týče profilu mastných kyselin, tak se buvolí a kravské mléko liší v rádech několika procent. Největší rozdíly jsou patrné v procentuálním zastoupení kyseliny máselné, kyseliny stearové a kyseliny olejové. Významný je i rozdíl v poměru nasycených a nenasycených



masných kyselin, kdy buvolí mléko je charakteristické vyšším obsahem nasycených masných kyselin, což lze zužitkovat zvláště při výrobě másla.

**Tabulka II** Profil masných kyselin buvolího a kravského mléka

Masná kyselina	Kráva		Buvol	
	% MK	SD	% MK	SD
Máselná C4:0	1,21	0,07	2,41	0,32
Kapronová C6:0	1,45	0,03	1,57	0,29
Kaprylová C8:0	1,15	0,02	0,93	0,20
Kaprinová C10:0	3,07	0,05	1,97	0,44
Laurová C12:0	4,07	0,08	2,76	0,54
Myristová C14:0	13,55	0,15	13,11	1,67
Pentadecylová C15:0	1,46	0,08	2,12	0,22
Palmitová 16:0	35,18	0,81	33,83	2,72
Stearová C18:0	8,35	0,34	13,63	2,92
Octadecenová 18:1 t9	1,82	0,21	0,66	0,09
Olejová C18:1 c9	16,19	0,78	13,09	5,43
Linolová C18:2 c9,12	1,33	0,09	0,82	0,05

## Závěr

Závěrem lze říci, že na základně provedených analýz je potenciál využití buvolího mléka v Česku vysoký. Z pohledu hygienické kvality se buvolí mléko jeví jako dobrá alternativa k mléku kravskému, jelikož nás experiment prokázal výrazně nižší dlouhodobé výsledky počtu somatických buněk u buvolího mléka. Z pohledu profilu masných kyselin je buvolí mléko bohatší na nasycené masné kyseliny, což by bylo možné využít během výroby másla a jeho následné skladovatelnosti.

## Poděkování

*Tato práce vznikla s finanční podporou Národní agentury pro zemědělský výzkum Ministerstva zemědělství ČR při řešení projektu QK21010212.*

## Literatura

1. Ahmad S., Zhang T., Lee F., Liu Y., Li X., Guo M., Buffalo Bull., 2013, 32, 1324-1329.
2. Cerón-Muñoz M., Tonhati H., Duarte J., Oliveira J., Muñoz-Berrocal M., Jurado-Gámez H., J. Dairy Sci., 2002, 85, 2885-2889.



## VYUŽITÍ ENZYMATICKÉHO STANOVENÍ KREATININU PRO VÝPOČET ČISTÝCH SVALOVÝCH BÍLKOVIN VE FERMENTOVANÝCH MASNÝCH VÝROBCÍCH

Bednář J., Doležalová J., Ježek F.

Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, VETUNI Brno

### Úvod

Stanovení obsahu bílkovin v masných výrobcích je jednou z metod, jak kontrolovat kvalitu výrobků a taky zamezit klamání spotřebitele. Bílkovin ve výrobku může být mnoho druhů z přidaných potravin jak za účelem výrobním nebo za účelem částečně nahradit bílkovinu svalovou. Také byly vždy tendence nahradit maso určené pro výrobu daného výrobku masem méně kvalitním z jiných částí jatečných těl. Proto je jedna část kontroly zaměřena na čistou svalovou bílkovinu (ČSB). Čistá svalová bílkovina (ČSB) je definována jako bílkovina pocházející z masa bez nízkomolekulárních nebílkovinných dusíkatých látek a po odečtení kolagenu<sup>1</sup>. Tendence nahradit kvalitní bílkovinu svalu se objevuje především u kvalitních výrobků, které jsou tím pádem i nejdražší. Týká se trvanlivých fermentovaných výrobků a šunky. Proto také právní předpis, který v České republice definuje požadavky na maso a masné výrobky se jmenovitě zabývá těmito druhy výrobků. Metodou, která se pro stanovení ČSB obvykle používá je metoda dle Kjeldahla. Touto metodou se stanoví celkové bílkoviny a následně po odečtení neorganického dusíku a dusíku kolagenních bílkovin se získá po přepočtu požadovaný výsledek ve formě ČSB<sup>2</sup>. U výše jmenované metody je diskutována skutečnost, že během zrání dochází k proteolýze bílkovin. Při stanovení čistých bílkovin srážením horkým taninem, kdy se teoreticky vysráží pouze bílkoviny a proteiny je otázkou, jak malé proteiny vznikající proteolýzou z bílkovin při zrání výrobku je tato metoda je schopna zachytit<sup>3</sup>. Tudíž je určitá nejistota ohledně přesného stanovení. Z tohoto hlediska by se nabízely dvě cesty, jak stanovit přesněji obsah čistých svalových bílkovin v díle či přímo ve vzorku. Obě cesty jsou založeny na obsahu látek nacházející se pouze v čisté svalové bílkovině. Jednou z nich je stanovení aminokyseliny 3-methylhistidinu, který se vyskytuje pouze v myofibrilárních bílkovinách, metodou HPLC. Další možností, jak přímo stanovit ČSB, je stanovení endogenního kreatininu v svalových buňkách. Využívá se zjištění, že mezi obsahem kreatininu ve svalu a obsahem ČSB existuje lineární vztah<sup>4,5</sup>. Obsah kreatininu se stanovuje po kyselé hydrolyze vzorku. Následně se může použít upravená metoda dle Jaffého. Základem je barevná reakce kreatininu se sodnou solí kyseliny pikrové. Mohutnost zbarvení odpovídá koncentraci kreatininu<sup>6</sup>.

V naší práci ale budeme prezentovat zatím nevyužívanou možnost stanovení kreatininu v hydrolyzátu pomocí enzymatické reakce. Metoda je dlouhodobě využívaná v humánní i veterinární medicíně, je ale vyvinuta na stanovení kreatininu ve fyziologických tekutinách (moč, krevní sérum apod.). Metoda je založena na postupné enzymatické degradaci kreatininu. Jedním z konečných produktů těchto reakcí je peroxid vodíku, který kvantitativně reaguje s přidaným chromoforem. Vzniklé zbarvení je možné detekovat fotometricky. Hlavním úkolem našeho projektu bylo zjistit, zda stanovení vyvinuté pro fyziologické tekutiny lze upravit takovým způsobem, aby bylo použitelné i pro prostředí 30 % kyseliny sírové, kterou se hydrolyza vzorků provádí.

### Experimentální část

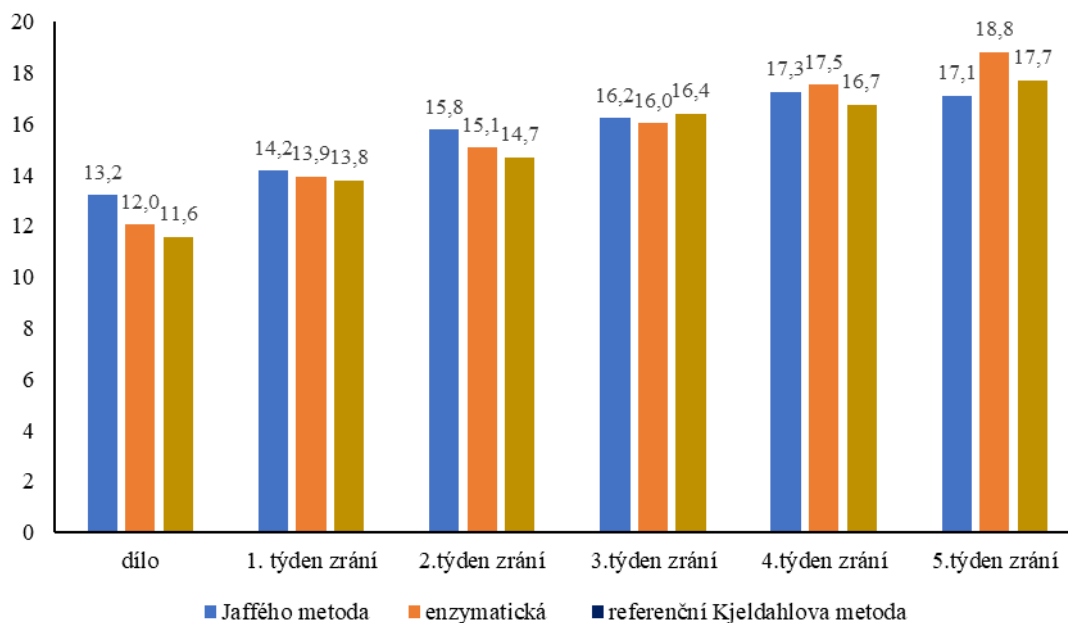
Stanovení bylo provedeno pomocí enzymatického setu Crea Enz 204, fy. Erba Mannheim. Je to dvojstupňový enzymatický test. Prvním stupněm je reakce na odstranění endogenního



kreatinu, který by následně ovlivnil stanovení kreatininu. Kreatin je odstraněn hydrolyzou pomocí kreatinasy a sarkosinoxidasy. Vzniká peroxid vodíku, který je odstraněn katalázou. Druhým krokem je reakce svalového kreatininu, který je přeměněn pomocí kreatininázy a 4-aminoantipyrinu na kreatin. Ten shodně s prvním krokem je hydrolyzován za vzniku peroxidu vodíku. Peroxid následně reaguje za vzniku barevného komplexu s ESPMT (N-etyl-N-sulfopropyl-m-toluidin). Barevná mohutnost tohoto chromoforního komplexu je přímo úměrná koncentraci peroxidu vodíku vzniklého ze svalového kreatininu a měří se při 546 nm.

Vzorky byly z kategorie trvanlivých fermentovaných výrobků. Bylo využito možnosti kontrolovat průběh změn ČSB u zrání salámu Paprikáš (Masokombinát Krásno). Dílo bylo naraženo do obalu a zrání probíhalo kontrolovaně v zrací komoře (KRA-Gen3M, Lakner, Německo na Ústavu technologie potravin Mendelovy univerzity v Brně). První vzorek bylo syrové dílo. Následně se vzorky odebíraly po každém uplynulém týdnu. Celková doba zrání pak byla čtyři týdny. Na každé stanovení byly odebrány dva vzorky o hmotnosti 200 g. Vzorky byly homogenizovány v homogenizátoru Microtron MB 550 a z každého homogenátu byly stanoveny čtyři paralelní vzorky, které byly hydrolyzovány (20 ml 30 % kyselina sírová, 14 hodin, teplota 105 °C). Po skončení hydrolyzy byla provedena neutralizace hydroxidem sodným optimálně do pH 6 - 8,0. Dále pro odstranění interferujících látek, především triglyceridů bylo přidáno aktivní uhlí a směs byla vytřepána 10 minut. Objem byl následně doplněn na 100ml a potřebné množství na stanovení kreatininu bylo zfiltrováno.

Každý ze čtyř vzorků jednotlivého hydrolyzátu byl změřen třikrát. Postup měření byl proveden podle doporučení výrobce enzymatického setu. Měřilo se proti slepému vzorku. K vzorku byla napipetována směs enzymů a pufrů pro úpravu pH a odstranění endogenního kreatinu. Následně byla změřena absorbance, aby byla zjištěna možná změna absorbance způsobená zbarvením vzorku nebo enzymatickými reakcemi. V druhém kroku přidána směs enzymů a chromoforu. Po ukončení chromoforové reakce za vzniku konečného zbarvení byla změřena druhá absorbance. Z rozdílu absorbancí, z absorpce standardního vzorku a po odečtu slepého vzorku byla vypočítána koncentrace kreatininu ve 100 g vzorku a následně přepočítána na obsah ČSB ve vzorku<sup>7</sup>. Jako standard byl použit výrobcem doporučený referenční vzorek LYO CAL fy. Erba, který garantoval koncentraci kreatininu 339  $\mu\text{mol.l}^{-1}$ . Vzorky byly po celou dobu termizovány na 37 °C. Absorbance se měřila na přístroji UV-VIS 1000 Neo. Současně bylo pro srovnání provedeno stanovení standardně používanou metodou pro stanovení ČSB<sup>1</sup>. A pro zajímavost též stanovení ČSB podle Jaffého uvedené v úvodu článku. Výsledky jsou shrnuty pro přehlednost v Obrázku I. Jsou zde uvedeny hodnoty získané vyvíjenou enzymatickou metodou, tak pro zajímavost i upravenou metodou dle Jaffého a srovnání se standardní metodou stanovení ČSB bílkovin. Jsou zde uvedeny % ČSB v jednotlivých týdnech. Celkem to odpovídá 24 měřením na jednotlivý vzorek a týden.



**Obrázek I** Srovnání průměrných hodnot % ČSB u salámu Paprikáš během zrání mezi metodou enzymatickou, Jaffého standardní metodou založenou na Kjeldahlově reakci

Výsledky korelací mezi jednotlivými metodami se pohybovaly v oblasti 0,945 až 0,954. To ukazuje na dobrou podobnost výsledků. Je třeba ale vzít v úvahu, že zatím bylo stanoveno pouze 12 vzorků jako pilotní studie pro potenciální možnost využití enzymatického stanovení kreatininu v masných výrobcích.

## Souhrn

Uvedené obsahy ČSB jsou výsledkem postupného upravování hydrolyzátu takovým způsobem, aby bylo možno využít metody enzymatického stanovení kreatininu ve fyziologických tekutinách. Pokud se jako vzorek použil hydrolyzát bez úpravy, tak enzymatická reakce nebyla funkční. Vliv kyselosti hydrolyzátu na použité enzymy byl příliš silný. Na modelových vzorcích obsahujících 30 % kyselinu sírovou a předpokládanou koncentraci kreatininu bylo otestováno, že neutralizace do oblasti pH 6-8 poskytuje barevnou odpověď odpovídající předpokladům. Dalším problémem byla možnost interference látek obsažených v masném výrobku. Hlavním problémem byly především triacylglyceroly. Po přidání aktivního uhlí s následným protřepáním po filtraci filtračním papírem minimální kvality KA 3 byly absorbance vzorků po prvním kroku enzymatické reakce srovnatelné se slepými vzorky. To prokázalo nepřítomnost barevných interferujících látek buď přímo obsažených ve vzorku nebo vznikajících při prvním stupni enzymatické reakce. Byl tudíž předpoklad, že druhý stupeň enzymatické reakce bude probíhat pouze za přítomnosti endogenního svalového kreatininu. Získané výsledky byly porovnány s doporučenou metodou<sup>1</sup>. Pro zajímavost byly uvedeny i výsledky další metody na stanovení ČSB vyvíjené v tomto projektu. Je to úprava Jaffého metody, která bude prezentována později. Korelační koeficienty mezi metodou doporučenou a novými metodami se pohybovaly v rozpětí 0,94 - 0,955. Pro zatím nízký počet vzorků se nepřistoupilo k dalšímu statistickému porovnání výsledků. Ale uvedená prvotní data ukazují, že je smysluplné pokračovat v testování této metody či obou metod na celé škále výrobků spadajících do kategorie dle vyhlášky 69/2016 Sb. u nich se vyžaduje minimální obsah ČSB.

## Poděkování

*Príspevek byl zpracován s podporou projektu QK21020199 Možnosti stanovení čistých svalových bílkovin přímou metodou v rámci Programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017-2025.*



## Literatura

1. Věstník Ministerstva zemědělství, Ročník 2014, Částka 1, 25–29.
2. Vyhláška č. 69/2016 Sb. Vyhláška o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich.
3. Kameník J., Ježek F., Bednář J., Doležalová J., Bartáková K., K. Maso, 2022, 3, 14-20.
4. Dvořák Z., Agric. Food Sci., 1981, 32, 1033-1036.
5. del Campo G., Gallego B., Berregi I., Casado J.A., Food Chem., 1998, 63, 187-190.
6. Ježek F., Maso 2019, 3(23), 16-20. (QK21020199)
7. Kvasnička F. in Sborník metodik vypracovaný v rámci řešení projektu č. EP9179 Metody pro posuzování shody a detekci falšování potravin. Praha, Vysoká škola chemicko-technologická, 2003, 18.

## P8

### EFFECT OF O<sub>2</sub>-FREE MODIFIED ATMOSPHERE PACKAGING ON THE OXIDATION STATUS OF SELECTED ANALOGUE MEAT PRODUCTS

Abdullah F. A. A., Kabourková E.

Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, VETUNI Brno

The aim of study was evaluation the impact of O<sub>2</sub>-free modified atmosphere packaging (MAP) on the oxidation status of selected analogue meat products. Gases ratio in MAP as well as thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), free fatty acids (FFA) and antioxidant capacity (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl (DPPH) method) of analogue meat products (steak, noodles, filet, burger and minced) at last day of their durability were detected. O<sub>2</sub> ratio in MAP of all products not differ significantly ( $P > 0.05$ ) as CO<sub>2</sub> concentration which significantly differ ( $P > 0.05$ ) in MAP of evaluated products. TBARS values of minced were lower significantly ( $P > 0.05$ ) and higher significantly in filet. On the contrary, the antioxidant capacity was the highest significantly in minced and lower in filet. The high antioxidant capacity of minced could be avoid excessive secondary oxidation.

## P9

### VYUŽITÍ ROSTLINNÝCH EXTRAKTŮ PŘI VÝROBĚ MASNÝCH VÝROBKŮ

Hruška F., Beňo F., Ševčík R.

Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha

## Abstrakt

Obecně pro prodloužení trvanlivosti masných výrobků a zamezení negativních změn vznikajících během skladování (např. oxidační změny) se využívají konvenční konzervační přípravky. Trvanlivost a stabilita produktu může být také zajištěna pomocí rostlinných extraktů, a to bez nutnosti uvádění společensky nepřijímaných složek na obalech masných výrobků. V rámci tohoto experimentu bylo testováno 5 komerčně dostupných extraktů z rostlin, jejichž inhibiční účinky byly testovány nejprve in vitro vůči růstu bakterií *Listeria innocua* v tekutém bujónu. Pro testování v reálných podmínkách byly extrakty aplikovány do námi vyrobených modelových jemných salámů, které byly poté skladovány po dobu 5 týdnů. Každý týden pak byly vzorky testovány – celkového počtu mikroorganismů, TBARS číslo, barva CIEL\*a\*b\*, aktivita vody, textura. U všech zkoumaných extraktů byla prokázána antioxidační i antimikrobiální aktivita za reálných podmínek skladování. Nejsilnější inhibiční schopnost



byla pozorována u extraktu Naturom TopNAT i přes navýšení skladovací teploty během skladování. Barva se během skladování prakticky nezměnila, stejně jako aktivita vody ( $p > 0,05$ ). U všech vzorků byl pozorován mírný nárůst tuhosti během skladování.

**Plný text příspěvku viz strana 125.**

**P10**

## SLOŽENÍ A NUTRIČNÍ ZHODNOCENÍ ALTERNATIV MASNÝCH VÝROBKŮ

Ilko V., Pacnerová E., Nakonechna K., Gregorová E., Doležal M.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha

### Úvod

Alternativy masa vyrobené z rostlinných surovin se od živočišných produktů liší, jak z hlediska nutričních, tak organoleptických vlastností. Výrobci rostlinných alternativ masa si kladou za cíl vytvořit produkty, které budou alespoň částečně sensoricky připomínat živočišné maso a zároveň ho nutričně adekvátně nahradit. I přes rostoucí zájem o tyto výrobky mezi spotřebiteli, je patrné, že nesou několik nedostatků. Diskutovaným tématem v rámci bezmasé stravy je často příjem bílkovin z rostlinných zdrojů, který je obecně vnímán jako nedostatečný, jak z hlediska množství, tak i kvality (obsahu esenciálních aminokyselin). Pro celkové nutriční posouzení těchto produktů je nezbytné vzít také v úvahu obsah antinutričních látek – tedy látek, které brání správnému vstřebávání živin (například minerálů). Hlavním zdrojem antinutričních látek jsou především rostliny, včetně luštěnin a obilovin, které tvoří základní suroviny pro výrobu těchto alternativních produktů. Velkou technologickou výzvou je dosažení konzistence a chuti masa prostřednictvím intenzivního zpracování surovin, což může představovat problém z hlediska bezpečnosti potravin. V českých právních předpisech neexistuje přímá definice pro alternativy masa, nicméně není jim povoleno užívat označení "maso" (např. sójové maso) podle definice uvedené ve vyhlášce č. 69/2016 Sb. Konkrétně v legislativě jsou přímo definovány tofu jako sójový výrobek získaný srážením a tempeh jako sójový výrobek vzniklý tepelnou úpravou fermentované sóji, jiné luštěniny, obiloviny nebo jejich kombinace, což je upraveno ve vyhlášce č. 329/1997 Sb. Mezi nejznámější rostlinné alternativy masa patří výrobky z luštěnin. K nejběžnějším patří výrobky ze sóji – extrudované sójové produkty, tempeh nebo tofu. Dále k alternativám masa řadíme také výrobky z obilovin, seitan a výrobky z vajec. Za valnou část popularizace alternativ masa může také rostoucí nabídka rostlinných burgerů, které představují velmi různorodou skupinu potravin. Cílem této práce bylo analogy masa nutričně a sensoricky zhodnotit. Pro stanovení nutričních hodnot ve vzorcích bylo využito několik metod: gravimetrie (stanovení obsahu sušiny), extrakce dle Soxhleta (stanovení obsahu tuku), plynová chromatografie s plamenově-ionizačním detektorem GC/FID (stanovení složení mastných kyselin), smyslové vlastnosti vzorků byly hodnoceny pomocí sensorické analýzy.

### Experimentální část

V rámci této práce bylo analyzováno čtrnáct vzorků alternativ masných výrobků, z čehož bylo šest vzorků zeleninové sekané a šest vzorků rostlinných burgerů. V Tabulce I a II jsou popsány analyzované vzorky. Všechny vzorky byly zakoupeny v tržní síti v České republice.



**Tabulka I** Analyzované vzorky sekané

Název	Obsah bílkovin (g/100g)	Zdroj bílkovin	Cena za 100 g výrobku (Kč)
Vegi Steak šampiňón	12,2	sója, pohanka, žampiony	34
Tofu karbanátky	14,0	sója	23
Robi zahradnická sekaná	16,2	pšenice, sýr eidam	24
Robi sekaná	20,8	pšenice	43
Sekaná Kalma	12,0	sója, vaječný bílek	22
Rostlinná sekaná	16,0	sója, pšenice	21
Masová sekaná	11,0	vepřové, kuřecí maso	9

**Tabulka II** Analyzované vzorky burgerů

Název	Obsah bílkovin (g/100g)	Zdroj bílkovin	Cena za 100 g výrobku (Kč)
Vegi Steak hmm... burger	11,9	sója, hrách, pšenice	30
Čočkový burger	9,0	čočka	25
Robi VegBURGER	18,3	pšenice, sója	48
Vegetburger	18,8	pšenice, sója	33
Bio vital burger	16,0	sója, červená fazole pšenice	32
Hrachový burger	15,0	hrách, pšenice	51
Hovězí burger	18,0	hovězí maso	35

### **Stanovení sušiny**

Stanovení sušiny probíhalo sušením do konstantní hmotnosti při teplotě 105 °C (ČSN ISO 712).

### **Stanovení obsahu tuku**

Obsah tuku byl stanoven extrakcí pomocí diethyletheru (160 ml) v Soxhletově extraktoru. Bylo naváženo 10 g vysušeného vzorku a ten byl extrahován po dobu 8 h (ČSN EN ISO 659).

### **Stanovení mastných kyselin**

Stanovení mastných kyselin bylo provedeno z extrahovaného tuku pomocí plynové chromatografie s plamenově-ionizačním detektorem po převedení na methyl estery mastných kyselin. Asi 150 mg extrahovaného tuku bylo naváženo do 50 ml varné baňky. K tuku byl přidán methanolický roztok NaOH (0,5 M) a 5 ml methanolu. Směs byla zahřívána po dobu 20 minut pod zpětným chladičem. Následně bylo chladičem přidáno 0,5 ml roztoku fluoridu boritého a dále byla směs zahřívána po dobu 20 minut. Do vychladnuté směsi bylo přidáno 5 ml hexanu přes zpětný chladič a po odkapání byla baňka odejmuta. Dále byl do baňky přidán do poloviny nasycený roztok NaCl a směs byla intenzivně třepána po dobu jedné minuty. Vzniklá horní hexanová vrstva byla odebrána Pasteurovou pipetou a byla převedena do vialky s malým množstvím bezvodého síranu sodného. Vlastní analýza proběhla z nástřiku 1 µl vzorku do GC-FID. Složení mastných kyselin bylo určeno na základě jejich retenčních časů



v chromatogramu. Retenční časy vzorků byly porovnávány s retenčními časy standardů methylesterů mastných kyselin Supelco 37 Component FAME mix. Pomocí tohoto porovnání byly mastné kyseliny identifikovány. Vyhodnocení procentuálního zastoupení mastných kyselin proběhlo pomocí metody vnitřní normalizace (ČSN EN ISO 12966-2).

### **Senzorické analýza**

Senzorické hodnocení proběhlo v laboratoři senzorické analýzy při VŠCHT Praha, která je vybavena hodnoticími boxy a splňuje podmínky dle ČSN ISO 8589:2008. Hodnocené vzorky byly zakódovány třímístným kódem a připraveny dle návodu na obalu. Vlastní hodnocení probíhalo pomocí metody senzorického profilu, přičemž každá komodita byla hodnocená zvlášť. Hodnocení se zúčastnilo 12 hodnotitelů. Ve formuláři bylo použito čtrnáct deskriptorů. Použité deskriptory uvádí Tabulka III. Výsledky senzorických analýz byly vyhodnoceny statisticky s použitím metody ANOVA prostřednictvím softwaru RedJade Sensory Software. Následným post hoc Duncan's multiple range testem (DMRT) byly jednotlivé vzorky rozděleny do skupin na základě statisticky významných rozdílů mezi vzorky. Hladina významnosti alfa byla zvolena na hodnotu  $\alpha=0,05$ ; za statisticky významné vzorky se považovaly ty, u kterých byla hodnota  $p<0,05$ .

**Tabulka III** Deskriptory senzorického hodnocení

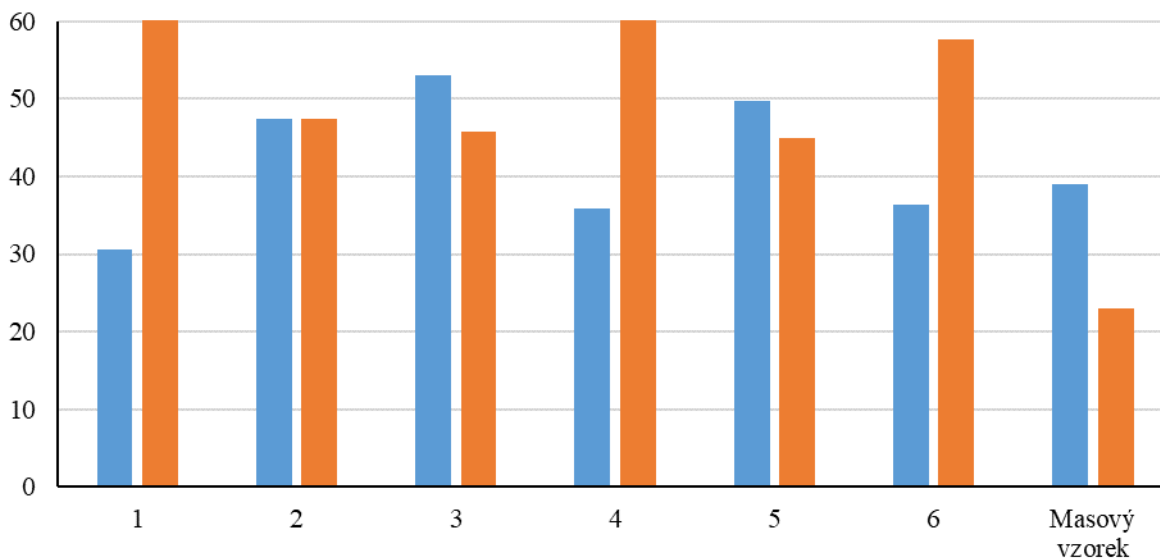
<b>Číslo</b>	<b>Deskriptor</b>	<b>Škála</b>
1	Příjemnost vzhledu	0 (Velmi špatný) - 100 (Velmi dobrý)
2	Příjemnost vůně	0 (Velmi špatná) - 100 (Velmi dobrá)
3	Intenzita vůně	0 (Neznatelná) - 100 (Velmi silná)
4	Šťavnatost	0 (Suché) - 100 (Šťavnaté)
5	Intenzita hořké chuti	0 (Neznatelná) - 100 (Velmi silná)
6	Intenzita pachutí	0 (Neznatelná) - 100 (Velmi silná)
7	Tučnost	0 (Neznatelná) - 100 (Velmi silná)
8	Intenzita slané chuti	0 (Neznatelná) - 100 (Velmi silná)
9	Příjemnost slané chuti	0 (Nepříjemná) - 100 (Velmi příjemná)
10	Ochucení, kořeněnost	0 (Velmi špatné) - 100 (Vynikající)
11	Soudržnost	0 (Malá, rozpadá se) - 100 (Velmi velká, kompaktní)
12	Tuhost	0 (Měkké, vláčné) - 100 (Tuhé)
13	Příjemnost celkové chuti	0 (Velmi špatná) - 100 (Vynikající)
14	Celkové hodnocení	0 (Velmi špatné) - 100 (Vynikající)

### **Výsledky a diskuse**

Alternativní výrobky mají většinou vyšší cenu než výrobky z masa, což je dáno zejména vyššími výrobními náklady a vyššími náklady na distribuci těchto výrobků. S rostoucím zájmem o tyto alternativy a s pokračujícím vývojem výrobních procesů by se však mohlo očekávat, že se náklady budou postupně snižovat. Na Obrázku 1. je zobrazen obsah sušiny a cena alternativních výrobků po přepočítání na 100 g sušiny. Jak je vidět, tak nejdražší výrobky dosahovaly ceny až 60 Kč na 100 g sušiny, která byla tvořena zejména bílkovinami a tukem.



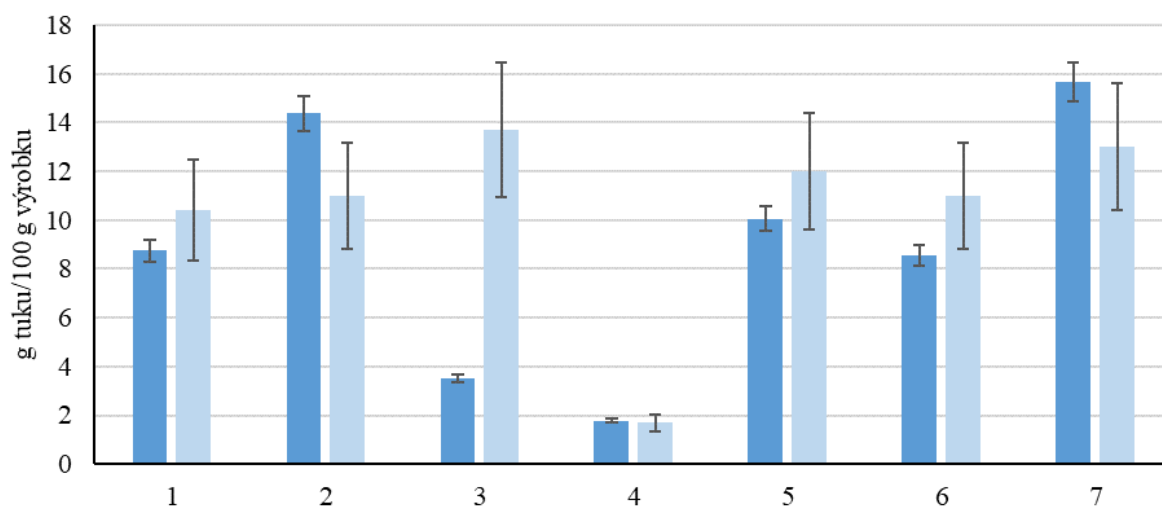




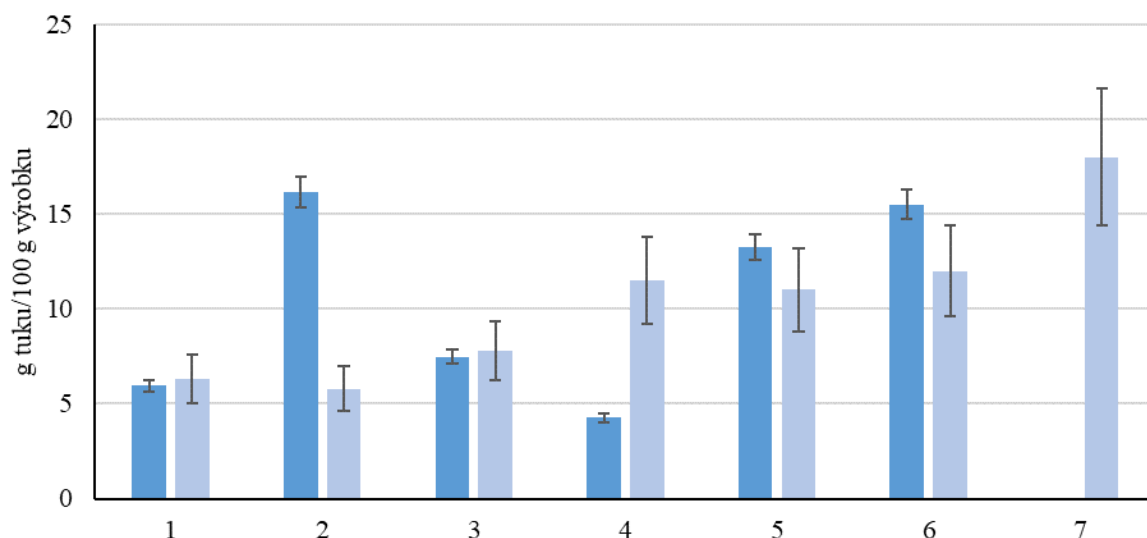
**Obrázek 1** Obsah sušiny (■) (g/100 g) v porovnání s cenou (■) (Kč/100 g sušiny) u vzorků sekaných

U výrobku 4 ze vzorků sekaných se uvádí na obalu až 20,8 % bílkovin tvořeného pšeničnou bílkovinou. Díky svým reologickým a viskoelastickým vlastnostem mají pšeničné bílkoviny dlouhou historii aplikace při výrobě alternativního masa, kde umožňují vytváření vláknité textury produktů. Z výživového hlediska je vhodnější používat směs různých rostlinných bílkovin, aby nedocházelo k nedostatku limitujících aminokyselin. Nejvhodnější alternativou, co se týká kvality bílkovin, je použití vaječného bílku, který má nejvhodnější složení aminokyselin a je používán jako standard při porovnávání výživové hodnoty bílkovin.

Obsah tuku se velmi lišil od deklarace na obalu u pěti vzorků, a to vzorky 2 a 3 sekané a vzorky 2, 4 a 6 burgerů. Zjištěné obsahy tuku a deklarace z obalu jsou uvedeny na obrázcích 2 a 3. Obsah tuku u vzorků rostlinné sekané byl v rozmezí 2-14 % tuku, u vzorků rostlinných burgerů to bylo od 4 % do 16 % tuku.

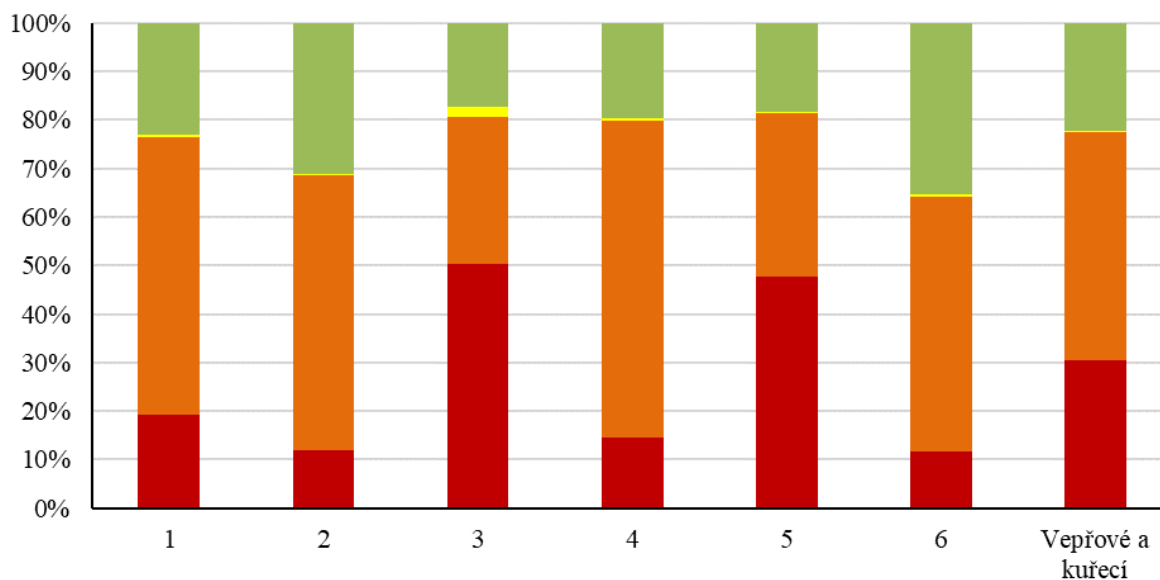


**Obrázek 2** Graf stanovení tuku v rostlinné sekané: ■ – naměřená hodnota, ■ – deklarovaná hodnota

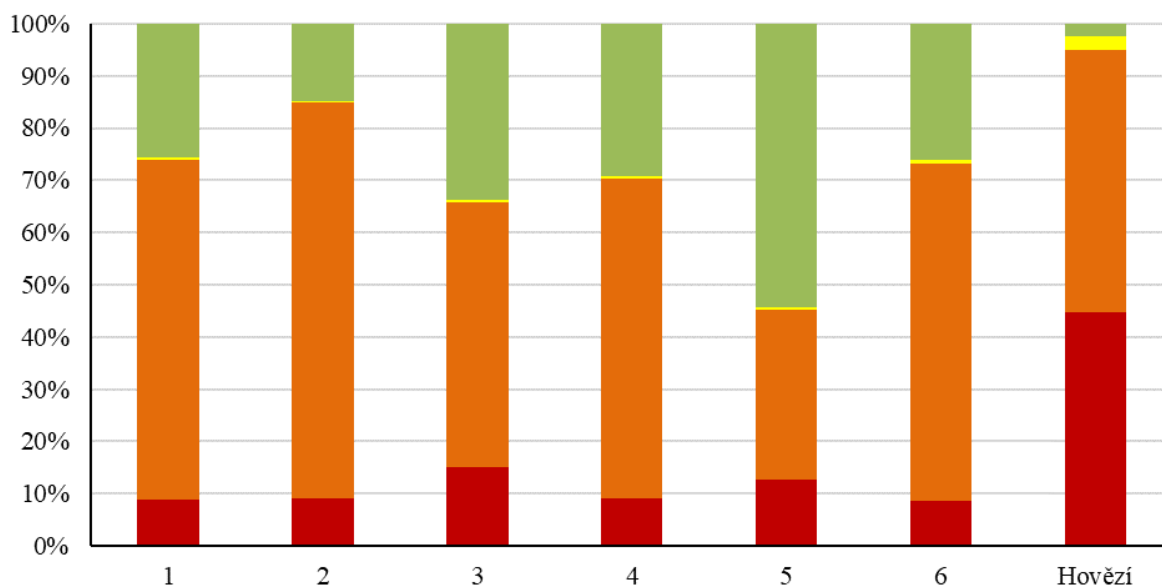


**Obrázek 3** Graf stanovení tuku v rostlinných burgerech: ■ – naměřená hodnota, ■ – deklarovaná hodnota

Živočišné tuky, vyjma rybího tuku, obsahují vyšší množství nasycených mastných kyselin (SFA). U masové sekané, kde bylo použito maso kuřecí a vepřové, byl obsah nasycených kyselin 30 %. Vyšší obsahy byly u vzorků 3 a 5, kde se obsah přibližoval k 50 % SFA. U vzorku 3 je to způsobeno zejména použitím sýru eidam a u vzorku 5 použitím kokosového tuku. U ostatních vzorků alternativ sekané bylo složení mastných kyselin příznivější, obsah monoenových kyselin (MUFA) byl vyšší než 50 % a polyenové kyseliny (PUFA) tvořily až 35 %. Vyšší obsah *trans* isomerů mastných kyselin byl zaznamenán ve vzorku 3, kde je přídavek sýru eidam. Mléčný tuk přirozeně obsahuje *trans* isomery mastných kyselin, zejména kyselinu vakcenovou (3,5 %).



**Obrázek 4** Graf stanovení mastných kyselin – sekaná: ■ –  $\Sigma$  SFA, ■ –  $\Sigma$  MUFA, ■ -  $\Sigma$  trans isomery, ■ –  $\Sigma$  PUFA

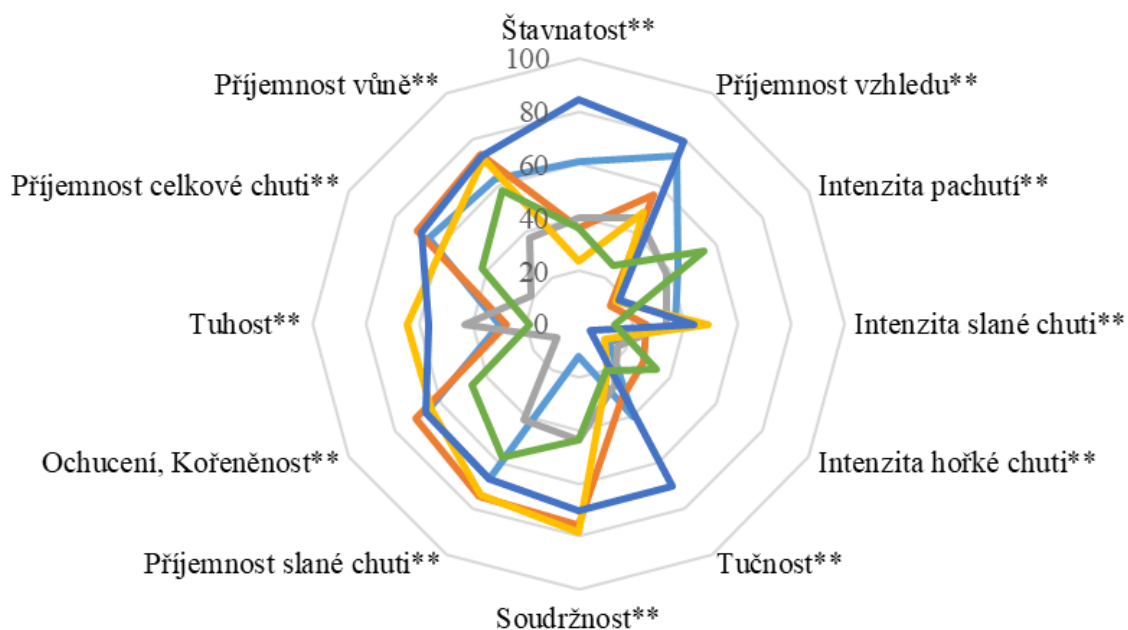


**Obrázek 5** Graf stanovení mastných kyselin - burgery: ■ – Σ SFA, ■ – Σ MUFA, ■ - Σ trans isomery, ■ – Σ PUFA

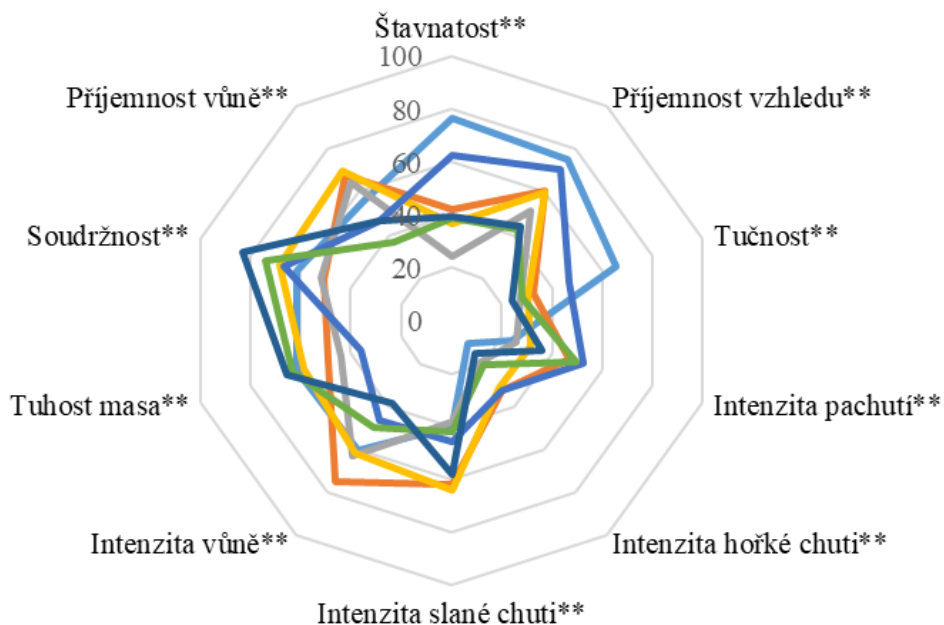
U vzorků burgerů byl největší obsah SFA zaznamenán v masovém burgeru (46 %) a taky obsah *trans* isomerů. Rostlinné alternativy měly příznivější složení mastných kyselin. U vzorku 5 byl zaznamenán nejvyšší obsah PUFA, a to 56 %. To je dáno zejména přidavkem slunečnicového oleje do receptury. Složení mastných kyselin uvádí Obrázek 4 a 5.

Při sensorickém hodnocení se ukázaly velké rozdíly mezi hodnocenými výrobky, zejména v hodnocení textury. Je to dáno zejména různorodostí použitých surovin při výrobě alternativních výrobků. Velké rozdíly byly zaznamenány v šťavnatosti, tuhosti nebo v soudržnosti. Větší rozdíly byly zaznamenány i v příjemnosti vzhledu nebo příjemnosti vůně. Také byly zaznamenány statisticky významné rozdíly v intenzitě hořké chuti, což souviselo s použitou surovinou. Sensorický profil jako pavučinový graf je zobrazen na Obrázcích 6 a 7.





**Obrázek 6** Výsledky senzorké analýzy sekané: — - Vegi Steak šampiňón, — - Tofu karbanátky, — - Rostlinná fašírková směs, — - Sekaná kalma, — - Vepřová sekaná, — - Robi. U deskriptorů s hvězdičkami byly zaznamenány statisticky významné rozdíly



**Obrázek 7** Výsledky senzorké analýzy burgerů: — - Hovězí burger Albert, — - Bio vital burger s fazolemi, — - Čočkový burger Natures Promise, — - ROBI – Veg BURGER s brokolicí, — - Hrachový burger Pan Hrášek, — - Vegi Steak hm... burger, — - Vegetburger Salva Natura. U deskriptorů s hvězdičkami byly zaznamenány statisticky významné rozdíly

## Závěr

Všechny alternativy mastných výrobků obsahovaly menší množství tuku, což se jeví jako nutričně výhodnější. Bylo zaznamenáno, že dvě různé masové alternativy sekané obsahovaly více nasycených mastných kyselin než tradiční masová sekaná. Toto zjištění lze přičítat použití surovin s vyšším obsahem nasycených mastných kyselin při výrobě těchto alternativ. Všechny

alternativy hamburgerů měly nižší obsah nasycených mastných kyselin než srovnávaný hovězí hamburger. Většina alternativ, jak sekaných, tak i burgerů, měla ve složení tukové frakce vyšší obsah polynenasycených kyselin. V senzoričké analýze sekaných byly alternativy hodnoceny hůře, u hamburgerů byly rovnocenné. Největší rozdíly byly zaznamenány v intenzitě hořké chuti, tučnosti ale i v textuře.

## Literatura

- Boukid F., Plant-based meat analogues: from niche to mainstream. *European Food Research and Technology* 2021, 247 (2), 297-308.
- Velisek J., *The chemistry of food*. John Wiley & Sons: 2013.
- Meat Analogues in the Perspective of Recent Scientific (2021, Kołodziejczak K., Onopiuk A., Szpicer A. and Poltorak A.)
- Consumers' associations, perceptions and acceptance of meat and plantbased meat alternatives (2020, Michel F., Hartmann C., Siegrist M.)
- Nutriční a senzoričká hodnota alternativ masa (2022, Gregorová E.), bakalářská práce
- ČSN ISO 712 (461014) Obiloviny a výrobky z obilovin - Stanovení vlhkosti - Praktická referenční metoda
- ČSN EN ISO 659 (461034) Olejnatá semena - Stanovení obsahu oleje (Referenční metoda)
- ČSN EN ISO 12966-2 (588767) Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Plynová chromatografie methylesterů mastných kyselin - Část 2: Příprava methylesterů mastných kyselin
- ČSN EN ISO 12966-1 (588767) Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Plynová chromatografie methylesterů mastných kyselin - Část 1: Směrnice pro moderní plynovou chromatografii methylesterů mastných kyselin
- ČSN EN ISO 8589 (560036) Senzorická analýza - Obecné pokyny pro uspořádání senzoričkého pracoviště

## P11

### STANOVENÍ OBSAHU SODÍKU A DALŠÍCH MINERÁLNÍCH PRVKŮ V ROSTLINNÝCH ANALOŽÍCH MASNÝCH VÝROBKŮ

Macharáčková B., Bartáková K., Bursová Š.

Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, VETUNI Brno

## Úvod

Masné produkty jsou nejběžnějším zdrojem potravin s vysokým obsahem bílkovin. Na druhé straně výroba masných produktů vyvolává obavy ohledně dopadu na životní prostředí, na dobré životní podmínky zvířat a obavy o veřejné zdraví. Rostlinné analogy masa obsahují proteiny s dobře vyváženým složením aminokyselin, vykazující skvělý potenciál nahradit maso prostřednictvím vývoje zdravých, nutričně podobných, vysoce bílkovinných výrobků, s nízkým obsahem tuků a cholesterolu<sup>6</sup>. Hlavním zdrojem sodíku je sůl v potravinách. Pro dospělého jedince je minimální potřebné množství sodíku 500 mg. Doporučený příjem 2,0 g sodíku/den je bezpečný a přiměřený příjem pro běžnou populaci dospělých v EU, tento příjem sodíku odpovídá asi 5 g soli. Sodík hraje v lidském těle důležitou roli a je nenahraditelným chemickým prvkem<sup>4</sup>. K potravinám, které poskytují 10 % spotřebovaného sodíku denně, patří mléko, maso, vejce a zelenina<sup>2</sup>. Vápník představuje zásadní fyziologickou roli v těle. Je to minerál vysoce obsažený v kostech. Ionty  $\text{Ca}^{2+}$  rozpuštěné v tělní tekutině jsou nezbytné pro mnoho biochemických procesů, včetně nervové dráždivosti, svalové kontrakce, sekrece hormonů, regulace enzymů a srážení krve<sup>2</sup>. Podle Evropského úřadu pro bezpečnost potravin (EFSA) představuje doporučená denní dávka pro dospělého člověka 1000 mg vápníku.

## Experimentální část

K analýze bylo použito celkem 22 vzorků rostlinných analogů masných výrobků PBMA (plant based meat analogues) z kategorie „ready-to-cook“ a pro srovnání 6 vzorků masa/masných polotovarů. Měření probíhalo ve dvou opakováních, v srpnu a v listopadu 2022,



3 vzorky plant based meat analogue byly měřeny pouze v jednom opakování. Vzorky byly mineralizovány na mokré cestě směsí kyseliny dusičné a peroxidu vodíku. Tlakový rozklad probíhal ve dvou stupních s maximem teploty 200 °C a mikrovlnou silou až do 1 000 W. Po tlakovém rozkladu byl obsah jednotlivých prvků (Na, Zn, Fe, Mg, Ca a K) změřen metodou plamenové atomové absorpční spektrometrie na přístroji ContrAA 700 (Analytik Jena AG, Jena, Německo). Pro vytvoření kalibrační křivky byly použity standard jednotlivých prvků s koncentrací  $1,000 \pm 0,002$  g/l, v matrici HNO<sub>3</sub> 2 % (v/v). Kalibrace pro stanovení vápníku byla připravena v prostředí roztoku lanthanu 1 g/l. Stanovený obsah sodíku byl přepočten na obsah soli podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 Sb.<sup>5</sup> dle vzorce  $sůl = \text{sodík} \times 2,5$ . Každý vzorek byl změřen třikrát, výsledná hodnota byla dána průměrem těchto tří měření. Přehled parametrů měření je uveden v tabulce 1. Správnost metody byla ověřena pomocí standardního referenčního materiálu 1566 b (Oyster tissue, National Institute of Standards and Technology U.S.). Referenční materiál byl rozložen a proměřen stejnou metodou jako vzorky.

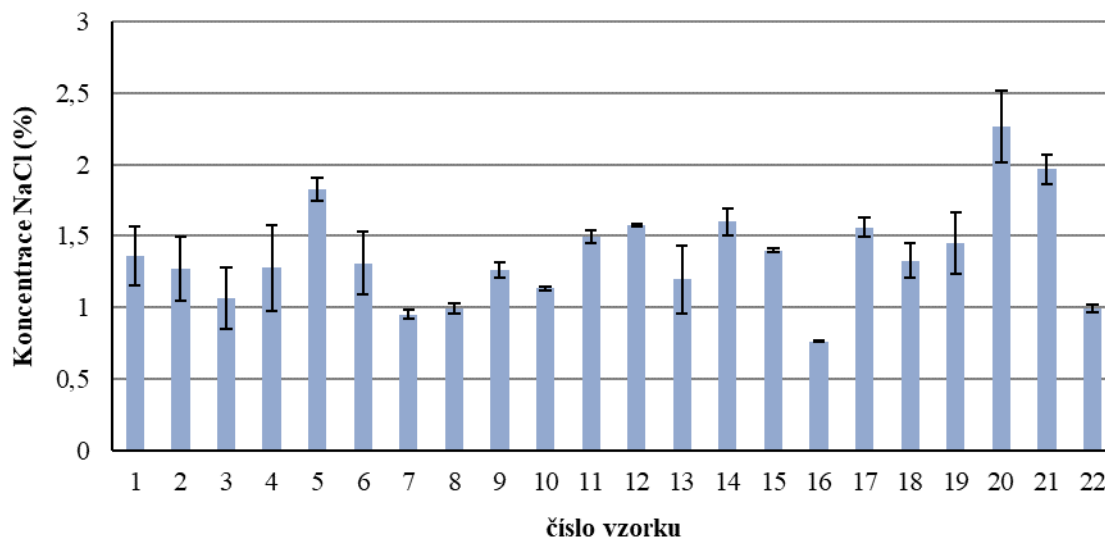
**Tabulka 1** Parametry měření jednotlivých prvků

prvek	vlnová délka $\lambda$ (nm)	limit detekce LOD (mg.l <sup>-1</sup> )	limit stanovení LOQ (mg.l <sup>-1</sup> )	citlivost stanovení (mg.l <sup>-1</sup> )	R <sup>2</sup>	regresní rovnice
Na	589,592	0,0860	0,3093	0,3231	0,9945	$y = 0,0152 + 0,3231x$
Zn	213,857	-	-	0,3190	0,9996	$y = (0,0068 + 0,3208x) / (1 + 0,2699x)$
Fe	248,327	0,5332	1,904	0,0242	0,9911	$y = 0,0080 + 0,0242x$
Mg	202,582	0,4255	1,539	0,0168	0,9943	$y = 0,0015 + 0,0168x$
Ca	422,674	0,1016	0,3684	0,2396	0,9946	$y = 0,0039 + 0,2396x$
K	769,897	0,1907	0,6955	0,1650	0,9952	$y = 0,0430 + 0,1650x$

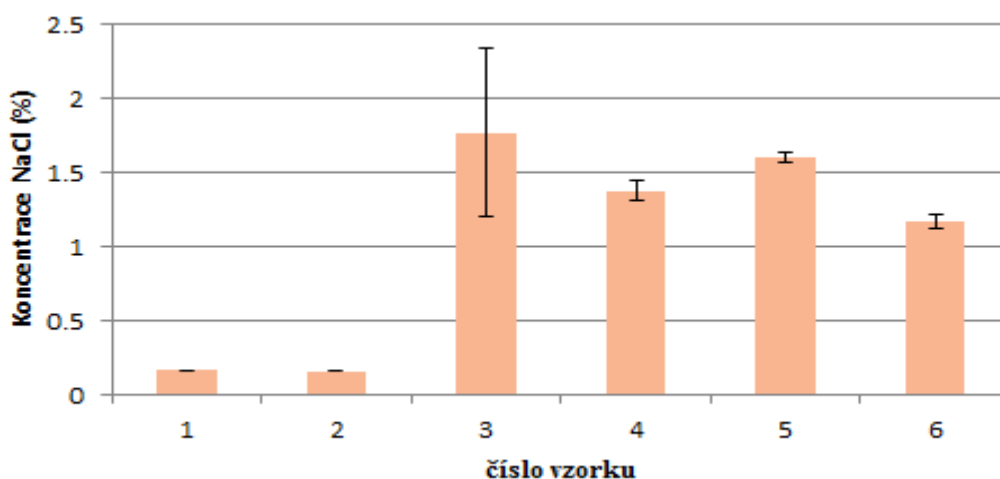
## Výsledky a diskuze

Vzorky rostlinných analogů masných výrobků byly analyzovány ve dvou opakováních, výsledky byly zprůměrovány. Průměrný obsah sodíku, resp. soli ve vzorcích rostlinných analogů masných výrobků se pohyboval v rozmezí 3 058,83 – 9044,86 mg.kg<sup>-1</sup> Na, resp. 0,76 - 2,26 % NaCl (Obrázek I). Medián NaCl u PBMA byl 1,32 %. Obsah sodíku ve vzorcích masa/masných polotovarů se pohyboval v rozmezí 627,98 – 7055,43 mg.kg<sup>-1</sup>, obsah soli v těchto výrobcích byl 0,16 – 1,76 % (Obrázek II). Obsah zinku se pohyboval v rozmezí 6,36 - 23,22 mg.kg<sup>-1</sup> u PBMA. Průměrný obsah zinku byl 12,49 mg.kg<sup>-1</sup>. Medián souboru byl 11,45 mg.kg<sup>-1</sup>. Ve vzorcích masa/masných polotovarů se obsah zinku pohyboval mezi 19,98 až 41,96 mg.kg<sup>-1</sup>. Ve srovnání se vzorky PBMA vzorky masa/masných výrobků vykazovaly téměř dvojnásobné množství zinku.





Obrázek I Obsah soli v rostlinných analozích masných výrobků

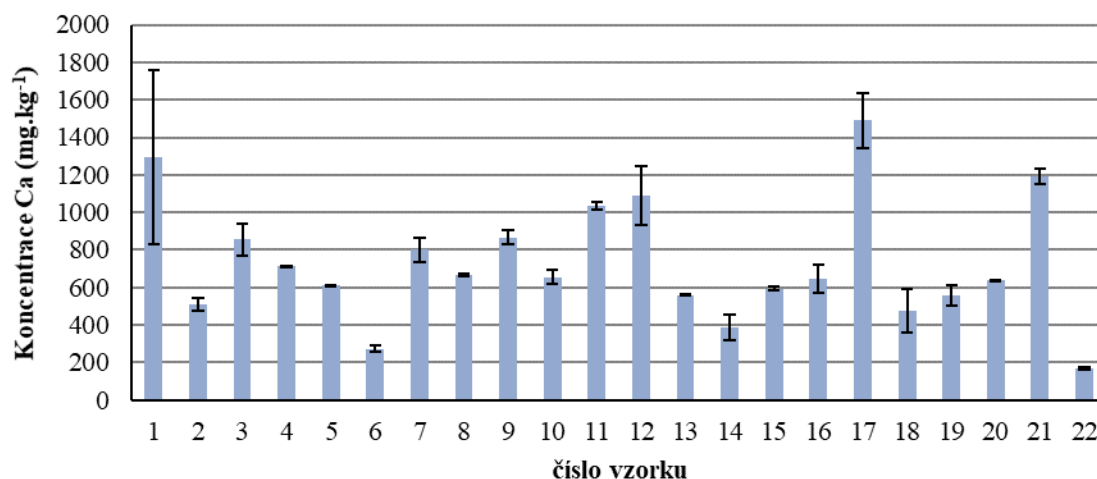


Obrázek 2 Obsah soli ve vzorcích masa/ masných polotovarů

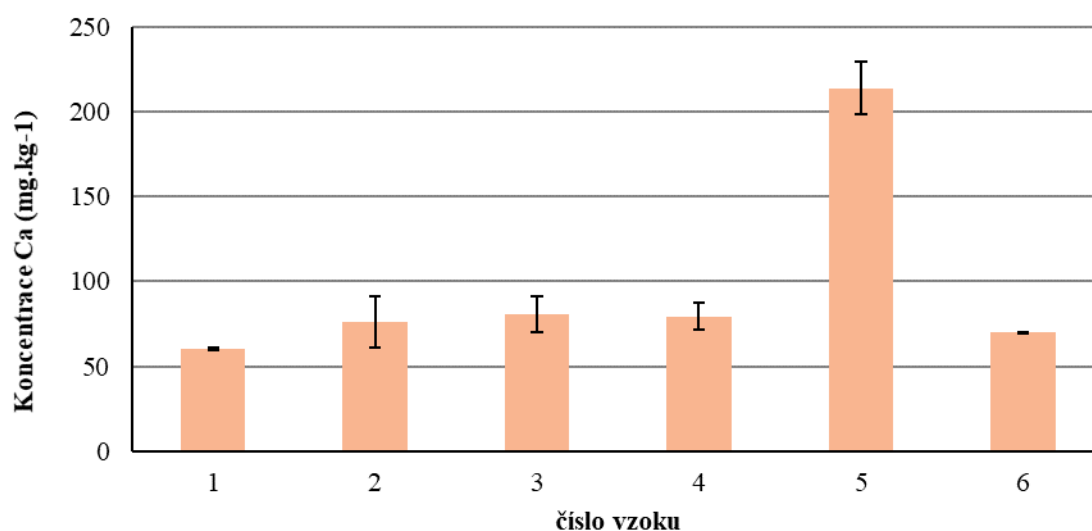
Obsah železa u PBMA se pohyboval v rozmezí 9,95 – 50,09 mg.kg<sup>-1</sup>, ve vzorcích masa/ masných polotovarů 1,49 – 27,39 mg.kg<sup>-1</sup>. Vzorky masa/masných polotovarů vykazovaly nižší hodnoty železa než u vzorků PBMA. Důležitým faktorem je ale chemická forma železa, která ovlivňuje dostupnost železa z vegetariánských potravin. Přestože vegetariánská strava pravděpodobně obsahuje železo v množství odpovídající stravě nevegetariánské, bude železo z vegetariánské stravy zřejmě méně k dispozici pro absorpci, z důvodu rozdílu v chemické formě železa<sup>3</sup>. Organismus dobře vstřebává železo v hemové formě. Maso vzhledem k tomu, že poskytuje železo v lehce vstřebatelné formě, představuje hlavní zdroj železa v naší stravě.

Obsah hořčíku ve vzorcích PBMA byl 261,35 – 1750,41 mg.kg<sup>-1</sup>, ve vzorcích masa/masných polotovarů 253,13 - 367,61 mg.kg<sup>-1</sup>. Obsah vápníku u PBMA se pohyboval v rozmezí 168,69 – 1490,21 mg.kg<sup>-1</sup>, ve vzorcích masa/masných polotovarů 60,19 – 213,73 mg.kg<sup>-1</sup> (Obrázek III a IV).





**Obrázek III** Obsah vápníku v rostlinných analozích masných výrobků



**Obrázek IV** Obsah vápníku v mase/masných polotovarech

Obsah draslíku byl v rozmezí 0,18 – 1,78 % u PBMA, ve vzorcích masa/masných polotovarů 0,28 – 0,32 %. Medián souboru byl 0,40 %, resp. 0,31 %.

Dle studie Bakaloudi et al.<sup>1</sup> vykazovala veganská strava ve srovnání s ostatními dietami nižší příjem bílkovin. S veganstvím souvisel i nízký příjem vitamínů B2, niacinu B3, B12, D, jódu, zinku, vápníku, draslíku a selenu. Příjem vápníku u většiny veganů byl pod doporučeními. Veganská strava nesouvisela s nedostatkem vitamínů A, B1, B6, C, E, železa, fosforu, hořčíku, mědi a kyseliny listové a vykazovala nízkou glykemickou zátěž<sup>1</sup>.

### Závěr

Průměrný obsah soli v rostlinných analozích masných výrobků byl 1,36 %, u masa a masných polotovarů 1,04 %. Tyto výrobky se podílí na příjmu dietární soli, proto by si měli spotřebitelé kontrolovat a zvážit množství těchto konzumovaných polotovarů. Dodržování veganské stravy může mít za následek nedostatek mikroživin (vitamín B12, zinek, vápník a selen), které by neměly být přehlíženy. Nicméně nízké dávky mikro a makroživin nejsou vždy spojeny se zdravotním postižením.

## Poděkování

Tato práce byla podpořena projektem 2022ITA24, Vybrané aspekty zdravotní nezávadnosti a kvality alternativ masa na bázi rostlinných bílkovin.

## Literatura

1. Bakaloudi D. R., Halloran A., Rippin H. L., Oikonomidou A. C., Dardavesis T. I., Williams J., Wickramasinghe K., Breda J. Chourdakakis M., Clin. Nutr., 2021, 40(5), 3503-3521.
2. Blanco A. Blanco G., Medical biochemistry (second edition). Academic Press. ISBN 978-0-323-91599-1, 2022. <https://doi.org/10.1016/C2020-0-02932-4>
3. Hunt J. R., Am. J. Clin. Nutr., 2003, 78(3), 633-639.
4. Mitchell M., Brunton N. P., Wilkinson M. G., Food Qual. Prefer., 2013, 28, 356–360.
5. NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1169/2011 ze dne 25. října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 a (ES) č. 1925/2006 a o zrušení směrnice Komise 87/250/EHS, směrnice Rady 90/496/EHS, směrnice Komise 1999/10/ES, směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/13/ES, směrnice Komise 2002/67/ES a 2008/5/ES a nařízení Komise (ES) č. 608/2004.
6. Sun C., Ge J., He J., Gan R., Fang Y., Engineering, 2021, 7(5), 674-678.

## P12

### OBSAH VITAMÍNU C V REĎKOVKE SIATEJ (*RAPHANUS SATIVUS*) PREDÁVANEJ NA TRHOVISKU

Zeleňáková L. (1), Jakabová S. (1), Benešová L. (2), Gulová A. (1), Kolesárová A. (1)

(1) Ústav potravinárstva, SPU v Nitre

(2) Výskumné centrum Agrobiotech, SPU v Nitre

## Úvod

Red'kovka siata (*Raphanus sativus*) je koreňová zelenina so svetlou a chrumkavou dužinou, korenistou chuťou a premenlivou farbou šupky. Red'kovky sa od seba líšia svojím tvarom a veľkosťou (od krátkych a okrúhlych po dlhé a úzke) a farbou šupky, ktorá môže byť červená, čierna, žltá, biela, fialová alebo ružová. Povrchová farba sa môže meniť v závislosti od krajiny, v ktorej sa daná red'kovka pestuje. Biela red'kovka je typická pre ázijské krajiny, zatiaľ čo červená red'kovka je typická pre Európu. Dužina plodín je však vo väčšine európskych a ázijských krajín biela<sup>1</sup>.

*Raphanus sativus* je vo všeobecnosti rodičovský domestikovaný druh pre všetky druhy red'koviek a práve farba a tvar red'koviek je to, čo ich rozdeľuje do rôznych odrôd. Medzi najznámejšie odrody patrí predovšetkým červená red'kovka, tiež nazývaná guľatá red'kovka alebo guľôčková red'kovka, daikon alebo japonská red'kovka, ktorá je biela a pripomína svojím tvarom mrkvu alebo paštrnák. Do popredia sa v súčasnosti dostávajú aj menej známe odrody ako napríklad melónová red'kovka, ktorá má bledozelenú šupku a ružové vnútro či čierna red'kovka, ktorá sa vyznačuje svojou čiernou šupkou<sup>2</sup>.

Korene red'kovky sa vyznačujú nízkym obsahom kalórií a sú dobrým zdrojom vápnika, medi, mangánu, horčíka, draslíka, vitamínu B<sub>6</sub>, vitamínu C a kyseliny listovej. Korene red'kovky sa najčastejšie konzumujú surové, ale môžu sa tiež variť, konzervovať, sušiť alebo nasoliť spolu s inou zeleninou. Jedlé sú aj samotné listy a klíčky red'kovky, ktoré sa dajú variť ako špenát alebo konzumovať surové ako súčasť šalátov. Red'kovky sa zvyčajne pestujú ako letničky a zbierajú sa ešte pred kvitnutím<sup>3</sup>.

Vitamín C je jedným z najdôležitejších faktorov pre posudzovanie kvality mnohých záhradných plodín. Avšak obsah vitamínu C v zelenine a v ovocí môže byť ovplyvnený mnohými faktormi. Medzi najvýznamnejšie faktory patria napríklad pozberové klimatické podmienky, genotypové rozdiely, zrelosť, metódy zberu či postupy spracovania po zbere. Platí,



že čím vyššia je intenzita svetla počas vegetačného obdobia, tým vyšší je obsah vitamínu C v rastlinných tkanivách. Podmienky priaznivé pre stratu vody po zbere vedú k rýchlej strate vitamínu C. K ďalším faktorom, ktoré negatívne ovplyvňujú obsah vitamínu C v ovocí a zelenine patrí oxid uhličitý. Jeho vyššie hladiny môžu urýchliť stratu vitamínu C<sup>4</sup>.

Obsah vitamínu C v ovocí a zelenine úzko súvisí aj so zrelosťou po zbere. Je pravdepodobné, že v skorých plodoch bude vyššia koncentrácia kyseliny askorbovej ako v plodoch neskorých. Stabilita kyseliny askorbovej klesá so zvyšujúcou sa teplotou, pH a prístupom svetla. V súvislosti s pH platí, že v ovocí je stabilita vitamínu C vyššia v porovnaní so zeleninou, je to v dôsledku toho, že ovocie má nižšie pH<sup>5</sup>.

Čo sa týka obsahu vitamínu C v reďkovke, všetky odrody reďkovky, a taktiež ich listy sú vynikajúcim zdrojom vitamínu C, pričom v 100 gramoch jedlého podielu sa nachádza 14 až 25 mg tohto vitamínu. Avšak listy reďkovky obsahujú v priemere až šesťkrát viac vitamínu C ako samotný koreň. V Indii sa napríklad korene a listy reďkovky používajú nielen na prevenciu nedostatku vitamínu C, ale aj ako diuretikum, na liečbu žalúdočných ťažkostí a preháňadlo. Je však dôležité spomenúť, že varenie ničí obsah vitamínu C v koreňoch reďkovky<sup>6</sup>.

V zmysle uvedeného bolo cieľom práce porovnať obsah vitamínu C v červenej a bielej odrode reďkovky siatej (*Raphanus sativus*) pochádzajúcej od rôznych producentov.

### Experimentálna časť

Biela a červená odroda reďkovky siatej bola v priebehu 12 mesiacov nakupovaná z miestneho trhoviska od 2 predajcov, ako aj obchodných reťazcov.

Pre experimentálne účely boli použité jedlé bulvy reďkovky červenej a bielej (Obrázok I), pretože patria medzi najbežnejšie konzumované časti tejto zeleniny. Reďkovky boli zakúpené vždy deň pred analýzou z lokálnych farmárskych trhov od dvoch rozdielnych pestovateľov (Pestovateľ 1 a Pestovateľ 2) a z dvoch supermarketov (A, B). Reďkovka od Pestovateľa 1 bola pestovaná v skleníku na Slovensku, konkrétne v Komárne. Reďkovka zakúpená od Pestovateľa 2 sa pestovala na území Maďarska vo fóliovníku. Vzorky zakúpené v obchodných reťazcoch pochádzali z Talianska. V mesiaci august boli analyzované iba reďkovky z obchodného reťazca B, pretože na lokálnom farmárskom trhu sa žiadne nepredávali.



Obrázok I Vzorky reďkoviek pred analýzou

Vzorky reďkoviek bez vizuálneho poškodenia boli pred každou analýzou zbavené listov a hrubých nečistôt, následne umyté pitnou vodou a usušené papierovými utierkami. Biela reďkovka bola pred analýzou zbavená šupky. Homogénna konzistencia bola dosiahnutá rozmixovaním vzoriek v nádobe pomocou sekacieho noža.

V rámci výskumu bolo získané dostatočné množstvo potrebných údajov nato, aby sa pri vyhodnocovaní výsledkov zohľadnili najčastejšie faktory, ktoré majú vplyv na obsah vitamínu C v zelenine. Sú to: krajina pôvodu, spôsob pestovania, rozdielnosť odrôd a sezonalita.



Na stanovenie vitamínu C bola použitá konvenčná Tillmansova titračná metóda. Táto metóda je založená na titracii titračným činidlom 2,6-dichlórfenolindofenolu. Pri tomto stanovení sa využívajú redukčné vlastnosti kyseliny askorbovej. 2,6-dichlórfenolindofenol zohráva aj úlohu indikátora, pretože po vyčerpaní kyseliny askorbovej vo vzorke zafarbí titrovanú vzorku do ružového sfarbenia, nakoľko jeho modré sfarbenie sa v kyslom prostredí sfarbuje do ružova. Príprava vzoriek na stanovenie obsahu C vo vzorkách reďkovky spočívala v tom, že z pripraveného homogenizátu bolo na analytických váhach navážených 10 g vzorky s presnosťou 0,01 g, priamo do vzorkovnice.

V rámci samotnej analýzy bola najprv vykonaná štandardizácia použitého titrovacieho roztoku a tzv. slepý pokus, ktorý predstavoval 10 ml 5 % roztoku kyseliny trichlóroctovej, ktorá bola titrovaná roztokom 2,6-dichlórfenolindofenolu. Nameraná hodnota slepého pokusu a objem štandardu bol využitý v rámci vyhodnotenia výsledkov.

Po vykonanom slepom pokuse bol 10 ml filtrátu titrovaný s roztokom 2,6-dichlórfenolindofenolu do vzniku prvého ružového sfarbenia. Na základe získaných výsledkov bol vypočítaný obsah vitamínu C vo vzorkách reďkovky.

Na hodnotenie rozdielu medzi jednotlivými mesiacmi vzoriek reďkoviek z hľadiska ich všeobecného porovnania sa použil Kruskal – Wallis test na úrovni významnosti  $p < 0,05$ .

### Výsledky a diskusia

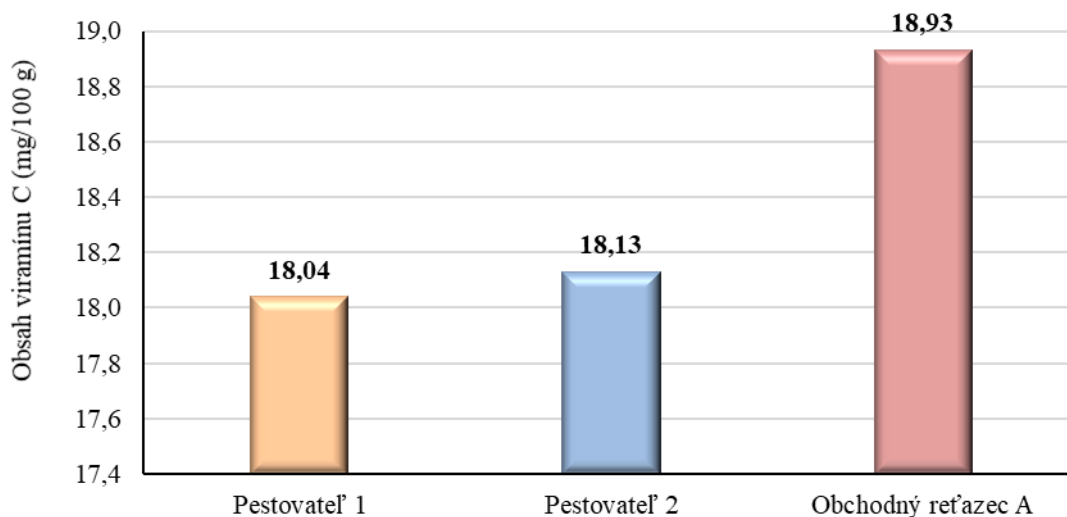
K najlepším potravinovým zdrojom vitamínu C patrí neodmysliteľne ovocie a zelenina, avšak obsah vitamínu C môže byť ovplyvnený viacerými faktormi, medzi ktoré patrí najmä pozberová úprava, podmienky skladovania, oxidačný stres či používanie dusičnanových hnojív. Pozberové úpravy zahŕňajú povrchovú, tepelnú úpravu a ožarovanie. Čo sa týka podmienok skladovania, nesprávne riadenie teploty môže negatívne ovplyvniť nutričnú kvalitu skladovaných produktov pričom platí, že strata vitamínu C sa zintenzívňuje pri vyšších teplotách skladovania<sup>7</sup>.

Odporúčaný denný príjem vitamínu C je podľa jednotlivých národných agentúr rôzny. Vo Veľkej Británii je to 40 mg, zatiaľ čo v Japonsku 100 mg<sup>8</sup>.

Celkový priemerný obsah vitamínu C v červenej reďkovke zakúpenej od Predajcu 1 počas 10 mesiacov bol  $18,04 \pm 4,99$  mg/100 g čerstvej hmotnosti. Najviac vitamínu C obsahovala reďkovka zakúpená v mesiaci júl a to 27,20 mg/100 g, avšak v mesiaci október sme zaznamenali výrazný pokles tohto vitamínu a to na úroveň 11,88 mg/100 g. Obsah vitamínu C v červenej reďkovke zakúpenej od Predajcu 2 bol len o niečo vyšší v porovnaní s reďkovkami zakúpenými od Predajcu 1 ( $18,13 \pm 3,92$  mg/100 g). V reďkovke od toho predajcu bol rovnako najvyšší obsah vitamínu C zistený v mesiaci júl a to 24,00 mg/100 g, čo v porovnaní s mesiacom máj, kde sme namerali najnižší obsah vitamínu C (12,00 mg/100 g), predstavuje dvojnásobný nárast.

V červenej odrode reďkovky siatej zakúpenej v obchodnom reťazci A bol priemerný obsah vitamínu C za celé obdobie monitorovania na úrovni  $18,93 \pm 5,31$  mg/100 g. Avšak, rozptyl hodnôt v rámci jednotlivých mesiacov bol značný. V auguste sa v červenej reďkovke nachádzalo 27,60 mg/100 g vitamínu C, v novembri iba 8,38 mg/100 g. Porovnanie priemerného obsahu vitamínu C v červenej reďkovke je znázornené v Obrázku II.



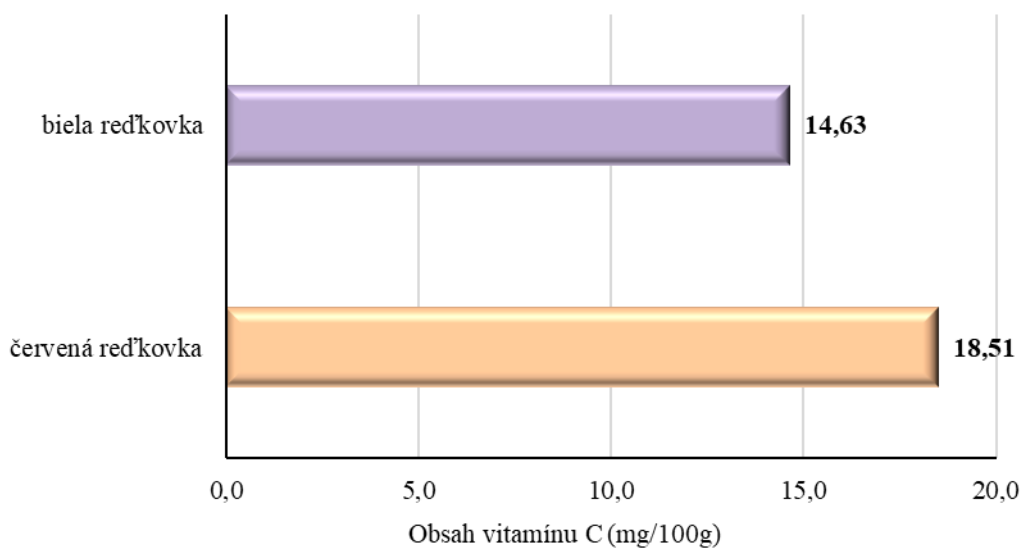


**Obrázok II** Porovnanie priemerného obsahu vitamínu C v červenej reďkovke

Obsah vitamínu C v bielej reďkovke bol stanovený iba u Predajcu 2, pričom jeho priemerný obsah za celé obdobie analýz bol  $14,05 \pm 4,06$  mg/100 g. Variabilita obsahu tohto vitamínu v rámci celého roka dosiahla hodnotu 28,91 %. Najvyšší obsah vitamínu C bol zistený v reďkovkách zakúpených v mesiaci marec a to 21,39 mg/100 g a naopak najnižší v mesiaci september a to iba 7,77 mg/100 g.

Obsah vitamínu C v bielych reďkovkách zakúpených v obchodnom reťazci A s krajinou pôvodu Taliansko bol o niečo vyšší ( $15,21 \pm 2,76$  mg/100 g) v porovnaní s reďkovkami, ktoré boli zakúpene od Predajcu 2. Je zaujímavé, že z hľadiska sezonality, reďkovka zakúpená v mesiaci november obsahovala viac vitamínu C (19,81 mg/100 g) ako tá, zakúpená v júli (10,40 mg/100 g).

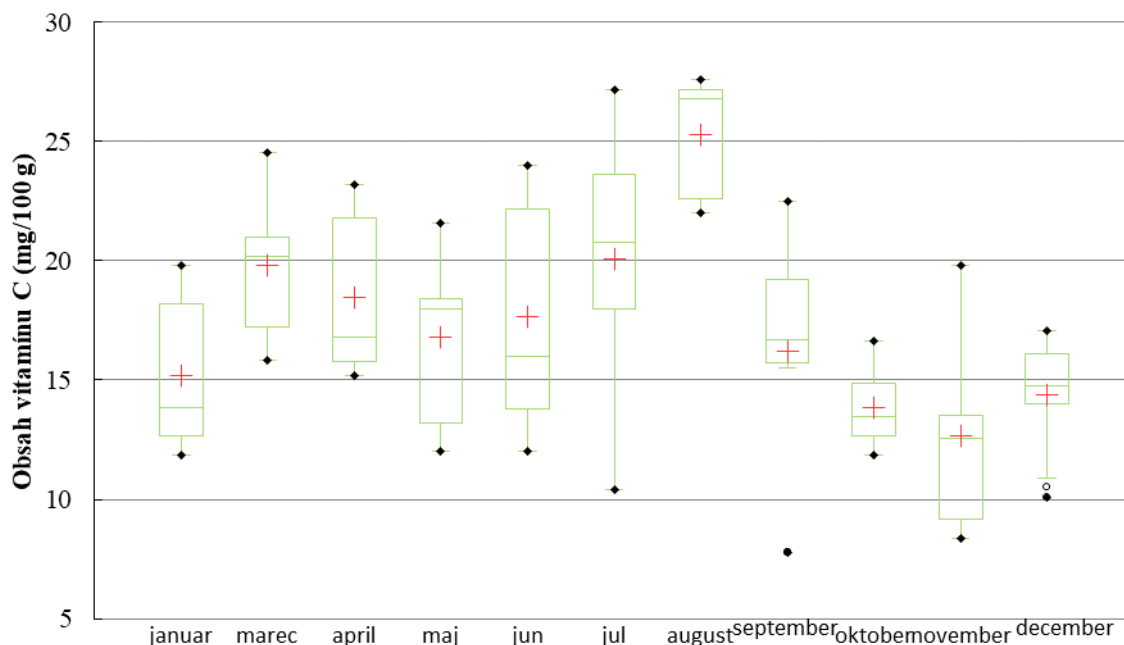
Kompletné porovnanie oboch odrôd reďkovky je uvedené na Obrázku III. Z neho vyplýva, že vyšší obsah vitamínu C obsahovala červená reďkovka.



**Obrázok III** Porovnanie priemerného obsahu vitamínu C vo vzorkách bielej a červenej reďkovky

Na hodnotenie rozdielu medzi jednotlivými mesiacmi vzoriek reďkoviek z hľadiska ich všeobecného porovnania bol použitý Kruskal – Wallis test na úrovni významnosti  $p < 0,05$ .

Obrázok IV zobrazuje štatisticky významné rozdiely v obsahu vitamínu C počas 11 mesiacov vykonávaných analýz. Štatisticky preukazné rozdiely boli zistené medzi vzorkami reďkoviek analyzovaných v mesiacoch január a august.



**Obrázok IV** Štatisticky významné rozdiely v obsahu vitamínu C počas analyzovaných mesiacov

**Tabuľka I** Štatistické porovnanie obsahu vitamínu C (mg/100 g) podľa odrody reďkovky

Vzorka	Mesiac	Nameraná hodnota	Vzorka	Mesiac	Nameraná hodnota
<b>Červená reďkovka</b>	Január	17,03 ± 2,47 bcd	<b>Biela reďkovka</b>	Január	12,48 ± 0,60 b
	Marec	20,59 ± 3,15 ab		Marec	18,62 ± 1,91 a
	Apríl	23,20 ± 1,59 a		Apríl	16,20 ± 0,87 ab
	Máj	15,87 ± 4,41 cde		Máj	18,20 ± 0,33 a
	Jún	20,53 ± 3,50 ab		Jún	13,40 ± 0,87 ab
	Júl	23,60 ± 2,68 a		Júl	14,80 ± 4,01 ab
	August	18,90 ± 2,57 bc		August	0,00
	September	18,90 ± 2,57 de		September	12,24 ± 4,90 b
	Október	13,86 ± 1,85 e		Október	13,86 ± 0,94 ab
	November	11,68 ± 1,99 e		November	14,10 ± 5,85 ab
	December	15,66 ± 1,08 cde		December	12,43 ± 2,16 b

Vysvetlivky: rôzne písmená a,b,c,d,e uvedené so strednými hodnotami a smerodajnou odchýlkou v stĺpcoch predstavujú štatisticky významné rozdiely medzi sledovanými vzorkami ( $p < 0,01$ )

Štatisticky preukazné rozdiely boli zistené medzi vzorkami reďkoviek analyzovaných v mesiacoch január a august. V prípade červenej reďkovky boli najvyššie hodnoty vitamínu C vo vzorkách od oboch predajcov zistené v mesiacoch august, júl, apríl, marec a jún pričom medzi týmito mesiacmi nebol štatisticky preukazný rozdiel ( $p > 0,05$ ). Najnižšia hodnota vitamínu C v červenej reďkovke bola zaznamenaná v novembri ( $11,68 \pm 1,99$  mg/100 g). Vo vzorkách bielej reďkovky boli najvyššie hodnoty vitamínu C stanovené v mesiacoch marec a máj, štatisticky preukazný rozdiel ( $p < 0,05$ ) bol medzi skupinou mesiacov marec a máj a druhou skupinou január, december a september. Podľa Lee a Kader<sup>4</sup> platí, že čím je vyššia intenzita svetla počas vegetačného obdobia, tým vyšší je obsah vitamínu C v rastlinných tkanivách.

Kováčik et al. analyzovali buľvy reďkovky na obsah vitamínu C a obsah dusičnanov, pričom medzi týmito dvoma kvalitatívnymi parametrami sa zvyčajne zaznamenáva negatívna korelácia<sup>9</sup>. Na základe tejto analýzy potvrdili, že hnojenie hnojivami s obsahom dusíka zvyšuje obsah dusičnanov a znižuje obsah vitamínu C. Následne zistili, že v buľve reďkovky bolo najviac dusičnanov v nadkoreňovej časti a naopak najmenej v podlistovej. Čo sa týka vitamínu C dospeli k opačnému výsledku, kedy obsah vitamínu C bol najvyšší v podlistovej a najnižší v nadkoreňovej časti.

## Záver

Reďkovka siata (*Raphanus sativus*) patrí medzi koreňovú zeleninu s krátkym vegetačným obdobím, ktorá je často pestovaná v skleníkoch a fóliovníkoch po celom svete. Reďkovka je okrem iného výborným zdrojom vitamínu C a v priemere obsahu 15 – 40 mg na 100 g čerstvej hmotnosti, pričom vyššia koncentrácia sa nachádza v kultivaroch s ružovou šupkou. Z našich výsledkov vyplynulo, že viac vitamínu C obsahovala červená reďkovka a letné mesiace sú významným zdrojom tohto vitamínu v porovnaní so zimným a jesenným obdobím.

## Podakovanie

Práca bola uskutočnená vďaka finančnej podpore projektu KEGA č. 020SPU-4/2021 Inovácia metodologického zázemia a obsahu profilových potravinársko-gastronomických predmetov so zameraním na zvýšenie konkurencieschopnosti absolventov.

## Literatúra

1. WebMD. Radish: Health Benefits, Nutrition, and uses. 2022. Dostupné z: <https://www.webmd.com/diet/health-benefits-radish>.
2. Aboyeji C. M. et al., *Agrofor. Syst.*, 2019, 93(1), 803-812. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-017-0174-6>.
3. Umamaheswari A. et al., *Biotechnol. Rep.*, 2021, 29, 595. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.btre.2021.e00595>.
4. Lee S. K., Kader A. A., *Postharvest Biol. Technol.*, 2000, 20 (3), 207- 220. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00133-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00133-2).
5. Jeney-Nagymate E., Fodor P., *Br. Food J.*, 2008, 110(3), 296-309. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/00070700810858709>.
6. Murray T., Pizzorno J. in *The Encyclopaedia of Healing Foods*, New York: Atria Books, 2005, 912. ISBN 9781439103449. Dostupné z: <https://books.google.sk/books?id=UKtAMVUT57EC&printsec=frontcover&hl=sk#v=onepage&q&f=false>.
7. Mditshwa A. et al., *Sci. Hortic.*, 2017, 218, 95-104. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.02.024>.
8. Troesch B. et al., *Br. J. Nutr.*, 2012, 108 (4), 692-698. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/S0007114512001808>.
9. Kováčik P., Panáková Z., Kolenčík M., *Agrochemistry*, 2017, 2, 25-29. Dostupné z: <http://agrochemia.uniag.sk/pdf/agrochemia-2-2017-clanok-05.pdf>.





## VPLYV PRÍDAVKU LYOFILIZOVANEJ RÍBEZLE ČIERNEJ NA REOLOGICKÉ VLASTNOSTI PŠENIČNEJ MÚKY

Kolesárová A., Bojňanská T., Zeleňáková L., Mendelová A., Solgajová M.

Ústav potravinárstva, SPU v Nitre

### Úvod

V súčasnej dobe prevláda trend obohacovania jednotlivých druhov cereálnych potravín o zdraviu prospešné zložky. Jednou z možností na zlepšenie nutričnej kvality týchto potravín je čiastočné nahradenie pšenice nepekárskymi surovinami<sup>1,2</sup>. Červené ovocie je mimoriadne obľúbené pre svoju atraktívnu chuť, príjemný vzhľad a bioaktívne zloženie<sup>3</sup> a vďaka funkčným výhodám a technologickým vlastnostiam má viacero možností na využitie pri produkcii potravín<sup>4</sup>.

Plody čiernych ríbezlí (*Ribes nigrum* L.) obsahujú vysoké hladiny antokyanov, proanthokyanínov, kvercetínu, myricetínu, fenolových kyselín a izohamnetínu<sup>5</sup>. Výskum ukázal, že tieto flavonoidy majú neuroprotektívnu aktivitu. Okrem antimutagénnych, antimikrobiálnych, protizápalových, protirakovinových a antihypertenzívnych vlastností, bobule a listy čiernych ríbezlí vo všeobecnosti vykazujú veľmi silnú biologickú aktivitu súvisiacu s inhibíciou bunkovej proliferácie<sup>6,7,8</sup>. Okrem toho majú čierne ríbezle aj vysoký obsah vitamínu C, čo prispieva k ich vysokej antioxidačnej aktivite. Čierne ríbezle predstavujú v Európe dôležitý zdroj ovocia s výborným uplatnením v potravinárskom priemysle, hlavne kvôli svojim farebným a organoleptickým vlastnostiam, čo z nich robí vhodný materiál pre rôzne potravinárske aplikácie<sup>5</sup>.

Lyofilizácia sa považuje za najžiadanejšiu metódu sušenia, ktorá vo veľkej miere zabraňuje poškodeniu štruktúry sušeného materiálu a umožňuje tým značné zachovanie nutrientov v nezmenenom stave<sup>9</sup>.

Cieľom tejto práce bolo sledovanie vplyvu prídavku lyofilizovaného prášku plodov čiernej ríbezle, v zmesi so pšeničnou múkou v rôznych pomeroch na reologickú kvalitu cesta.

### Experimentálna časť

Na prípravu zmesových múk boli použité plody čiernej ríbezle, zbierané po dosiahnutí úplnej zrelosti (botanická záhrada SPU v Nitre, Slovenská republika). Zrelosť sa posudzovala na základe farby, ktorá je jednou z najspoločnejších ukazovateľov zrelosti. Jednotlivé bobule ríbezlí sa oddelili od stopiek, pretriedili a odstránili sa prezreté, suché plody a následne sa plody lyofilizovali 5 dní pri -58 ° C (ilShin Lab Co., Ltd., Korea) a homogenizovali pomocou mixéra z nehrdzavejúcej ocele (BOSCH TSM6A01, Germany). Vo forme lyofilizovaného prášku sa pridávali do pšeničnej múky v množstve 5 %, 10 % a 15 %.

### Príprava kompozitných múčných zmesí

Na prípravu zmesnej múky bola použitá pšeničná múka T-650 (Miroslav Grznár MLYN ZRNO, SR). Pripravili sa nasledujúce vzorky s hmotnosťou 150 g:

Vzorka K (kontrola): pšeničná múka (bez prídavku ríbezle čiernej)

Vzorka RČ5: pšeničná múka (142,5 g) + 5 % prídavok ríbezle čiernej (7,5 g)

Vzorka RČ10: pšeničná múka (135 g) + 10 % prídavok ríbezle čiernej (15 g)

Vzorka RČ15: pšeničná múka (127,5 g) + 15 % prídavok ríbezle čiernej (22,5 g)



## Reologická analýza cesta

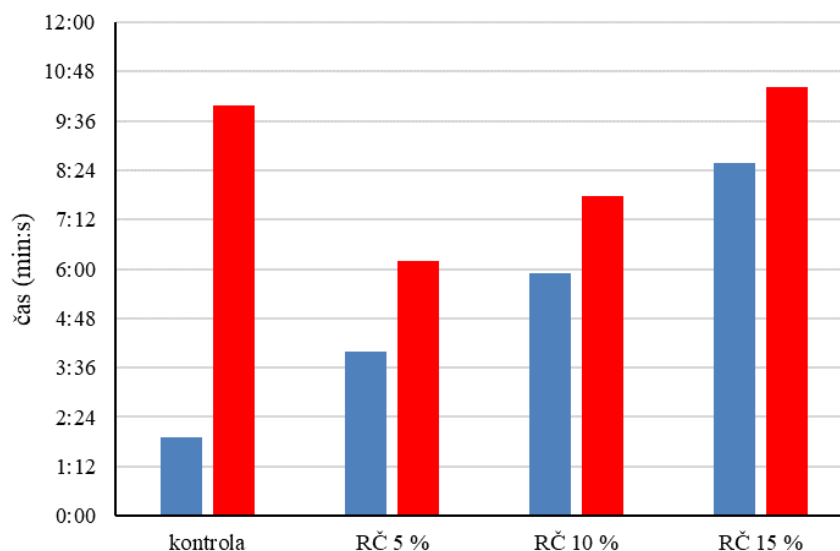
Reologické správanie múky a kompozitných múčných zmesí sa analyzovalo na prístroji Mixolab (Chopin technologies, Francúzsko) pomocou preddefinovaného protokolu „Chopin +“ podľa ICC č. 173. Mixolab meria v reálnom čase krútiaci moment (Nm) produkovaný cestom medzi lopatkami. Test je založený na príprave konštantnej hydratovanej hmoty cesta tak, aby sa získala cieľová konzistencia počas prvej testovacej fázy. Cieľová konzistencia cesta je 1,1 Nm (+/- 0,05 Nm)<sup>10</sup>. Nastavenie testu: miešanie cesta pri 30 °C počas 8 minút, zahrievanie na 90 °C viac ako 15 minút (pri rýchlosti 4 °C/min), udržiavanie pri 90 °C počas 7 minút, ochladenie na 50 °C počas 10 minút (pri rýchlosti 4 °C/min) a udržiavanie pri 50 °C 5 min. Rýchlosť miešania sa udržiavala konštantná pri 80 ot./min. Celkový čas analýzy bol 45 min. Počas celého procesu sa zaznamenáva konzistencia a teplota cesta. Výsledky poskytnú komplexnú informáciu o sile a kvalite proteínov, škrobu, aktivite enzýmov a ďalších interakciách v ceste, ktoré boli vyhodnotené softwérom prístroja.

## Výsledky a diskusia

Pridávanie nepekárskych surovín do kompozitných múk s pšeničnou alebo ražnou múkou zásadne mení vlastnosti týchto múk. Výrazná zmena je spôsobená najmä nižším podielom lepku tvoriacich bielkovín v týchto múkach, ale aj vyšším podielom vlákniny, prípadne iných zložiek<sup>11</sup>. Zložky cesta (škrob, bielkoviny a voda) a ich interakcie hrajú dôležitú úlohu v konformačnej štruktúre, ako aj v reologických vlastnostiach<sup>11,12</sup>.

Silné múky majú väčšiu absorpciu vody. Cesto z nich sa ľahko spracováva, nelepí sa, dobre sa tvaruje a je stabilnejšie<sup>13</sup>. S prídavkom plodov čiernych ríbezlí sa znížila absorpcia vody v zmesných múkach a to pri 10 % prídavku o 1,41 % a pri 15 % o 3,44 %, čo by mohlo negatívne ovplyvniť výťažnosť cesta pripraveného s pridaním tohoto ovocia. Podobné výsledky boli zistené v zmesných múkach s prídavkom lyofilizovaného prášku arónie a bazy čiernej, kedy bola zaznamenaná znížená absorpcia vody (arónia o 10,8 % a baza čierna o 8,6 % pri 15 % prídavkoch)<sup>14</sup>. Slabé múky majú nižšiu nasiakavosť a sú menej stabilné, preto výrobky zo slabej múky sú zvyčajne menej kysnuté, majú menší objem a menej vhodnú textúru<sup>15</sup>. Kukurová a kol. uvádzajú, že 10 % prídavok sušených, mletých výliskov rakytníka hrubej a jemnej frakcie, spôsobil mierne zvýšenie väznosti pšeničnej múky o 0,4 – 0,8 %<sup>16</sup>.

Prídavok lyofilizovaných plodov čiernych ríbezlí do kompozitných múk ovplyvnilo čas vývoja cesta a stabilitu cesta, čo je potrebné zväžiť pri nastavovaní času miesenia v technologickom procese (Obrázok I).

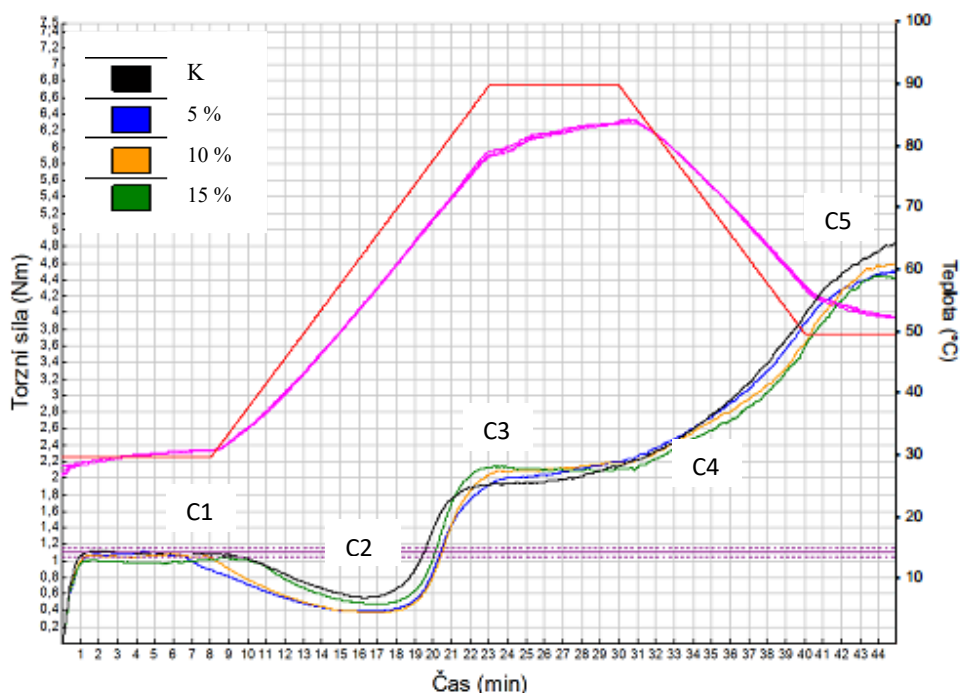


Obrázok I Vplyv prídavku lyofilizovaných plodov ríbezle čiernej na čas vývoja cesta (■) a stabilitu cesta (■)



Hodnota doby vývoja cesta pre kontrolnú múku bola 1:55 min:s. Zaujímavé je, že zvyšovanie prídavku ovplyvnilo vlastnosti cesta predĺžením jeho času vývoja (4:00, 5:53, 8:35 min:s), ale skrátenie stability cesta bolo zaznamenané len pri 5 a 10 % prídavku a v prípade najvyššieho prídavku bol dokonca zaznamenaný dlhší čas stability cesta (6:12, 7:47, 10:26 min:s) ako u kontrolnej vzorky (9:58 min:s). Podobné správanie cesta bolo popísané s prídavkom lyofilizovaných plodov bazy čiernej, ktoré výrazne predĺžilo čas vývoja cesta a stabilitu cesta o niečo skrátilo, ale cesto sa dá spracovať podobne ako kontrolné<sup>14</sup>.

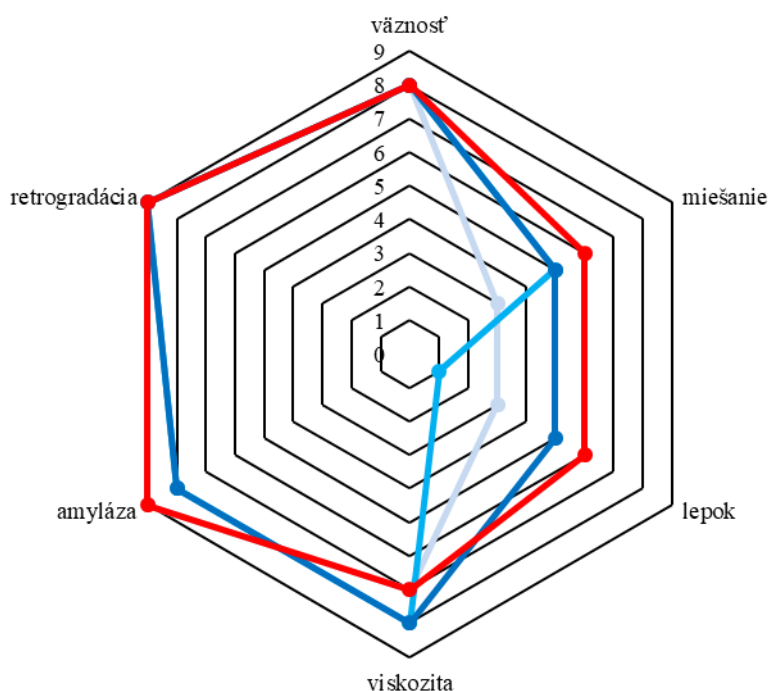
Test Chopin+ okrem mechanickej námahy vystavuje cesto testu odolnosti voči zahriatiu, tepelnej výdržii a nasledujúcemu ochladeniu cesta. Priebeh testu bol vyhodnotený na základe dosiahnutých minimálnych a maximálnych hodnôt konzistencie cesta (krútiaci moment v Nm). Obrázok II ukazuje, do akej miery pôsobí prídanie lyofilizovaného prášku plodov ríbezle čiernej na konzistenciu cesta v závislosti od ich množstva. Prídavok výrazne neovplyvnil konzistenciu cesta v porovnaní s kontrolou. Zvýšenie prídavku plodov ríbezle čiernej mierne znížilo konzistenciu cesta (C2), čo znamená oslabenie kvality bielkovín v zmesnej múke. Tvorba škrobového gélu (C3) bola výraznejšia len pri 10 % a 15 % prídavku, ale jeho stabilita (C4) bola medzi vzorkami vyrovnaná. Konzistencia cesta po ochladení vplyvom retrogradácie škrobu, ktorá slúži ako predikčný faktor rýchlosti starnutia pečárskych výrobkov (C5) bola nižšia v kompozitných múkach ako v múke bez prídavku, čo môže vplyvať na kvalitu pečárskych výrobkov počas skladovania.



**Obrázok II** Vplyv teploty na cieľový krútiaci moment cesta s pridaním plodov ríbezle čiernej (Mixolab, protokol CH+). Jednotlivé fázy analýzy: C1 (Nm) – maximálny krútiaci moment počas miešania (používa sa na určenie absorpcie vody); C2 (Nm) – oslabenie bielkovín (indikátor kvality bielkovín); C3 (Nm) – tvorba škrobového gélu; C4 (Nm) – stabilita vytvoreného škrobového gélu; C5 (Nm) – retrogradácia škrobu počas fázy chladenia (indikátor starnutia striedky)

Zjednodušená verzia výsledkov je graficky vyjadrená ako profiler (Obrázok III). Mixolab® Profiler prevádza štandardnú krivku do sekvencie 6 indexov odstupňovaných od 0 do 9: index absorpcie vody, index miešania, index lepku+, index viskozity, index amylázy a index retrogradácie. Každý index berie do úvahy špecifické parametre namerané počas

zodpovedajúcej fázy, ako sú špecifické krútiace momenty, rozdiely krútiaceho momentu medzi dvoma špecifickými časmi alebo plochu pod krivkou<sup>10</sup>.



**Obrázok III** Cieľový profil (Profiler) cesta s prídavkom čiernej ríbezle v množstve 5 % (—), 10 % (—) a 15 % (—) oproti kontrolnej pšeničnej múke (—)

Ako je možné vidieť na obrázku III, zvyšovanie prídavku plodov čiernej ríbezle neovplyvnilo index absorpcie vody, na rozdiel od 15 % prídavku plodov arónie, ktorý absorpciu vody výrazne znížil<sup>17</sup>. Je to funkcia zloženia múky (bielkoviny, škrob, vlákna...), ktorá ovplyvňuje výt'aznosť cesta. Čím je táto hodnota vyššia, tým viac múka absorbuje vodu.

Zvyšovanie prídavku ríbezle čiernej znížilo index miešania, ktorý predstavuje správanie sa cesta pri miesení pri 30 °C (stabilita, doba vývoja a slabnutie), čo sa prejavilo aj na znížení stability cesta.

Lepok index vyjadruje silu lepku a jeho správanie pri zahrievaní cesta. Vysoká hodnota zodpovedá vysokej odolnosti lepku voči zahrievaniu. Cestá s plodmi čiernej ríbezle mali nižšiu stabilitu lepku pri zahrievaní ako kontrolné pšeničné cesto, čo pravdepodobne súvisí najmä nižším podielom kvalitných lepkotvorných bielkovín v tomto ovocí.

Index viskozity, predstavuje zvýšenie viskozity počas zahrievania. Závisí to od aktivity amylázy a kvality škrobu. Vysoká hodnota zodpovedá vysokej viskozite cesta počas ohrevu. Prídavky ríbezle čiernej mierne zvýšili viskozitu cesta oproti pšeničnej múke.

Aktivita amyláz je veľmi dôležitá z hľadiska hydrolyzy škrobu a poskytovania výživných zložiek pre kvasinky, ktoré sú potrebné pri procese kysnutia chleba a podobných produktov. Príliš vysoká aktivita amyláz však vedie k negatívnym dôsledkom spôsobeným príliš masívnym rozkladom škrobu, ktorý potom chýba pri stavbe a tvorbe štruktúry striedky<sup>18</sup>. Vysoká hodnota zodpovedá nízkej aktivite amylázy. Prídavky plodov ríbezle mierne zvýšili aktivitu amylázy v porovnaní s kontrolou, ale medzi výškou prídavku nebol rozdiel. Retrogradačný index je veľmi dôležitý z hľadiska trvanlivosti výrobkov a jeho vysoká hodnota predpovedá rýchlemu starnutiu výrobkov, ktoré strácajú vodu a sú suché a drobivé. Hodnoty tohto indexu v zmesných múkach boli na kontrolnej úrovni.

## Záver

Pridávanie ovocia alebo ovocných zložiek do múky používanej na výrobu chleba a podobných výrobkov nie je bežnou praxou a tento prístup možno považovať za inovatívny.

Reologické analýzy preukázali, že prídavok v množstve do 15 % lyofilizovaného prášku z ríbezle čiernej do múk, špecificky nemení reologické vlastnosti procesných ciest. Zvýšenie prídavku týchto plodov mierne znížilo konzistenciu cesta, (oslabenie kvality bielkovín) a cestá mali nižšiu stabilitu lepku pri zahrievaní, čo pravdepodobne súvisí najmä s nižším podielom kvalitných lepkotvorných bielkovín v tomto ovocí. Ríbezle čierne, ako inovatívna nepekárska a lokálna surovina, môžu byť vhodným materiálom pre potravinársky priemysel, ktoré vďaka nutričnému zloženiu a zaujímavej farbe cesta môžu prispieť k atraktivite nových výrobkov so zvýšeným potenciálom zdravotných benefitov.

## Pod'akovanie

*Práca bola uskutočnená vďaka finančnej podpore projektu APVV-18-0312 Modulačné účinky fytonutrientov vo vzťahu k zdraviu spotrebiteľov.*

## Literatúra

1. Tebben L., Shen Y., Li Y., Trends Food Sci. Technol., 2018, 81, 10–24.
2. Torbica A., Belović M., Tomić J., Food Chem., 2019, 282, 134–140.
3. Martinsen B. K., Aaby K., Skrede G., Food Chem., 2020, 316, 126297.
4. Cedrim P. C. A. S., Barros E. M. A., Nascimento T. G. D., Braz. J. Food Technol., 2018, 21, e2017092.
5. Karjalainen R., Anttonen M., Saviranta N., Stewart D., McDougall G.J., Hilz H., Mattila P. and Törrönen R., Acta Hort., 2009, 839, 301-307
6. Puupponen-Pimiä R., Nohynek L., Alakomi H.L., Oksman-Caldentey K.M., Appl. Microbiol. Biotechnol., 2005, 67, 8–18.
7. Tabart J., Franck T., Kevers C., Pincemail J., Serteyn D., Defraigne J.O., Dommes J., Food Chem. 2012, 131, 1116–1122.
8. Paunović S.M., Mašković P., Nikolić M., Miletić R., Sci. Hortic., 2017, 222, 69-75.
9. Calín-Sánchez Á., Lipan L., Cano-Lamadrid M., Kharaghani A., Masztalerz K., Carbonell-Barrachina Á.A., Figiel A., Foods, 2020, 9, 1261.
10. Mixolab Applications Handbook. Rheological and enzyme analyses. Analysis methods. Studies and applications. Villeneuve-la-Garenne, France: Chopin Technologies; 2012, 161. Dostupné z: [www.chopin.fr](http://www.chopin.fr).
11. Bresciani A., Marti A., Foods 2019, 8, 451.
12. Tebben L., Li Y., Cereal Chem., 2019, 96, 263–272.
13. Robertson G.H., Cao T.K., Cereal Chem., 2001, 78(5), 538-542.
14. Kolesárová A., Bojňanská T., Kopčeková J., Kolesárová A., J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci., 2022, 11(6), e4671.
15. Bojňanská T., Muchová Z., Frančáková H., Urminská D., Mendelová A., Mareček J., Solgajová M., Vietoris V., Czako P., 1st ed Nitra: Slovak University of Agriculture, 2013, 335, ISBN 978-80-552-1086-5.
16. Kukurová K., Jelemenská V., Ciesarová Z., Papánková B., Trendy v potravinárstve 1, 2019, 11-17.
17. Kolesárová A., Bojňanská T., Solgajová M., Mendelová A., Zelenáková L., In Ingrový dny 2023 : sborník 49. konferencie o jakosti potravín a potravinových surovín, 1 vyd. ISBN 978-80-7509-917-4. 2023, s. 326-337.
18. Bojňanská T., Frančáková H., Líšková M., Tokár M., J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci., 2012, February Special issue, 876-886.



**ZMĚNY STABILITY POTRAVIN VŮČI ŽLUKNUTÍ PO OŠETŘENÍ MIKROVLNNÝM ZÁŘENÍM**

Škvorová P., Kouřimská L.

Ústav mikrobiologie, výživy a dietetiky, ČZU Praha

**Úvod**

Při ošetření potravin mikrovlnným zářením dochází ke změně jejich stability vůči žluknutí. Primárně závisí rozsah těchto změn na ošetřované surovině, délce a intenzitě mikrovlnného ohřevu a sekundárně také na podmínkách následného skladování. Cílem práce bylo posoudit vhodnost aplikace ošetření mikrovlnným zářením pro hygienizaci suchých skořápkových plodů. Sledovat vliv mikrovlnného záření na změny barvy, obsahu sušiny a stability skořápkových plodů vůči žluknutí, při použití přednastavené délky a intenzity mikrovlnného záření na mikrovlnné lince firmy IBK Trade.

***Mikrovlnné záření***

Mikrovlny jsou vysokofrekvenční elektromagnetické vlny. Jejich vlnové délky se pohybují v rozmezí od 1 mm do 1 m a frekvenční pásmo v rozmezí 300 MHz až 300 GHz. Mikrovlnné záření je umožněno kombinací elektrických a magnetických polí (Rothbauer et al. 1985). Nejčastěji používaná je frekvence 2450 MHz, která je jako jediná legislativou povolená pro využití v potravinářství v České republice (Vrba 2001). Využití mikrovlnného ohřevu v potravinářském průmyslu zahrnuje sušení, pasteraci, sterilaci, rozmrazování, temperování nebo pečení potravinářských materiálů (Guo et al. 2017).

Mikrovlny mají nízký obsah energie ve fotonech (0,03 kcal/mol; 0,126 kJ/mol), proto nemají přímý vliv na molekulární struktury, jelikož chemické vazby mají energii v rozmezí od 20 do 50 kcal/mol (od 83,736 do 209,34 kJ/mol) (Aguilar-Reynosa et al. 2017). Mikrovlnné záření je tak z tohoto důvodu řazeno mezi záření neionizující (Yin 2012). Mikrovlny nejsou schopny vytvářet volné radikály nebo narušovat molekulární vazby v biologických materiálech (Tang 2015; Eke et al. 2017).

***Princip mikrovlnného ohřevu***

Mikrovlnný ohřev se liší od konvenčního ohřevu tím, že k mikrovlnnému ohřevu dochází prostřednictvím přímé interakce mikrovln s materiálem (Bhattacharya & Basak 2017). Přeměna mikrovlnné energie na teplo v potravinách je způsobena přítomností vody. Vzhledem k tomu, že molekuly vody jsou bipolární a otáčejí se v rychle se měnícím elektromagnetickém poli (2,45 miliardkrát za sekundu), v potravině dochází k tvorbě tepla v důsledku tření mezi jednotlivými molekulami vody. Protože mikrovlny mohou pronikat přímo do materiálu, dochází k ohřevu zevnitř. Proto je prohřátí celé potraviny poměrně rychlé (Chandrasekaran et al. 2013; Guo et al. 2017).

Mezi hlavní výhody mikrovln se řadí úspora energie, zkrácení doby zpracování a tím i snížení provozních nákladů. Další výhodou mikrovlnného ohřevu je vyšší energetická účinnost, protože většina elektromagnetické energie je přeměněna na teplo a ztráty nejsou tak vysoké jako u konvenčního ohřevu (Chizoba Ekezie et al. 2017). Mikrovlnné sušení vyžaduje také menší podlahovou plochu ve srovnání s konvenčními sušičkami, protože zvýšení rychlosti zpracování umožňuje konstrukci kompaktnějších zařízení (Vadivambal & Jayas 2007; Guo et al. 2017). Ačkoli mikrovlnný ohřev nabízí mnohé výhody oproti tradičním způsobům zpracování potravin, hlavním problémem je nerovnoměrné rozložení teploty, které má za





následek nedostatečné prohřátí materiálu v určitých jeho částech (Chizoba Ekezie et al. 2017). Další nevýhodou je obtížná kontrola teploty produktu (Chandrasekaran et al. 2013).

### ***Nutriční složení suchých skořápkových plodů***

Suché skořápkové plody jsou velice prospěšnou součástí naší stravy a důležitou složkou pekařských, cukrovinkářských a snack výrobků. U ořechů je z nutričního hlediska významný především obsah nenasycených mastných kyselin. Dále jsou ořechy velmi bohaté na bílkoviny, vlákninu a vitaminy rozpustné ve vodě (zejména vitaminy B<sub>1</sub>, B<sub>6</sub>, C) i vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E, K). Vitamin E je nejvíce zastoupeným vitaminem ve skořápkových plodech a je to významný antioxidant. Skořápkové plody jsou také zdrojem minerálních látek a stopových prvků jako jsou vápník, síra, hořčík, fosfor, železo, zinek, mangan a bor (Jayasena et al. 2019; Mocchiari et al. 2019; Fantino et al. 2020). Obsah vlhkosti, obsah tuku a složení mastných kyselin, obsah antioxidantů (nejvýznamnější je vitamin E) a míra žluknutí jsou považovány za hlavní indikátory kvality skladovaných ořechů (Duduzile Buthelezi et al. 2019).

### ***Vliv mikrovlnné úpravy na vybrané kvalitativní parametry ořechů***

Při posuzování změny barevnosti se využívá metoda spektroskopie. Jittrepotch et al. (2010) uvádí, že změna barvy arašídů závisí na vzniku polymerních sloučenin známých jako melanoidiny, které jsou tvořené prostřednictvím Maillardovy reakce. Délka ošetření, pH, teplota a obsah vlhkosti hrají nejvýznamnější roli při tvorbě těchto barevných sloučenin. Stejně tak i Raigar et al. (2017) ve svém pokusu s ošetřováním arašídů konstatují, že delší doba pražení a vyšší výkon mikrovlnného záření zrychlují neenzymatické reakce, které pak způsobují hnědé zbarvení. Stejně výsledky přináší i studie Yaylayan a Kaminsky (1998). Poogungplyo a Poomsa-ad (2018) se ve výzkumu s makadamovými ořechy dobrali taktéž stejného výsledku. Uysal et al. (2009) zaznamenali při mikrovlnném ošetření tmavší barvu lískových oříšků, taktéž v důsledku hnědých pigmentů vzniklých prostřednictvím Maillardovy reakce.

Voda je jednou z nejdůležitějších složek potravin, která ovlivňuje mikrobiologický růst, oxidaci tuků, strukturu a chuť potravin (Guo et al. 2017). Jittrepotch et al. (2010) ve své studii účinků mikrovlnného záření na arašidy konstatují, že vlhkost ořechů se výrazně snižuje s dobou ohřevu a vysvětlují to tím, že dochází k zahřátí na teplotu varu, která způsobuje odpaření vody. Smith a Barringer (2014) uvádějí, že neošetřené arašidy měly obsah vlhkosti  $2,90 \pm 0,18$  % a po ošetření mikrovlnným zářením poklesla hodnota na  $0,53 \pm 0,01$  %. Ve studii s pražením arašídů Raigar et al. (2017) došli k závěru, že ztráta vlhkosti má tendenci se zvyšovat s delší dobou ošetření a při vyšších výkonech mikrovlnné energie.

Ořechy jsou potraviny, které jsou velice bohaté na tuk zvláště na nenasycené mastné kyseliny. Z tohoto důvodu je jakostní stabilita ořechů během úpravy a následného skladování limitována především oxidačním žluknutím a lipolýzou (neboli žluknutím hydrolytickým). Hodnota peroxidového čísla (PV) je využívána jako indikátor kvality tuků a olejů. Díky této hodnotě můžeme zjistit, zda došlo k jejich oxidaci (Smith & Barringer 2014; Duduzile Buthelezi et al. 2019).

Dle studie Smith a Barringer se hodnota PV surových arašídů se významně nelišila od hodnot ošetřených arašídů, což naznačuje, že mikrovlnné ošetření příliš hodnotu PV neovlivňuje. Studii s ošetřováním arašídů prováděli také Raigar et al. (2017) a jejich výsledky ukazují, že při vyšší mikrovlnné energii a delší době úpravy potraviny dochází k poklesu hodnoty PV. Jittrepotch et al. (2010) sledovali změny oxidační stability u arašídů po mikrovlnném ohřevu o výkonu 900 W. PV takto ošetřených arašídů významně rostlo ( $p < 0,05$ ) s prodlužujícím se časem, po který mikrovlny na vzorky působily. Hodnoty PV vzorků byly v rozmezí 2,31–7,55 meq O<sub>2</sub>/kg tuku, ale stále se daly považovat za přijatelné. Aljuhaimi a Özcan (2018) u surových burských ořechů došli k hodnotě PV  $18,63 \pm 1,19$  meq O<sub>2</sub> na kg oleje. Využití mikrovlnného ošetření způsobilo pokles PV na hodnotu  $12,50 \pm 0,81$  meq O<sub>2</sub> na kg oleje. Hodnota PV u surových vzorků vlašských ořechů byla ve studii Das et al. (2014 b)





2,89 ± 0,048 meq O<sub>2</sub> na kg oleje. Hodnota PV poklesla, když došlo ke zvýšení výkonu mikrovlnného záření a délky ošetření.

## **Experimentální část**

### ***Materiál***

Materiálem, který byl použit v experimentální části práce byly tři druhy suchých skořápkových plodů. Jednalo se o neloupané surové arašíd, déle skladované loupané mandle a déle skladované loupané lískové ořechy, které byly dodány firmou IBK Trade a ošetřeny na jejich mikrovlnné lince při intenzitě mikrovlnné energie 4 x 2 kW. Všechny vzorky byly v mikrovlnné části 2 minuty a teplota při přechodu do dohřevné zóny se pohybovala okolo 100 až 105 °C. V dohřevné zóně byly vzorky po dobu 5 minut, kdy první patro zajišťovalo teplotu 105 °C, ostatní dvě patra sloužila pro postupné chladnutí vzorků.

### ***Metodika***

Vzorky všech tří druhů ořechů byly ošetřeny na mikrovlnné lince firmy IBK Trade při jejím prvním spuštění. Po ošetření byly vzorky rozděleny na tři stejné skupiny, každá skupina byla dále rozdělena na tři podskupiny. Stejným způsobem byly rozděleny i skupiny neošetřených vzorků. Byl proveden skladovací pokus s následným měřením peroxidového čísla. Skladování probíhalo při teplotách 20 °C, 40 °C a 60 °C po dobu tří měsíců. Analýza na stanovení hodnot peroxidového čísla byla provedena ihned po ošetření a další analýzy pak byly provedeny vždy po jednom měsíci skladování pro vzorky ve všech třech skladovacích teplotách. Celkem byla provedena tři měření od každé skladovací teploty. Analyzovány byly vždy vzorky homogenizované ošetřené i neošetřené ve dvou opakováních. Obsah vlhkosti byl analyzován u vzorků neošetřených a vzorků ihned po ošetření. Analyzovány byly vždy pouze jedlé části vzorků.

Pro analýzu barvy byl využit spektrofotometr CM 700d (Konica Minolta, Japonsko). Barva byla analyzována u vzorků ve slupce, bez slupky i u vzorků rozemletých včetně slupky. Vzorek byl přiložen na 8 mm šterbinu spektrofotometru a byla provedena dvě měření u každé sledované části vzorku.

Stanovení sušiny proběhlo na základě dvou navážek od každého vzorku po 5 g do předem vysušených hliníkových misek, které se následně vložily na 4 hodiny do sušárny (Memmert, Německo) vyhřáté na 103 °C. Po vysušení se misky nechaly vychladnout v exsikátoru a následně byly zváženy.

Tuk z cca 5 g vzorku byl extrahován za studena v Erlenmeyerově baňce pomocí 50 ml petroletheru. Po extrakci byl vzorek přefiltrován (s přídatkem 1,25 g bezvodého síranu sodného) a odpařen na rotační vakuové odparce Laborota 4000 (120 otáček.min<sup>-1</sup>, 40 °C, 5 minut; Německo). Cílem byla šetrná extrakce a získání dostatečného množství tuku pro stanovení oxidační stability, nikoliv kvantitativní extrakce veškerého tuku ze vzorku. Extrahovaný tuk byl použit ke stanovení peroxidového čísla dle normy ČSN EN ISO 3960 Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení peroxidového čísla - Jodometrické (vizuální) stanovení koncového bodu. Množství tuku bylo dáno množstvím vyextrahovaného tuku.

K vyhodnocení výsledků byl použit program STATISTICA 12 (StatSoft, Inc.). Na určení statisticky významných rozdílů mezi vzorky byla použita multifaktorová ANOVA s následným post-hoc Sheffeho testem na hladině významnosti 95 %.

## **Výsledky**

### ***Vzhled a barva***

V tabulce I jsou uvedeny průměrné hodnoty naměřených barevných ukazatelů vzorků skořápkových plodů. Arašíd byly před analýzou vyloupány a vnější slupky nebyly k analýze využity.

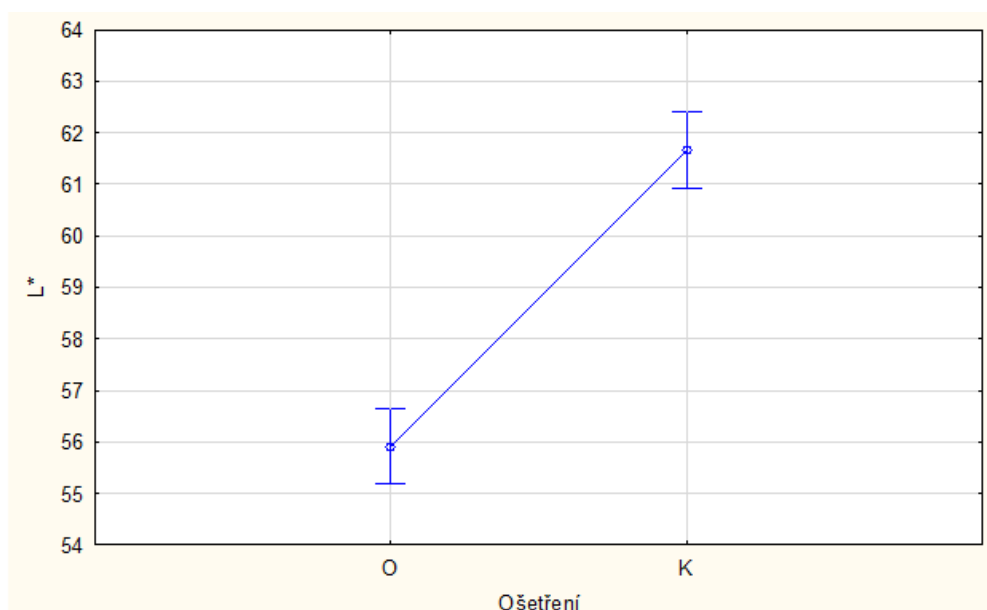


**Tabulka I** Hodnoty L\*, a\* a b\* u vzorků jak ošetřených (O), tak i neošetřených (K)

		Arašídy			Mandle			Lískové ořechy		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Slupka	O	42,93	23,06	19,75	43,62	18,645	28,405	33,36	15,735	13,12
	K	45,325	21,505	18,82	48,745	17,78	32,915	37,2	17,295	18,745
Bez slupky	O	69,405	10,865	34,445	87,61	0,3	14,705	62,685	6,595	26,555
	K	78,71	0,28	26,07	87,475	0,375	14,835	67,145	8,59	30,03
Namleté se slupkou	O	55,4	8,32	21,83	62,35	4,39	18,88	52,54	10,89	21,88
	K	60,97	3,19	15,46	66,44	4,99	16,66	56,61	12,79	22,66

U všech skořápkových plodů zkoumaných v této práci došlo po ošetření mikrovlnami ke snížení parametru L\*, tedy ke ztmavnutí vzorků oproti vzorkům neošetřeným. U arašídů byl prokázán statisticky významný rozdíl (obrázek 1). Ztmavnutí u skořápkových plodů je shodné se studii Yalayyan a Kaminsky (1998), Uysal et al. (2009), Smith & Barringer (2014), Raigar et al. (2017) i Poogungploy a Poomsa-ad (2018). U hodnot a\* a b\* došlo u arašídů k jejich nárůstu, ale u mandlí a lískových ořechů tyto hodnoty po ošetření poklesly nebo zůstaly velmi podobné. Tento stav mohl být zapříčiněn tím, že arašídy byly na rozdíl od mandlí a lískových ořechů ošetřovány i ve vnější pevné slupce, která byla před homogenizací odstraněna a také tím, že arašídy mají, oproti ostatním skořápkovým plodům pozorovaným v této studii, vyšší obsah vlhkosti a jsou pěstovány jiným způsobem než mandle a lískové ořechy.

Ztmavnutí vzorků bylo způsobeno produkty Maillardovy reakce, která je umožněna díky reaktivitě mezi redukcujícími sacharidy a aminokyselinami. Dá se tedy předpokládat, že na vznik barevných sloučenin budou mít nejvýraznější vliv délka a intenzita ošetření, teplota a obsah vlhkosti ošetřované suroviny.



**Obrázek I** Statistické hodnocení rozdílů parametru L\* mezi ošetřenými (O) a neošetřenými (K) vzorky arašídů

### Obsah sušiny

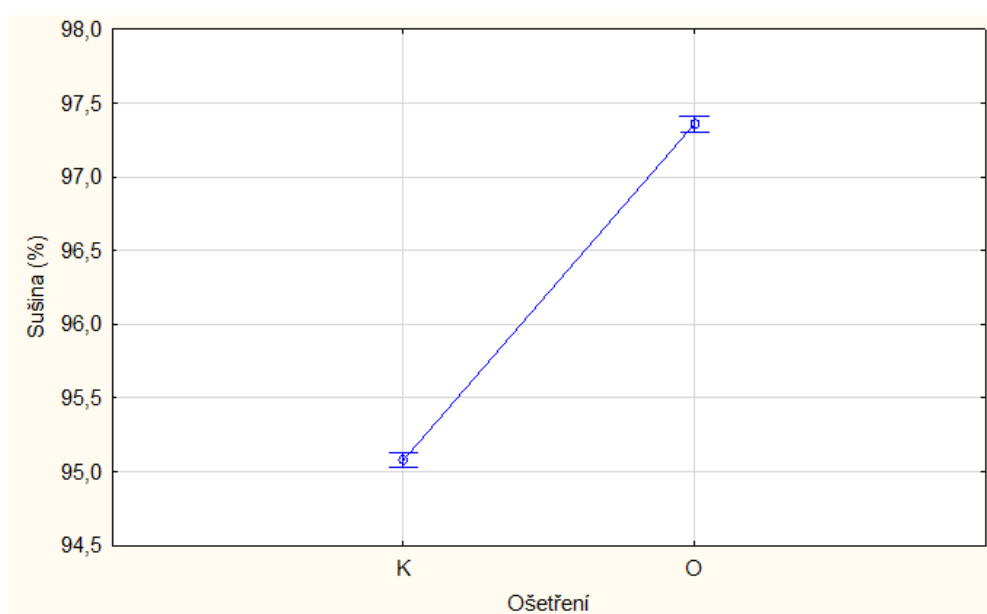
Sušina v jedlém podílu jednotlivých vzorků skořápkových plodů byla stanovena sušením při 103 °C ve dvou opakováních. Průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce II.

**Tabulka II** Výsledné hodnoty procentuálního obsahu sušiny

Vzorek	Obsah sušiny (%)		Průměrný obsah sušiny (%)
Lískové OŠ	96,98	97,01	96,99
Lískové KON	96,13	96,02	96,08
Mandle OŠ	96,61	96,68	96,65
Mandle KON	96,13	96,12	96,13
Arašídý OŠ	98,49	98,39	98,44
Arašídý KON	93,01	93,06	93,04

OŠ – ošetřené vzorky, KON – neošetřené vzorky

U všech sledovaných druhů suchých skořápkových plodů byl obsah sušiny u vzorků ošetřených vyšší než u vzorků neošetřených. Jak celkově (obrázek II), tak i mezi mandlemi, arašídý i lískovými ořechy byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi vzorky ošetřenými a neošetřenými.



**Obrázek II** Statistické hodnocení rozdílů v obsah sušiny (%) mezi ošetřenými (O) a neošetřenými (K) vzorky

Je tedy jasné, že při aplikaci mikrovlnného ošetření došlo k vysušení skořápkových plodů, zvláště když byla použita vysoká intenzita ošetření, což je ve shodě s Jittrepotch et al. (2010), Smith a Barringer (2014) a Raigar et al. (2017), v jejichž studiích se konstatuje, že snížení obsahu vlhkosti se zvyšuje s rostoucí dobou expozice a také intenzitou ošetření. Největší rozdíl mezi ošetřenými a neošetřenými vzorky byl patrný u arašídů, což lze přičíst tomu, že arašídý na rozdíl od mandlí a lískových ořechů, které jsou plody mandloně obecné, respektive odrůd lísky, jsou arašídý plody odrůd podzemnice olejné, tudíž mají přirozeně vyšší podíl vlhkosti již před samotnou mikrovlnnou úpravou.

### **Peroxidové číslo**

Peroxidové číslo (PV) se vyjadřuje jako množství peroxidicky vázaného kyslíku v tuku vyjádřené v mM aktivního O<sub>2</sub> na 1 kg tuku. U každého vzorku byla provedena dvě paralelní měření a z nich byla vypočítána průměrná hodnota PV. Průměrné výsledky jednotlivých druhů vzorků jsou uvedeny v tabulkách III až V.

**Tabulka III** Peroxidové číslo (mM O<sub>2</sub>/kg) arašídů v závislosti na ošetření, skladovací teplotě (°C) a délce skladování v měsících

ošetření	skladovací teplota	PV (mM O <sub>2</sub> /kg) v jednotlivých měsících skladování			
		0	1	2	3
OŠ	20 °C	40,76	82,74	85,53	98,70
KON	20 °C	7,22	8,33	9,32	12,08
OŠ	40 °C		106,93	122,47	145,38
KON	40 °C		8,60	10,40	13,04
OŠ	60 °C		143,06	177,63	161,40
KON	60 °C		9,27	11,27	19,93

OŠ – ošetřené vzorky, KON – neošetřené vzorky

**Tabulka IV** Peroxidové číslo (mM O<sub>2</sub>/kg) mandlí v závislosti na ošetření, skladovací teplotě (°C) a délce skladování v měsících

ošetření	skladovací teplota	PV (mM O <sub>2</sub> /kg) v jednotlivých měsících skladování			
		0	1	2	3
OŠ	20 °C	2,18	4,09	6,11	6,41
KON	20 °C	1,44	2,06	3,15	4,29
OŠ	40 °C		5,15	6,70	7,18
KON	40 °C		4,39	4,57	5,83
OŠ	60 °C		14,14	30,63	85,36
KON	60 °C		4,98	16,20	17,02

OŠ – ošetřené vzorky, KON – neošetřené vzorky

**Tabulka V** Peroxidové číslo (mM O<sub>2</sub>/kg) lískových ořechů v závislosti na ošetření, skladovací teplotě (°C) a délce skladování v měsících

ošetření	skladovací teplota	PV (mM O <sub>2</sub> /kg) v jednotlivých měsících skladování			
		0	1	2	3
OŠ	20 °C	5,00	5,74	7,81	7,85
KON	20 °C	4,88	5,32	7,02	8,28
OŠ	40 °C		8,59	8,82	10,23
KON	40 °C		8,40	8,86	10,19
OŠ	60 °C		11,86	12,29	16,99
KON	60 °C		11,96	13,24	20,66

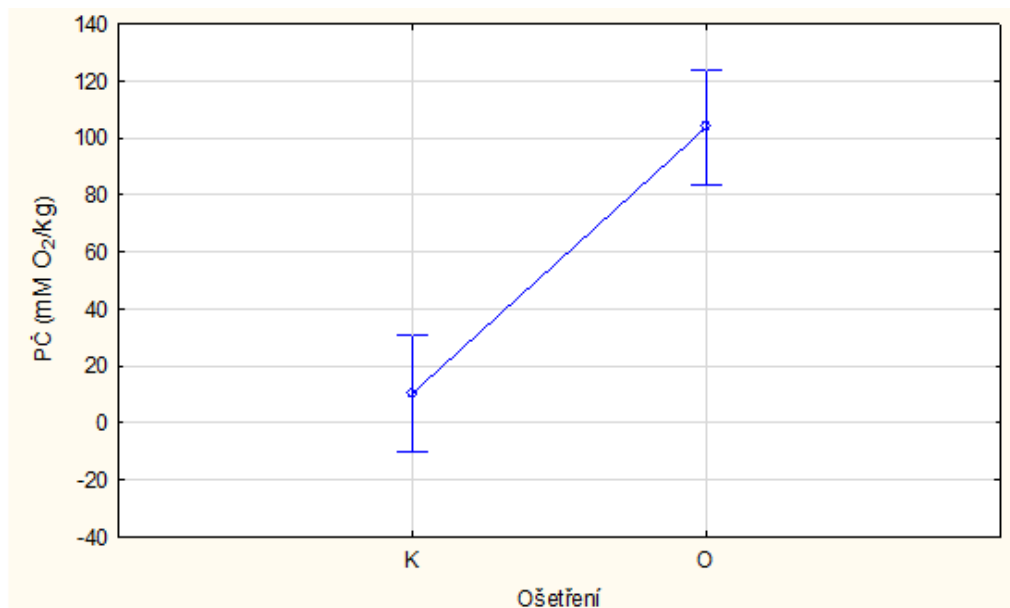
OŠ – ošetřené vzorky, KON – neošetřené vzorky

Z výsledků je jasně vidět, že po ošetření došlo prakticky u všech pozorovaných vzorků k nárůstu PV oproti vzorkům neošetřeným. Jednou z možných příčin je tepelné působení mikrovln, neboť rozdíl v PV mezi ošetřenými a neošetřenými vzorky je patrný ihned po samotném ošetření. Dalším důležitým faktorem je skladovací teplota. Z výsledků je jasně vidět, a to se potvrdilo u všech vzorků, že čím je skladovací teplota nižší, tím je náchylnost skořápkových plodů k degradaci tuků nižší. Samozřejmostí, která se vždy projeví, je také samotná kvalita ošetřované suroviny.

Nárůst PV u ošetřených vzorků nebyl u všech třech pozorovaných skořápkových plodů stejný. Statisticky průkazný rozdíl mezi vzorky ošetřenými a neošetřenými byl zjištěn pouze u arašídů (Obrázek III), kdežto u mandlí a lískových ořechů statisticky významný rozdíl prokázán nebyl, i když při srovnání hodnot i zde byly zjištěny vyšší hodnoty PV u vzorků ošetřených. Rozhodně se zde projevil rozdíl mezi složením jednotlivých pozorovaných vzorků. Všechny pozorované skořápkové plody obsahují vysoký obsah tuku. Největší podíl tuku je u lískových ořechů - okolo 60 %, u mandlí a arašídů se obsah tuku pohybuje okolo 50 %. Rozdíly v zastoupení mastných kyselin částečně mohou vysvětlit výrazně vyšší PV u mikrovlnně ošetřených arašídů, protože mají více PUFA, které jsou náchylnější k oxidaci než MUFA. V ochraně skořápkových plodů před žluknutím jsou velmi důležité antioxidanty. Při mikrovlnném ošetření vznikají jako produkty Maillardovy reakce, ovšem velký vliv mají i přirozeně se vyskytující tokoferoly. Z výsledků u arašídů je vidět, že po prvním měsíci skladování byl nárůst PV u ošetřených vzorků ve všech třech skladovacích teplotách dvojnásobný až trojnásobný, ovšem posléze se již o tak výrazné nárůsty PV nejednalo. U kontrolních vzorků se PV zvedalo velmi pozvolně. Jelikož byl u arašídů tak výrazný nárůst PV ihned po ošetření, dá se předpokládat, že pro tento typ vzorků se jednalo o příliš vysokou dávku mikrovlnného záření nebo příliš dlouhou dobu působení mikrovlnného záření. Jelikož se jednalo o první zpuštění mikrovlnné linky IBK Trade mohl být problém i technického charakteru.

Srovnání s literaturou je ovšem problematické, protože většina autorů využívá výrazně menší výkon mikrovlnného ohřevu, než byl aplikován v této práci a navíc většina studií vychází pouze z laboratorního ošetření, kdežto v této studii byly vzorky ošetřeny na komerční lince při jejím prvním zpuštění. Celkově lze konstatovat, že v porovnání s ostatními studiemi na rozdílných druzích ořechů bylo v tomto experimentu dosaženo ve většině případů nižších hodnot PV, což vypovídá o dobré kvalitě lískových ořechů, mandlí a hraničně i arašídů po ošetření na mikrovlnné lince firmy IBK Trade.





**Obrázek III** Statistické hodnocení rozdílů PV mezi ošetřenými (O) a neošetřenými (K) vzorky arašídů

## Závěr

Na základě experimentu zaměřeného na posouzení vlivu mikrovlnného záření na kvalitu suchých skořápkových plodů (arašídů, mandle a lískové ořechy) lze souhlasit s hypotézou, že při ošetření potravin mikrovlnným zářením dochází ke změně jejich stability vůči žluknutí. Stejně tak lze konstatovat, že primárně závisí rozsah těchto změn na ošetřované surovině, délce a intenzitě mikrovlnného ohřevu a sekundárně pak na podmínkách následného skladování.

Po ověření výsledků této práce lze využívat pro hygienizaci lískových ořechů a mandlí přednastavenou délkou (2 minuty) a intenzitu (4 x 2 kW) mikrovlnného ošetření na mikrovlnné lince IBK Trade. U arašídů byl zjištěn statisticky významný rozdíl v hodnotách PV ošetřených a neošetřených vzorků, přesto i zde lze nechat intenzitu i délku mikrovlnného ošetření na přednastavené úrovni, jelikož se stále jednalo o přijatelné hodnoty PV. Lze tedy konstatovat, že při předepsané intenzitě a délce ošetření za pomoci mikrovln si suroviny zachovaly přijatelnou kvalitu v nich obsažených olejů a to i při vyšších skladovacích teplotách, z čehož se dá usuzovat, že by jakost těchto výrobků měla být zachována po celou dobu šesti měsíců jejich skladování a prodeje až do data minimální trvanlivosti.

## Poděkování:

*Tato práce vznikla za podpory výzkumné infrastruktury METROFOOD CZ (MEYS Grant číslo : LM2023064).*

## Literatura

1. Aguilar-Reynosa A., Romani A., Rodríguez-Jasso R., Aguilar C.N., Garrote G., Ruiz H.A., Energy Convers. Manag., 2017, 136, 50-65.
2. Aljuhaimi F., Özcan M.M., J. Food Process. Preserv., 2018, 42, e13462.
3. Bhattacharya M., Basak T., Innov. Food Sci. Emerg. Technol., 2017, 39, 247-266.
4. ČSN EN ISO 3960, 2017, Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení peroxidového čísla - Jodometrické (vizuální) stanovení koncového bodu. Úřad pro technickou
5. Duduzile Buthelazi N.M., Tesfay S.Z., Ncama K., Magwaza L.S., Sci. Hortic., 2019, 247, 138-146.
6. Eke B.C., Jibiri N.N., Bede E.N., Anusionwu B.C., Orji C.E., Alisi C.S., J. Radiat. Res. Appl. Sci., 2017, 10, 148-151.
7. Fantino M., Bichard C., Mistretta F., Bellisle F., Appetite, 2020, 144, e104483.
8. Guo Q., Sun D.-W., Cheng J.-H., Han Z., Trends Food Sci. Technol., 2017, 67, 236-247.
9. Chandrasekaran S., Ramanathan S., Basak T., Food Res. Int., 2013, 52, 243-261.
10. Chizoba Ekezie F.G., Sun D.W., Han Z., Cheng J.H., Trends Food Sci. Technol. 2017, 67, 58-69.
11. Jayasena S., Koppelman S.J., Nayak B., Taylor S.L., Baumert J.L., Food Chem. 2019, 292, 32-38.

12. Jittrepotch N., Kongbangkerd T., Rojsuntornkitti K., Int. Food Res. J. 2010, 17, 173-179.
13. Mocciaro G., Bresciani L., Tsiountsioura M., Martini D., Mena P., Charron M., Brighenti F., Bentley S., Harvey M., Collins D., Del Rio D., Ray S., J. Funct. Foods 2019, 63 e103576.
14. Poogungploy P., Poomsa-ad N., Wiset L., J. Microw. Power Electromagn. Energy, 2018, 52, 60-72.
15. Raigar R.K., Upadhyay R., Mishra H.N., J. Food Sci. Technol. 2017, 54, 2145-2155.
16. Rothbauer M., Mikrovlnné polovodičové součástky a jejich použití, SNTL, Praha, 1985.
17. Smith A.L., Barringer S.A., J. Food Sci., 2014, 79, C1895-C1906.
18. Tang J., J. Food Sci. 2015, 80, E1776-E1793.
19. Uysal N., Sumnu G., Sahin S., J. Food Eng. 2009, 90, 255-261.
20. Vadivambal R., Jayas D.S., Biosyst. Eng. 2007, 98, 1-16.
21. Vrba J., Aplikace mikrovlnné techniky, České vysoké učení technické, Praha, 2001.
22. Yaylayan V.A., Kaminsky E., Food Chem., 1998, 63, 25-31.
23. Yin C., Bioresour. Technol., 2012, 120, 273-284.

## P15

### VÝSKYT NEŽÁDOUCÍCH HALOTOLERANTNÍCH BAKTERIÍ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

Šviráková E., Leová H. T., Ševčík R.

Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha

#### Úvod

Základním předpokladem moderní průmyslové výroby potravin je výroba zdravotně mikrobiologicky bezpečných a jakostních výrobků. Potravinářské výrobky by měly být prosté patogenních a podmíněně patogenních mikroorganismů, s minimálními počty technologicky rizikových mikroorganismů.

Za častou mikrobiální kontaminací potravinářských výrobků zejména masných, konzervářských a mlékárenských jsou často zodpovědné bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae*, konkrétně bakterie druhů *Escherichia coli* a *Klebsiella pneumoniae*<sup>1,2,3</sup>. Tyto bakterie vykazují, mimo jiné, i významné halotolerantní vlastnosti<sup>4,5,6</sup>. Chlorid sodný (NaCl) je v potravinářském průmyslu široce používán jako přísada k ochucení a konzervaci mnoha výrobků. Vysoké koncentrace NaCl (až 20,0 hm. %) významně snižují aktivitu vody a zvyšují osmotický tlak v prostředí, což vytváří fyziologický stres na přítomné bakterie, na základě čehož dochází k potlačení jejich růstu. Mezi bakterie odolné vůči vysokému osmotickému tlaku, které tolerují vyšší/vysoké koncentrace NaCl, patří právě i bakterie *E. coli* a *K. pneumoniae*. Jsou pro ně tedy typické významné halotolerantní vlastnosti<sup>7,6</sup>.

Bakterie *E. coli* jsou k NaCl tolerantní, a to často až do koncentrace 10,0 hm. %, přičemž u nich za těchto podmínek dochází spíše k redukci počtů buněk než k inhibici růstu. Tyto bakterie vyšší koncentrace NaCl, například 20,0 hm. % a více, již netolerují a za takových podmínek nerostou, neboť dochází k inhibici jejich růstu<sup>8,9</sup>.

Povrchy bakterií *K. pneumoniae* jsou chráněny polysacharidovými kapsulemi, které chrání buňky před negativními faktory prostředí, a to zejména vůči osmotickému stresu<sup>10</sup>. Klebsiely jsou tedy obecně halotolerantnější než bakterie *E. coli* a tolerují NaCl povětšinou až do koncentrace 15,0 hm. %<sup>11</sup>.

Problematika tolerance bakterií *E. coli* a *K. pneumoniae* k NaCl je významná z mnoha úhlů pohledu, zejména však z pohledu zajištění zdravotní mikrobiologické bezpečnosti a jakosti potravinářských výrobků s využitím účinných postupů při jejich eliminaci.

Cílem této práce je zjistit především toleranci potravinářsky nežádoucích bakterií *E. coli* a *K. pneumoniae* k různým přídávům NaCl (0–20 hm. %) s využitím laboratorního bioreaktoru RTS-8 (BioSan, LVA).



## Experimentální část

### Použité bakteriální kmeny

Pro experimenty bylo použito 8 bakteriálních kmenů *E. coli* a *K. pneumoniae*: 2 sbírkové kmeny (*E. coli* CCM 7395, *K. pneumoniae* CCM 8853) a 6 průmyslových izolovaných kmenů: *E. coli* (LEV 682/17, 687/17, 1456/17) a *K. pneumoniae* (LEV 700/17, LEV 1009/16, LEV 1022/17). Sbírkové kmeny byly získány z České sbírky mikroorganismů, Přírodovědecké fakulty Masarykovy university (Brno, CZE). Bakteriální izoláty byly získány z jedné české průmyslové výroby, z různých míst a surovin na solovnách. Izoláty byly následně identifikovány na úroveň druhu na Výzkumném ústavu veterinárního lékařství, v. v. i. (Brno, CZE) s využitím metody MALDI-TOF MS. Použité bakteriální kmeny byly (po zamrazení) uloženy ve Sběrce mikroorganismů na Ústavu konzervace potravin Vysoké školy chemicko-technologické v Praze (Praha, CZE) a jsou specifikovány v Tabulce I.

Tabulka I Použité bakteriální kmeny

Bakteriální kmen	Původ kmene
<i>Escherichia coli</i> CCM 7395	Potravinový vzorek, neznámý původ
<i>Escherichia coli</i> LEV 682/17	Solovna: kanál (pulzotyp EC-Xba-14)
<i>Escherichia coli</i> LEV 687/17	Solovna: stěna solné lázně, šum bílorůžový (pulzotyp EC-Xba-7)
<i>Escherichia coli</i> LEV 1456/17	Solovna: solný roztok v betonové vaně (pulzotyp EC-Xba-19)
<i>Klebsiella pneumoniae</i> CCM 8853	Kravské mléko, neznámý původ
<i>Klebsiella pneumoniae</i> LEV 700/17	Solovna: stěna solné lázně, šum růžový (pulzotyp KP-Xba-90)
<i>Klebsiella pneumoniae</i> LEV 1009/17	Solovna: solný roztok v betonové vaně (pulzotyp KP-Xba-91)
<i>Klebsiella pneumoniae</i> LEV 1022/17	Solovna: solný roztok v betonové vaně

### Kultivační podmínky testovaných bakterií

Bakterie *E. coli* a *K. pneumoniae* byly kultivovány v Trypton-sójovém bujónu (dále jen bujón TSB) (Merck KGaA, DEU) (inokulum 1,0 obj. %) během aerobních kultivací při teplotě 37 °C po dobu 20 h. Bakterie byly po skončení kultivací použity přímo pro další experimenty nebo uchovány v chladničce při teplotě 4 °C (ve zkumavkách).

### Stanovení počtu buněk testovaných bakterií

Pro stanovení počtu buněk bakterií *E. coli* a *K. pneumoniae* byla použita plotnová metoda<sup>12</sup>. Tomuto stanovení předcházela kultivace bakterií v bujónu TSB (viz odstavec „Kultivační podmínky testovaných bakterií“). Následovala aerobní kultivace bakterií v Trypton-sójovém agaru (dále jen agar TSA) (Merck KGaA, DEU) s využitím techniky přelivu (inokulum 1,0 ml) při teplotě 37 °C po dobu 72 h. Poté byly spočítány narostlé kolonie v agaru s využitím manuálního počítáče kolonií s akustickou kontrolou a byl proveden numerický výpočet počtů buněk.

### Stanovení tolerance testovaných bakterií k chloridu sodnému

U bakterií *E. coli* a *K. pneumoniae* byly uskutečněny testy tolerance k různým přídávům NaCl (0–20,0 hm. %, konkrétní koncentrace: 0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0; 11,0; 12,0; 13,0; 14,0; 15,0; 16,0; 17,0; 18,0; 19,0 a 20,0 hm. %) v bujónu TSB. Bujóny TSB s přídávky NaCl byly sterilovány v parním sterilizátoru při teplotě 121 °C po dobu 15 min za přetlaku 0,15 MPa<sup>12</sup>.







**Obrázek I** Laboratorní bioreaktor RTS-8 (BioSan, LVA)<sup>13</sup>; 8-kanálový přístroj vhodný pro déledobé kultivace bakterií, pracující na principu spektrofotometrické metody v módu měření optických hustot bakteriálních suspenzí v reálném čase probíhajících kultivací

Testy tolerance probíhaly na laboratorním bioreaktoru RTS-8 (BioSan, LVA) (viz Obrázek I), pracujícího na principu spektrofotometrické metody v módu měření optických hustot ( $\lambda_{600}$ ) bakteriálních suspenzí v reálném čase probíhajících kultivací. Sterilní bujóny TSB (10,0 ml) byly asepticky dávkovány do speciálních kultivačních sterilních zkumavek (BioSan, LVA) a zaočkovány konkrétními bakteriemi (inokulum 1,0 obj. %). Následovaly aerobní kultivace bakterií na bioreaktoru RTS-8 při teplotě 37 °C po individuální dobu (nejdéle až 156 h). Pracováno bylo vždy s 8 kmeny bakterií.

Ve vazbě na uskutečněné kultivace bakterií *E. coli* a *K. pneumoniae* na bioreaktoru RTS-8 jsou konkrétní faktory kultivace a jejich specifikace uvedeny v Tabulce II.

**Tabulka II** Faktory kultivace a jejich specifikace v souvislosti s kultivacemi bakterií *E. coli* a *K. pneumoniae* na laboratorním bioreaktoru RTS-8 (BioSan, LVA)

Faktor kultivace	Specifikace kultivace
Teplota kultivace	37 °C
Doba kultivace	Individuální (až 156 h)
Typ kultivace	Aerobní
Objem bakteriální suspenze ke kultivaci	10,0 ml
Inokulum bakteriální suspenze	1,0 obj. %
Typ míchání	Dynamický
Otáčky rotující zkumavky	2 000 min <sup>-1</sup>
Změna směru rotace zkumavky	1,0 s
Odečet optické hustoty	2,0 min
Měření přístroje při vlnové délce ( $\lambda$ )	850 ± 15 nm
Měření optické hustoty bakteriální suspenze při vlnové délce ( $\lambda$ )*	600 ± 15 nm

\* Při vyhodnocení naměřených dat představovaly hodnoty optických hustot bakteriálních suspenzí přepočítané hodnoty optických hustot v závislosti na kalibraci bioreaktoru RTS-8 (BioSan, LVA), která byla automaticky provedena pomocí externího spektrofotometru měřícího při vlnové délce 600 nm<sup>13</sup>

Toleranční profily testovaných bakterií v reálném čase kultivací byly zaznamenávány softwarem přístroje BioSan (LVA). Získané výsledky měření byly následně exportovány do formátu (.xls) (Microsoft Excel) a zpracovány. Testy tolerance byly uskutečněny na Ústavu konzervace potravin Vysoké školy chemicko-technologické v Praze (Praha, CZE).

### **Zamrazení a uchování testovaných bakterií**

Do Eppendorfových mikrozkušavek (o objemu 2,0 ml) byl pipetován 60% vodný roztok glycerolu (0,5 ml) (Penta, CZE). Mikrozkušavky s glycerolem byly sterilovány v parním sterilizátoru (Tuttnauer, NLD) při teplotě 121 °C po dobu 15 min za přetlaku 0,15 MPa<sup>12</sup>. Po vychladnutí byly ke glycerolu přidány suspenze čerstvě narostlých buněk konkrétních bakterií

(1,0 ml) s tím, že bakterie byly předtím aerobně kultivovány v bujónu TSB při teplotě 37 °C po dobu 20 h. Obsahy mikrozkušavek byly promíchány na vortexu a mikrozkušavky byly uloženy do mrazicího boxu na teplotu -20 °C. Zachování vitality buněk takto zamrazených bakterií bylo predikováno na dobu cca 2 let.

### **Výsledky**

#### **Růstová aktivita testovaných bakterií**

Kvantitativní výsledky růstové aktivity 8 testovaných bakterií *E. coli* a *K. pneumoniae* jsou uvedeny v Tabulce III. Výsledky představují průměr ze tří uskutečněných měření.

**Tabulka III** Růstová aktivita bakterií *E. coli* a *K. pneumoniae* – kvantitativní výsledky; aerobní kultivace bakterií v agaru TSA při teplotě 37 °C po 72 h

<b>Bakteriální kmen</b>	<b>Počet buněk bakterií (KTJ·ml<sup>-1</sup>)</b>
<i>Escherichia coli</i> CCM 7395	10 <sup>8</sup>
<i>Escherichia coli</i> LEV 682/17	10 <sup>8</sup>
<i>Escherichia coli</i> LEV 687/17	10 <sup>9</sup>
<i>Escherichia coli</i> LEV 1456/17	10 <sup>9</sup>
<i>Klebsiella pneumoniae</i> CCM 8853	10 <sup>8</sup>
<i>Klebsiella pneumoniae</i> LEV 700/17	10 <sup>8</sup>
<i>Klebsiella pneumoniae</i> LEV 1009/17	10 <sup>9</sup>
<i>Klebsiella pneumoniae</i> LEV 1022/17	10 <sup>9</sup>

Z výsledků uvedených v Tabulce III vyplývá, že bakterie *E. coli* a *K. pneumoniae* vykazovaly velmi dobrou růstovou aktivitu s tím, že v agaru TSA dosahovaly počtů buněk v rozmezí řádů 10<sup>8</sup>–10<sup>9</sup> KTJ·ml<sup>-1</sup>. Nejvyšších počtů buněk dosáhly dva kmeny *E. coli* (LEV 687/17 a LEV 1456/17), a také dva kmeny *K. pneumoniae* (LEV 1009/17 a LEV 1022/17), a to shodně v řádu 10<sup>9</sup> KTJ·ml<sup>-1</sup>.

#### **Tolerance testovaných bakterií k chloridu sodnému**

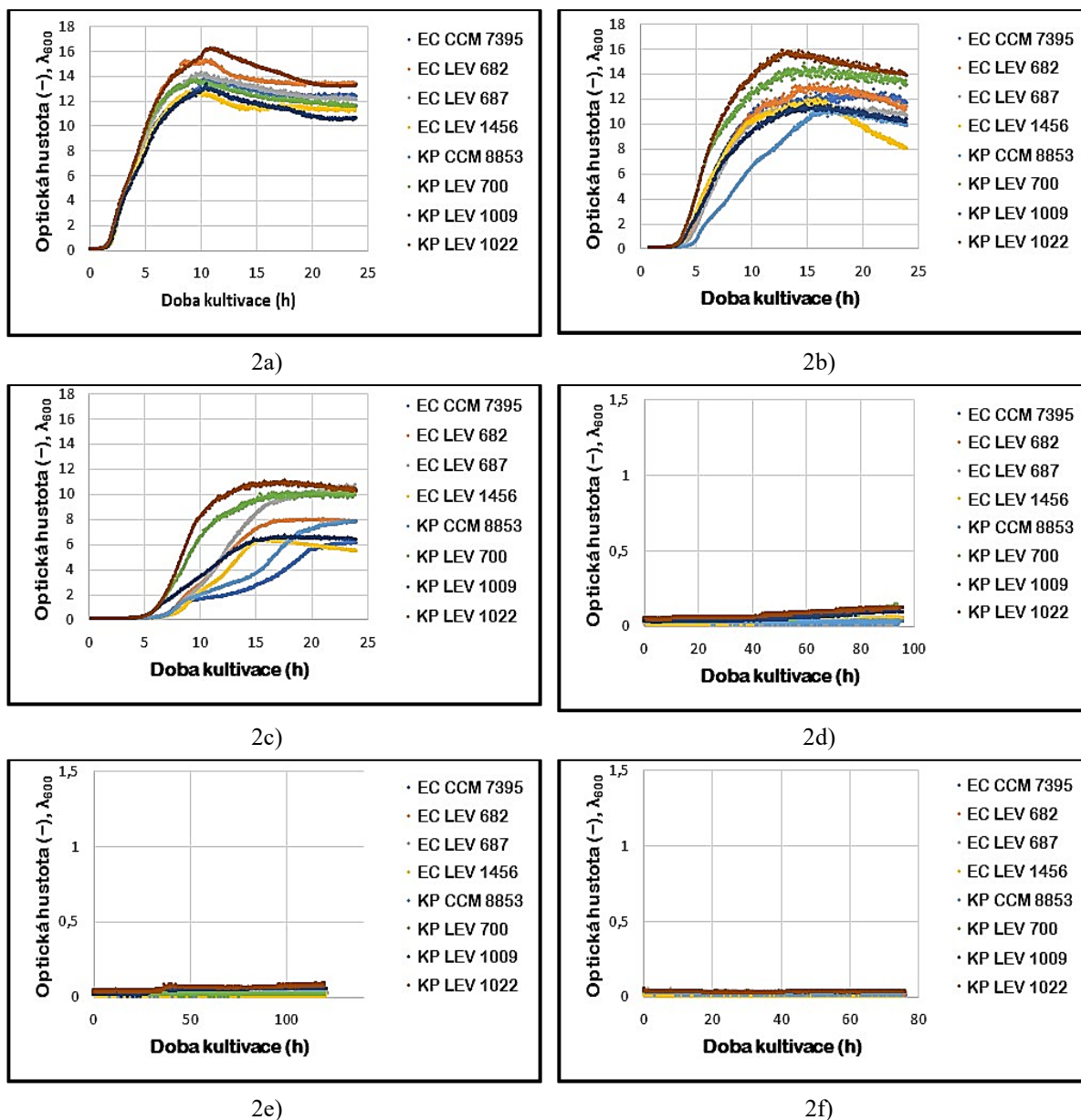
Výsledky tolerance 8 testovaných bakterií *E. coli* a *K. pneumoniae* k různým přídávům NaCl (0–20,0 hm. %) jsou uvedeny v Tabulce IV a na Obrázku II. Výsledky představují průměr ze dvou uskutečněných měření.



**Tabulka IV** Tolerance bakterií *E. coli* (EC) a *K. pneumoniae* (KP) k různým přídávům NaCl (0–20,0 hm. %) – kvalitativní výsledky; aerobní kultivace bakterií v bujónu TSB při teplotě 37 °C po individuální dobu

NaCl (hm. %)	Bakteriální kmen							
	EC CCM 7395	EC LEV 682/17	EC LEV 687/17	EC LEV 1456/17	KP CCM 8853	KP LEV 700/17	KP LEV 1009/17	LP LEV 1022/17
0	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
1,0	++	++	++	++	++	++	++	++
2,0	++ LF 0,75 h	++ LF 0,75 h	++ LF 0,50 h	++ LF 0,75 h	++ LF 1,00 h	++ LF 0,50 h	++ LF 0,75 h	++ LF 0,50 h
3,0	++ LF 1,00 h	++ LF 1,00 h	++ LF 1,00 h	++ LF 1,00 h	++ LF 1,00 h	++ LF 1,00 h	++ LF 1,00 h	++ LF 1,00 h
4,0	++ LF 2,00 h	++ LF 1,50 h	++ LF 1,50 h	++ LF 1,50 h	++ LF 1,50 h	++ LF 1,50 h	++ LF 1,50 h	++ LF 1,50 h
5,0	++ LF 3,00 h	++ LF 2,00 h	++ LF 2,00 h	++ LF 2,00 h	++ LF 2,00 h	++ LF 2,00 h	++ LF 2,00 h	++ LF 2,00 h
6,0	++ LF 4,00 h	++ LF 5,00 h	++ LF 3,00 h	++ LF 4,00 h	++ LF 3,00 h	++ LF 3,00 h	++ LF 3,00 h	++ LF 3,00 h
7,0	++ LF 6,00 h	++ LF 6,00 h	++ LF 6,00 h	++ LF 6,00 h	++ LF 6,00 h	++ LF 5,00 h	++ LF 4,00 h	++ LF 5,00 h
8,0	++ LF 8,00 h	++ LF 8,00 h	++ LF 8,00 h	++ LF 7,00 h	++ LF 8,00 h	++ LF 7,00 h	++ LF 5,00 h	++ LF 6,00 h
9,0	+ LF 11,00 h	+ LF 10,00 h	+ LF 9,00 h	+ LF 12,00 h	+ LF 13,00 h	+ LF 10,00 h	+ LF 9,00 h	++ LF 7,00 h
10,0	-	-	-	-	-	+ LF 20,00 h	+ LF 18,00 h	+ LF 15,00 h
11,0	-	-	-	-	-	-	+ LF 20,00 h	+ LF 20,00 h
12,0	-	-	-	-	-	-	+ LF 24,00 h	+ LF 26,00 h
13,0	-	-	-	-	-	-	+ LF 26,00 h	+ LF 31,00 h
14,0	-	-	-	-	-	-	+ LF 28,00 h	+ LF 32,00 h
15,0	-	-	-	-	-	-	+ LF 30,00 h	+ LF 33,00 h
16,0	-	-	-	-	-	-	+ LF 31,00 h	+ LF 34,00 h
17,0	-	-	-	-	-	-	+ LF 32,00 h	- LF 35,00 h
18,0	-	-	-	-	-	-	+ LF 33,00 h	-
19,0	-	-	-	-	-	-	+ LF 35,00 h	-
20,0	-	-	-	-	-	-	-	-

LF... doba lag fáze (h) testované bakterie, +++... vysoký nárůst bakterií (žádná lag fáze, vysoké hodnoty optických hustot), ++... střední nárůst bakterií (středně dlouhá lag fáze: 0–8 h, střední hodnoty optických hustot), +... slabý nárůst bakterií (dlouhá lag fáze: 9–35 h, nízké hodnoty optických hustot), -... žádný nárůst bakterií



**Obrázek II** Tolerance bakteriálních kmenů *E. coli* (EC) a *K. pneumoniae* (KP) k vybraným koncentracím NaCl (0; 3,0; 5,0; 10,0; 15,0 a 20,0 hm. %, 2a–2f); aerobní kultivace bakterií v bujónu TSB při 37 °C po individuální dobu

Z výsledků prezentovaných v Tabulce IV a na Obrázku II vyplývá, že pokud byly bakterie *E. coli* a *K. pneumoniae* kultivovány v bujónu TSB bez přídavku NaCl (0 hm. %) při teplotě 37 °C během 20 h, byly u nich zjištěny vysoké nárůsty bez lag fází. Konkrétně byly zjištěny vysoké optické hustoty suspenzí bakterií v rozmezí hodnot 10,0–16,0.

Během experimentů bylo konkrétně zjištěno, že bakterie *E. coli* tolerovaly přítomnost NaCl až do koncentrace 9,0 hm. % včetně. Nejvíce tolerantním byl zjištěn kmen *E. coli* CCM 7395, který toleroval NaCl o koncentraci 9,0 hm. % (+) včetně. Naopak, mezi nejméně tolerantní patřily kmeny *E. coli* (LEV 682/17, LEV 687/17, LEV 1456/17) tolerující NaCl do koncentrace 8,0 hm. % (+) včetně. Vyšší testované přídavky NaCl (10,0–20,0 hm. %) (tj. 10,0; 11,0; 12,0; 13,0; 14,0; 15,0; 16,0; 17,0; 18,0; 19,0 a 20,0 hm. %) již netolerovaly (–) žádné bakterie *E. coli*. Bakterie *K. pneumoniae* tolerovaly přítomnost NaCl až do koncentrace 18,0 hm. % včetně. Nejvíce tolerantním byl zjištěn kmen *K. pneumoniae* LEV 1009/17, který toleroval NaCl až do koncentrace 18,0 hm. % (+) včetně. Druhým nejvíce tolerantním kmenem byl zjištěn kmen

*K. pneumoniae* LEV 1022/17 tolerující NaCl do koncentrace 16,0 hm. % (+) včetně. Naopak, mezi nejméně tolerantní kmen patřil kmen *K. pneumoniae* CCM 8853, který toleroval NaCl do koncentrace 8,0 hm. % (+) včetně.

## Závěr

Na základě uskutečněných experimentů a zpracovaných výsledků bylo konstatováno, že všechny testované bakterie *E. coli* a *K. pneumoniae* rostly dobře v bujónu TSB (při teplotě 37 °C po dobu 20 h za aerobních podmínek), a že v agaru TSA (při teplotě 37 °C po dobu 72 h za aerobních podmínek) dosahovaly vysokých počtů buněk v rozmezí řádů 10<sup>8</sup>–10<sup>9</sup> KTJ·ml<sup>-1</sup>.

Dále bylo zjištěno, že bakterie *K. pneumoniae* vykazovaly k NaCl vyšší toleranci než bakterie *E. coli*. Ze skupiny bakterií *K. pneumoniae* byly zjištěny jako nejvíce tolerantní bakterie kmene *K. pneumoniae* LEV 1009/17, které tolerovaly NaCl až do koncentrace 18,0 hm. % (+) včetně. Ze skupiny bakterií *E. coli* byly zjištěny jako nejvíce tolerantní bakterie kmene *E. coli* CCM 7395, které tolerovaly NaCl až do koncentrace 9,0 hm. % (+) včetně.

Výsledky této práce mohou být využity v různých oblastech potravinářském průmyslu (zejména v průmyslu masném, konzervářském a mlékářském) při zvyšování zdravotní mikrobiologické bezpečnosti a jakosti potravinářských výrobků s využitím účinných postupů pro eliminaci nežádoucích bakterií *E. coli* a *K. pneumoniae* vykazujících významné halotolerantní vlastnosti.

## Poděkování

*Tato práce byla podpořena Ministerstvem zemědělství, Národní agenturou pro zemědělský výzkum, projektem QK1710156 (2017–2021, MZE/QK), v programu QK – Program aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017–2025 „ZEMĚ“, s dobou řešení projektu: 02/2017–12/2021.*

*Autoři příspěvku děkují Ing. Martinu Kuncovi (GeneProof a.s., CZE) za konzultační činnost stran laboratorního bioreaktoru RTS-8 (BioSan, LVA).*

## Literatura

1. Mulyana Y., Uenuma M., Okamoto N., Ishikawa Y., Yamashita I., Uraoka Y., J. Phys. D: Appl. Phys., 2018, 51, 115-122.
2. Junaid K., Ejaz H., Younas S., Alanazi A., Yasmeen H., Rehman A., Saudi J. Biol. Sci., 2022, 29, 3347-3353.
3. Yang S. Y., Yoon K. S., Foods, 2022, 11(7), 971-982.
4. Hingole S. S., Pathak A. P., Int. J. Innov. Biol. Res., 2016, 5(1), 5-9.
5. Al-Isawi A. J. O., Rhma M. I., Kanaan M. H. G., Plant Arch., 2020, 20(2), 1474-1477.
6. Gāliņa D., Radenkova V., Kvišis J., Valdovska A., Antibiotics, 2022, 11, 461-470.
7. Grant W. D., Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci., 2004, 29, 1249-1267.
8. Hrenovic J., Ivankovic T., EurAsian J. Biosci., 2009, 3, 144-151.
9. Ma Q., Xia L., Wu H., Zhuo M., Yang M., Zhang Y., Tan M., Zhao K., Sun Q., Xu Q., Chen N., Xie X., Biotechnol. Bioeng., 2022, 119, 89-101.
10. Sedjati S., Ambariyanto A., Trianto A., Ridlo A., Supriyantini E., Sabdono A., Radjasa O. K., Firmansyah T., Jordan J. Biol. Sci., 2022, 15(1), 107-113.
11. Jebur A., Kanaan M., Plant Arch., 2020, 20, 1474-1477.
12. ČSN EN ISO 7218, Český normalizační institut, 2008.
13. Bankovski V. RTS-8 and RTS-8 Plus, Multi-channel Bioreactors. World of Biotech – Innovatica, Catalogue 2021. 2023 [online]. [cit. 30. 6. 2023]. Dostupné z: [https://biosan.lv/media/certificates/catalog\\_2021\\_eng.pdf](https://biosan.lv/media/certificates/catalog_2021_eng.pdf)



## KONTAMINACE NEALKOHOLICKÝCH NÁPOJŮ NEŽÁDOUCÍMI ACIDOTOLERANTNÍMI OCTOVÝMI BAKTERIEMI

Šviráková E., Bendová M., Ševčík R.

Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha

### Úvod

Nealkoholické nápoje představují komoditu potravinářských výrobků, které jsou obecně zdravotně mikrobiologicky bezpečné a jakostní. Navzdory standardně funkčním systémům řízení jakosti se čas od času při jejich výrobě vyskytnou problémy s mikrobiální kontaminací. Jde o nežádoucí stav, ke kterému může docházet v nejrůznějších fázích výroby, počínaje opracováním vstupních surovin a konče skladováním nápojů, včetně transportu do tržní sítě<sup>1</sup>. V důsledku mikrobiální kontaminace nealkoholických nápojů dochází ke vzniku nežádoucích sensorických vad (změny chuti, vůně, textury), včetně případného bombážování obalů kvůli nadměrné produkci plynu<sup>2</sup>.

Nealkoholické nápoje představují výrobky s vysokou aktivitou vody, často bohaté na sacharidy, vitamíny a minerální látky, které vytvářejí vhodné prostředí pro růst mikroorganismů. Za zkažený nápoj se považuje takový, u kterého byl zjištěn počet kontaminujících mikroorganismů v rozmezí řádů  $10^5$ – $10^6$  KTJ·ml<sup>-1</sup> (cit. 3). Mikroorganismy kontaminující nealkoholické nápoje jsou často acidotolerantní (tolerují nízké hodnoty pH), které dokáží přežít i v prostředí s nízkým obsahem kyslíku a vysokým obsahem oxidu uhličitého. Nejčastěji dochází ke kontaminaci těchto nápojů acidotolerantními bakteriemi, kvasinkami a plísněmi. Z bakterií jde především o tzv. octové bakterie<sup>3</sup>, konkrétně o bakterie rodů *Asaia*, *Gluconacetobacter*, *Gluconobacter*, *Komagataeibacter*, *Kozakia* či jiné<sup>2</sup>. Mezi základní metabolické produkty octových bakterií patří: kyselina octová (ocet), kyselina glukonová, kyselina sorbová, bakteriální celulóza či jiné exopolysacharidy (EPS)<sup>4</sup>.

Kyselina octová představuje slabou organickou kyselinu, která vykazuje vysoce toxický účinek na většinu mikroorganismů, včetně bakterií. Toxický účinek je zapříčiněn její disociací uvnitř buněk, což způsobuje kromě jiného snížení pH uvnitř buněk a porušení metabolismu aniontů. Koncentrace vyšší než 5,0 g·l<sup>-1</sup> způsobuje inhibici růstu i metabolismu většiny běžných bakterií. V potravinářství je proto kyselina octová používána jako účinná konzervační látka. Její použitelnost je však omezena výskytem bakterií vykazujících k ní vysokou toleranci, které se podílejí na časté kontaminaci a kažení potravin a nápojů<sup>5,6</sup>. Octové bakterie vykazující vysokou toleranci vůči kyselině octové a tato vlastnost je kmenově specifická. Např. bakteriální kmeny tradičně používané při výrobě octa tolerují vyšší koncentrace kyseliny octové než je tomu u jiných kmenů octových bakterií<sup>4</sup>.

Cílem této práce je především zjistit toleranci 9 nežádoucích octových bakterií k různým přídávům kyseliny octové (0–1,50 obj. %) s využitím potenciálu laboratorního bioreaktoru RTS-1C (BioSan, LVA).

### Experimentální část

#### *Použité bakteriální kmeny*

Pro experimenty bylo použito 9 bakteriálních kmenů octových bakterií. Konkrétně šlo o jeden kmen *Gluconacetobacter liquefaciens* CCM 3621<sup>T</sup>, dva kmeny *Komagataeibacter* spp. (*Komag. hansenii* CCM 1808 a *Komag. xylinus* CCM 3611<sup>T</sup>, dříve řazené do rodu *Gluconacetobacter*), pět kmenů *Gluconobacter* spp. (*Gln. albidus* CCM 2365<sup>T</sup>, *Gln. cerinus*



CCM 1792, *Gln. cerinus* CCM 1860<sup>T</sup>, *Gln. oxydans* CCM 1772 a *Gln. oxydans* CCM 3618) a jeden kmen *Kozakia baliensis* CCM 7137<sup>T</sup>. Sbírkové kmeny byly získány z České sbírky mikroorganismů, Přírodovědecké fakulty Masarykovy university (Brno, CZE). Kmeny byly následně uloženy ve Sbírce mikroorganismů na Ústavu konzervace potravin Vysoké školy chemicko-technologické v Praze (Praha, CZE) a jsou specifikovány v Tabulce I.

**Tabulka I:** Použité bakteriální kmeny

Bakteriální kmen	Původ kmene
<i>Komagataeibacter hansenii</i> CCM 1808	Ocet
<i>Gluconacetobacter liquefaciens</i> CCM 3621 <sup>T</sup>	Sušené kaki (JPN)
<i>Komagataeibacter xylinus</i> CCM 3611 <sup>T</sup>	Paříž (FRN)
<i>Gluconobacter albidus</i> CCM 2365 <sup>T</sup>	Jiřina sp. ( <i>Dahlia coccinea</i> )
<i>Gluconobacter cerinus</i> CCM 1792	Nespecifikováno
<i>Gluconobacter cerinus</i> CCM 1806 <sup>T</sup>	Muškat vzpřímený ( <i>Pelargonium zonale</i> )
<i>Gluconobacter oxydans</i> CCM 1772	Nespecifikováno
<i>Gluconobacter oxydans</i> CCM 3618	Hroznové víno
<i>Kozakia baliensis</i> CCM 7137 <sup>T</sup>	Palmový cukr

### ***Kultivační podmínky octových bakterií***

Octové bakterie byly kultivovány v Sabouraudově bujónu s glukózou (4,0 hm. %) (Merck KGaA, DEU) (dále jen bujón SB) (inokulum 1,0 obj. %) během aerobních kultivací při teplotě 25 °C po dobu 48 h (platilo pro *Gluconacetobacter* sp. a *Komagataeibacter* spp.) nebo při teplotě 30 °C po dobu 48 h (platilo pro *Gluconobacter* spp. a *Kozakia* sp.). Bakterie byly po skončení kultivací použity přímo pro další experimenty nebo uchovány v chladničce při teplotě 4 °C (ve zkumavkách).

### ***Stanovení růstové aktivity octových bakterií***

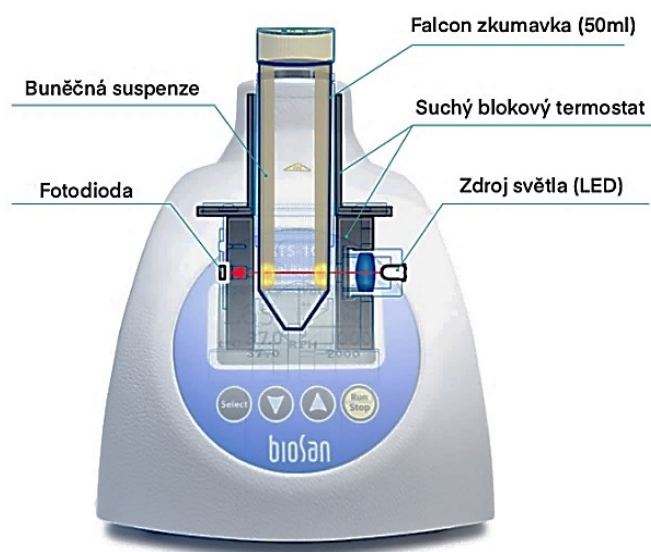
Stanovení růstové aktivity testovaných bakterií, konkrétně stanovení jejich počtů, bylo provedeno pomocí plotnové metody<sup>7</sup>. Tomuto stanovení předcházela kultivace bakterií v bujónu SB (viz odstavec „Kultivační podmínky octových bakterií“). Suspenze bakterií o vhodně zvoleném desítkovém ředění byly očkovány (inokulum 100 µl) na povrchy Sabouraudova agar s glukózou (4,0 hm. %) (Merck KGaA, DEU) (dále jen agar SA) v Petriho miskách, s využitím techniky roztěru. Následovaly aerobní kultivace bakterií při teplotě 25 °C (platilo pro *Komagataeibacter* spp. a *Gluconacetobacter* sp.) nebo 30 °C (platilo pro *Gluconobacter* spp. a *Kozakia* sp.) po dobu 72 h. Po skončení kultivací byly na površích agaru SA spočítány narostlé kolonie s využitím manuálního počítáče kolonií s akustickou kontrolou a byl proveden numerický výpočet počtů bakterií. Výsledky byly vyjádřeny jako počet jednotek tvořících kolonii (KTJ) v 1 ml testované suspenze bakterií<sup>7</sup>.

### ***Stanovení tolerance octových bakterií ke kyselině octové***

U octových bakterií byly uskutečněny testy tolerance k různým přídávům kyseliny octové (0–1,50 hm. %, konkrétní koncentrace: 0; 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 a 1,50 obj. %) v bujónu SB. Bujóny SB s přídávky kyseliny octové byly sterilovány v parním sterilizátoru (Tuttnauer, NLD) při teplotě 121 °C po dobu 15 min za přetlaku 0,15 MPa<sup>7</sup>.







**Obrázek I** Laboratorní bioreaktor RTS-1C (BioSan, LVA)<sup>8</sup>; jednocanálový přístroj vhodný pro déleodobé kultivace bakterií, pracující na principu spektrofotometrické metody v módu měření optické hustoty bakteriální suspenze v reálném čase probíhající kultivací (upraveno)

Testy tolerance probíhaly na laboratorním bioreaktoru RTS-1C (BioSan, LVA) (viz Obrázek I), pracujícího na principu spektrofotometrické metody v módu měření optické hustoty ( $\lambda_{850}$ ) bakteriální suspenze v reálném čase probíhající kultivace. Sterilní bujóny SB (10,0 ml) byly asepticky dávkovány do speciálních kultivačních sterilních zkumavek (BioSan, LVA) a zaočkovány konkrétní bakterií (inokulum 1,0 obj. %). Následovaly aerobní kultivace bakterií na bioreaktorech RTS-1C při teplotě 25 °C nebo 30 °C po dobu 72 h. K měřením bylo využito 7 jednocanálových bioreaktorů.

Ve vazbě na uskutečněné kultivace octových bakterií na bioreaktoru RTS-1C jsou konkrétní faktory kultivace a jejich specifikace uvedeny v Tabulce II.

**Tabulka II** Faktory kultivace a jejich specifikace v souvislosti s kultivacemi octových bakterií na laboratorním bioreaktoru RTS-1C (BioSan, LVA)

Faktor kultivace	Specifikace kultivace
Teplota kultivace	25 °C nebo 30 °C
Doba kultivace	Individuální (72 h)
Typ kultivace	Aerobní
Objem bakteriální suspenze ke kultivaci	10,0 ml
Inokulum bakteriální suspenze	1,0 obj. %
Typ míchání	Dynamický
Otáčky rotující zkumavky	2 000 min <sup>-1</sup>
Změna směru rotace zkumavky	1,0 s
Odečet optické hustoty	2,0 min
Měření přístroje při vlnové délce ( $\lambda$ )	850 ± 15 nm

Toleranční profily testovaných bakterií v reálném čase kultivací byly zaznamenávány softwarem přístroje BioSan (LVA). Získané výsledky měření byly následně exportovány do formátu (.xls) (Microsoft Excel) a zpracovány. Testy tolerance byly uskutečněny na Ústavu konzervace potravin Vysoké školy chemicko-technologické v Praze (Praha, CZE).

### **Zamrazení a uchování octových bakterií**

Do Eppendorfových mikrozkušavek (o objemu 2,0 ml) byl pipetován 60% vodný roztok glycerolu (0,5 ml) (Penta, CZE). Mikrozkušavky s glycerolem byly sterilovány v parním sterilizátoru (Tuttnauer, NLD) při teplotě 121 °C po dobu 15 min za přetlaku 0,15 MPa<sup>7</sup>. Po vychladnutí byly ke glycerolu přidány suspenze čerstvě narostlých octových bakterií (1,0 ml) s tím, že bakterie byly předtím aerobně kultivovány v bujónu SB při teplotě 25 °C (platilo pro *Gluconacetobacter* sp. a *Komagataeibacter* spp.) nebo 30 °C (platilo pro *Gluconobacter* spp. a *Kozakia* sp.) během aerobních kultivací po dobu 48 h. Obsahy mikrozkušavek byly promíchány na vortexu a mikrozkušavky byly uloženy do mrazicího boxu na teplotu -20 °C. Zachování vitality buněk takto zamrazených bakterií bylo predikováno na dobu cca 2 let.

## **Výsledky**

### **Růstová aktivita octových bakterií**

Kvantitativní výsledky růstové aktivity 9 testovaných octových bakterií jsou uvedeny v Tabulce III. Výsledky představují průměr ze tří uskutečněných měření.

**Tabulka III** Růstová aktivita octových bakterií – kvantitativní výsledky; aerobní kultivace bakterií na agaru SA při teplotě 25 °C (*Komagataeibacter* spp. a *Gluconacetobacter* sp.) nebo 30 °C (*Gluconobacter* spp. a *Kozakia* sp.) po dobu 72 h

<b>Bakteriální kmen</b>	<b>Počet buněk bakterií (KTJ·ml<sup>-1</sup>)</b>
<i>Komagataeibacter hansenii</i> CCM 1808	7,9 · 10 <sup>6</sup>
<i>Gluconacetobacter liquefaciens</i> CCM 362 <sup>T</sup>	3,3 · 10 <sup>6</sup>
<i>Komagataeibacter xylinus</i> CCM 3611 <sup>T</sup>	2,1 · 10 <sup>8</sup>
<i>Gluconobacter albidus</i> CCM 2365 <sup>T</sup>	2,0 · 10 <sup>6</sup>
<i>Gluconobacter cerinus</i> CCM 1792	6,2 · 10 <sup>6</sup>
<i>Gluconobacter cerinus</i> CCM 1806 <sup>T</sup>	1,3 · 10 <sup>7</sup>
<i>Gluconobacter oxydans</i> CCM 1772	2,4 · 10 <sup>7</sup>
<i>Gluconobacter oxydans</i> CCM 3618	1,9 · 10 <sup>7</sup>
<i>Kozakia baliensis</i> CCM 7137 <sup>T</sup>	7,8 · 10 <sup>6</sup>

Z výsledků uvedených v Tabulce III vyplývá, že octové bakterie vykazovaly dobrou růstovou aktivitu s tím, že na agaru SA dosahovaly počtů bakterií v rozmezí řádů 10<sup>6</sup>-10<sup>8</sup> KTJ·ml<sup>-1</sup>. Nejvyšších počtů bakterií dosáhl kmen *Komag. xylinus* CCM 3611<sup>T</sup>, a to v řádu 10<sup>8</sup> KTJ·ml<sup>-1</sup>. Naopak, nejnižší počty bakterií byly zjištěny u 5 následujících kmenů: *Komag. hansenii* CCM 1808, *Gla. liquefaciens* CCM 362<sup>T</sup>, *Gln. albidus* CCM 2365<sup>T</sup>, *Gln. cerinus* CCM 1792 a *Koz. baliensis* CCM 7137<sup>T</sup>, a to shodně v řádu 10<sup>6</sup> KTJ·ml<sup>-1</sup>.



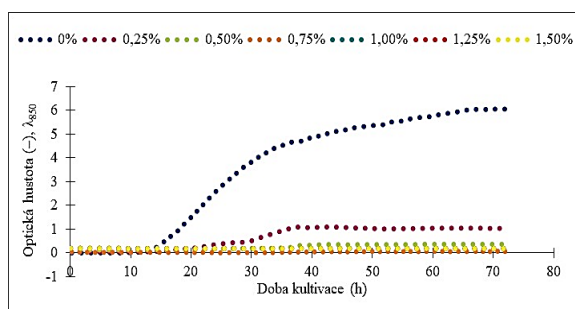
## Tolerance octových bakterií ke kyselině octové

Výsledky tolerance 9 testovaných octových bakterií k různým přídávčkům kyseliny octové (0–1,50 obj. %) jsou uvedeny v Tabulce IV a na Obrázku 2. Výsledky představují průměr ze dvou skutečných měření.

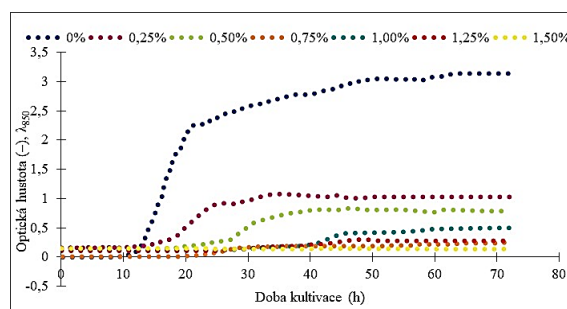
**Tabulka IV** Tolerance octových bakterií ke kyselině octové (0–1,50 obj. %) s využitím laboratorního bioreaktoru RTS-1C (BioSan, LVA); aerobní kultivace bakterií v bujónu SB při teplotě 25 °C (*Komagataeibacter* spp. a *Gluconacetobacter* sp.) nebo 30 °C (*Gluconobacter* spp. a *Kozakia* sp.) po dobu 72 h

Bakteriální kmen	Kyselina octová (obj. %)						
	0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
<i>Komagataeibacter hansenii</i> CCM 1808	+	+	+	+	–	–	–
	LF 10 h	LF 13 h	LF 19 h	LF 33 h			
<i>Gluconacetobacter liquefaciens</i> CCM 3621 <sup>T</sup>	+	+	+	+	+	+	–
	LF 9 h	LF 10 h	LF 15 h	LF 20 h	LF 25 h	LF 26 h	
<i>Komagataeibacter xylinus</i> CCM 3611 <sup>T</sup>	+	+	+	+	–	–	–
	LF 12 h	LF 13 h	LF 19 h	LF 30 h			
<i>Gluconobacter albidus</i> CCM 2365 <sup>T</sup>	++	++	+	+	+	+	–
	LF 6 h	LF 7 h	LF 11 h	LF 13 h	LF 24 h	LF 35 h	
<i>Gluconobacter cerinus</i> CCM 1792	++	++	+	+	+	–	–
	LF 8 h	LF 8 h	LF 14 h	LF 14 h	LF 28 h		
<i>Gluconobacter cerinus</i> CCM 1806 <sup>T</sup>	++	+	+	+	–	–	–
	LF 7 h	LF 13 h	LF 16 h	LF 30 h			
<i>Gluconobacter oxydans</i> CCM 1772	++	+	+	+	–	–	–
	LF 7 h	LF 11 h	LF 18 h	LF 33 h			
<i>Gluconobacter oxydans</i> CCM 3618	++	++	+	+	–	–	–
	LF 8 h	LF 8 h	LF 26 h	LF 34 h			
<i>Kozakia baliensis</i> CCM 7137 <sup>T</sup>	++	+	+	+	+	+	–
	LF 7 h	LF 9 h	LF 10 h	LF 15 h	LF 35 h	LF 45 h	

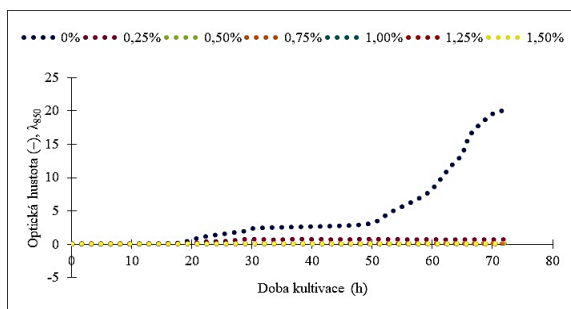
LF... doba lag fáze (h) testovaných bakterií, ++... střední nárůst bakterií (středně dlouhá lag fáze: 0–8 h, střední hodnoty optických hustot), +... slabý nárůst bakterií (dlouhá lag fáze: 9–45 h, nízké hodnoty optických hustot), –... žádný nárůst bakterií



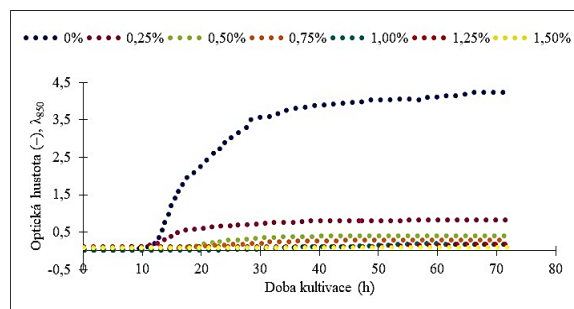
2a) *Komagataeibacter hansenii* CCM 1808



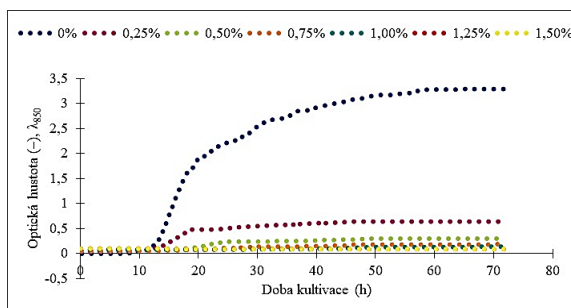
2b) *Gluconacetobacter liquefaciens* CCM 3621<sup>T</sup>



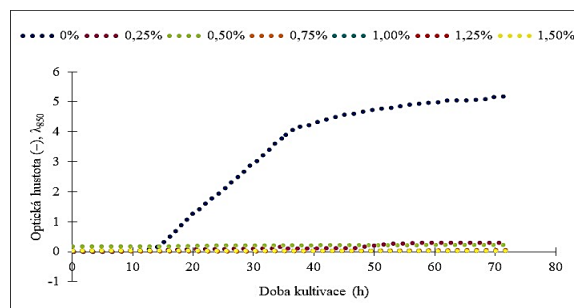
2c) *Komagataeibacter xylinus* CCM 3611<sup>T</sup>



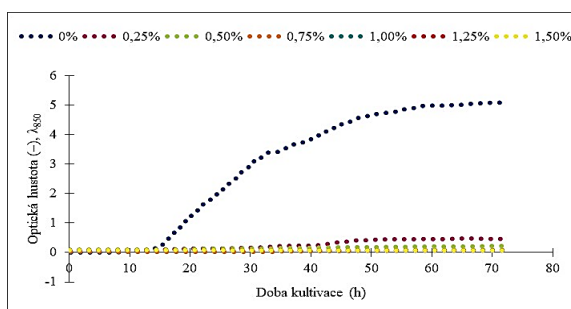
2d) *Gluconobacter albidus* CCM 2365<sup>T</sup>



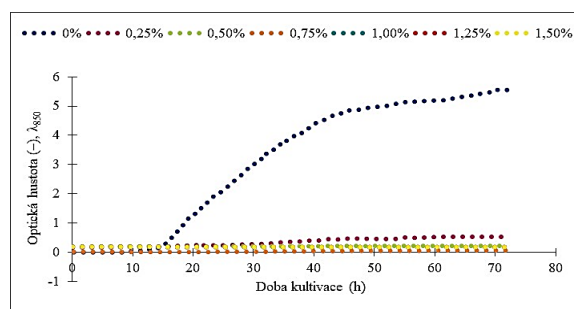
2e) *Gluconobacter cerinus* CCM 1792



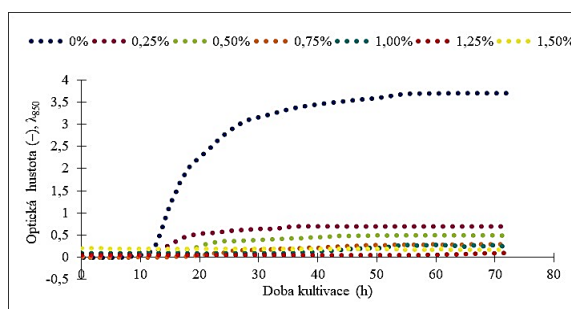
2f) *Gluconobacter cerinus* CCM 1806<sup>T</sup>



2g) *Gluconobacter oxydans* CCM 1772



2h) *Gluconobacter oxydans* CCM 3618



2i) *Kozakia baliensis* CCM 7137<sup>T</sup>

**Obrázek II** Tolerance octových bakterií ke kyselině octové (0–1,50 obj. %, 2a–2i) s využitím laboratorního bioreaktoru RTS-1C (BioSan, LVA); aerobní kultivace bakterií v bujónu SB při teplotě 25 °C (*Gluconacetobacter* sp. a *Komagataeibacter* spp.) nebo 30 °C (*Gluconobacter* spp. a *Kozakia* sp.) po dobu 72h

Z výsledků prezentovaných v Tabulce IV a na Obrázku II vyplývá, že testované octové bakterie tolerovaly kyselinu octovou do koncentrace 1,25 obj. % včetně, a že u nich byly zaznamenány různě dlouhé lag fáze růstu (0–45 h). Mezi bakterie, které vykazovaly nejvyšší toleranci ke kyselině octové (o koncentraci 1,25 obj. % včetně, +) patřily tři jejich kmeny: *Gla. liquefaciens* CCM 3621<sup>T</sup>, *Gln. albidus* CCM 2365<sup>T</sup> a *Koz. baliensis* CCM 7137<sup>T</sup>. Naopak, mezi bakterie, které vykazovaly nejnižší toleranci ke kyselině octové (o koncentraci 0,75 obj. % včetně, +) patřilo 5 jejich kmenů: *Gln. cerinus* CCM 1806<sup>T</sup>, *Gln. oxydans* CCM 1772,

*Gln. oxydans* CCM 3618, *Komag. hansenii* CCM 1808 a *Komag. xylinus* CCM 3611<sup>T</sup>. Žádné bakterie netolerovaly kyselinu octovou o nejvyšší testované koncentraci (1,50 obj. % včetně, -).

## Závěr

Na základě uskutečněných experimentů bylo zjištěno, že testované octové bakterie rostly dobře v/na Sabouraudově bujónu/agaru s glukózou (4,0 hm. %) (dále jen bujón SB/agar SA) při teplotě 25 °C nebo 30 °C v závislosti na kmeni po dobu 48 h (platilo pro bujón SB) či 72 h (platilo pro agar SA) během aerobních kultivací. Kmeny dosahovaly na agaru SA počtů bakterií v rozmezí řádů 10<sup>6</sup>–10<sup>8</sup> KJTJ·ml<sup>-1</sup>.

Bakterie byly podrobeny testům tolerance k různým přídávům kyseliny octové (0-1,50 obj. %), a to v bujónu SB při teplotě 25 °C nebo 30 °C po dobu 72 h aerobních kultivací, realizovaných

na laboratorním bioreaktoru RTS-1C (BioSan, LVA). Mezi kmeny, které vykazovaly nejvyšší toleranci ke kyselině octové (1,25 obj. % včetně, +), patřily: *Gla. liquefaciens* CCM 3621<sup>T</sup>, *Gln. albidus* CCM 2365<sup>T</sup> a *Koz. baliensis* CCM 7137<sup>T</sup>. Naopak mezi kmeny, které vykazovaly nejnižší toleranci ke kyselině octové (0,75 obj. % včetně, +) patřily: *Gln. cerinus* CCM 1806<sup>T</sup>, *Gln. oxydans* CCM 1772, *Gln. oxydans* CCM 3618, *Komag. hansenii* CCM 1808 a *Komag. xylinus* CCM 3611<sup>T</sup>.

Výsledky této práce mohou být využitelné v nápojářském průmyslu zejména při průmyslové výrobě nealkoholických nápojů. Ve výrobnách mohou napomoci v hygienických plánech při cílené eliminaci nežádoucích octových bakterií s požadavkem zabezpečit požadovanou zdravotní mikrobiologickou bezpečnost a jakost nealkoholických nápojů, s využitím účinných systémů řízení jakosti. U nežádoucích kontaminujících octových bakterií by měl být brán zřetel především na jejich vysokou toleranci ke kyselině octové, která představuje kmenově specifickou vlastnost.

## Poděkování

*Tato práce byla podpořena Ministerstvem zemědělství, Národní agenturou pro zemědělský výzkum, projektem QK1710156 (2017–2021, MZE/QK), v programu QK – Program aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017–2025 „ZEMĚ“, s dobou řešení projektu: 02/2017–12/2021.*

*Autoři příspěvku děkují Ing. Martinu Kuncovi (GeneProof a.s., CZE) za konzultační činnost stran laboratorního bioreaktoru RTS-1C (BioSan, LVA).*

## Literatura

1. Lemos Junior W. J. F., Reis L. P., De Oliveira V. S., Lopes L. O., Pereira K. S., Food Control, 2019, 100, 329-334.
2. Shankar V., Mahboob S., Al-Ghanim K. A., Ahmed Z., Al-Mulhm N., Govindarajan M., J. King Saud Univ. Sci., 2021, 33 (2), 101-3647.
3. Stratford M., Vallières C., Geoghegan I. A., Archer D. B., Avery S. V., ASM Journals, 2020, 5 (3), 2379-5042.
4. Gomes R. J., de Fatima Borges M., de Freitas Rosa M., Castro-Gómez R. J. H., Spinosa W. A., Food Technol. Biotechnol., 2018, 56 (2), 139-151.
5. Trček J., Mira N. P., Jarboe L. R., Appl. Microbiol. Biotechnol., 2015, 99 (15), 6215-6229.
6. Qiu X., Zhang Y., Hong H., AMB Express, 2021, 11 (1), 29-44.
7. ČSN EN ISO 7218, Český normalizační institut, 2008.
8. Bankovski V. RTS-1 and RTS-1C, Personal bioreactors. World of Biotech – Innovatica, Catalogue 2021. 2023 [online]. [cit. 30. června 2023]. Dostupné z: [https://biosan.lv/media/certificates/catalog\\_2021\\_eng.pdf](https://biosan.lv/media/certificates/catalog_2021_eng.pdf)



## NUTRIČNÍ A SENZORICKÉ HODNOCENÍ MAKOVÝCH NÁPOJŮ

Nakonechna K., Bartáková M., Ilko V., Doležal M.

Ústav analýzy potravin a výživy, VŠCHT Praha

## Úvod

Rostlinné alternativy mléka mají rozdílné složení makroživin nejen oproti mléku, ale také se velmi liší vzájemně mezi sebou. Obecně platí, že rostlinné nápoje nejsou kompletní výživovou náhradou kravského mléka a je nutné nahradit nutriční nedostatky. Zároveň je nutné zmínit vstřebatelnost vitaminů a minerálních látek (Chalupa-Krebzdak *et al.*, 2017), která je u rostlinných nápojů z důvodu obsahu antinutričních látek výrazně nižší (Hamid *et al.*, 2017).

Pro českou kuchyni je mák tradiční surovinou, navíc s nejvyšším podílem vápníku z rostlinných materiálů. Přichází tedy v úvahu, aby se zde výroba makových nápojů jako alternativ mléka zvýšila na úkor nápojů z ostatních rostlinných zdrojů. Ačkoliv mák obsahuje nejvíce vápníku ze všech rostlinných zdrojů, a dokonce je ho až 10x více než v kravském mléku (Sabolová, 2020), tak při přepočtu na obsah v připraveném makovém nápoji se hodnoty pohybují v rozmezí 60-65 % obsahu vápníku v mléce.

Cílem této práce je podat nutriční a sensorické hodnocení připravených makových nápojů. V semenech máku byl stanoven obsah tuku a následně zastoupení mastných kyselin, obsah bílkovin a vápníku. U připravených makových nápojů byla také pomocí reometru měřena viskozita a byl hodnocen vztah mezi viskozitou a stupněm esterifikace pektinu. Cílem sensorické analýzy bylo optimalizovat obsah sušiny, sladidel a upravit viskozitu použitím různých směsí stabilizátorů a pektinu.

## Experimentální část

Analyzovány byly celkem 4 vzorky: mák bělosemenný (AGRA GROUP a.s.), mák modrý (AGRA GROUP a.s.), za studena lisovaný makový olej – Ze Stodoly, Václav Novák, ČR a makový nápoj BIO-MEK – Elephants SK, s.r.o. zakoupené na českém trhu.

### **Stanovení obsahu tuku podle Soxhleta**

Bylo naváženo 2-5 g vzorků rozemletého máku bělosemenného a modrého, každá odrůda máku byla stanovována dvakrát. Analyzované vzorky byly vysušeny přidávkem bezvodého síranu sodného a převedeny do papírových patron a utěsněny vatou. Poté byly patrony přemístěny do Soxhletova extraktoru, ke kterému byly připevněny předem zvážené 250 ml varné baňky s varnými kamínky, poté bylo do extraktoru přidáno 200 ml petroletheru. Vzorky byly extrahovány 9 hodin a po ukončení extrakce bylo rozpouštědlo odpařeno na vakuové odparce při 35 °C. Poté byla baňka umístěna do sušárny, kde byla zahřívána 30 min a poté vychladlá zvážena pro stanovení obsahu tuku v semenech máku.

### **Stanovení obsahu tuku pomocí extrakce kapalina-kapalina (LLE)**

Bylo odměřeno 25 ml vzorku a následně převedeno do 500 ml dělicí nálevky. Do nálevky bylo přidáno 20 ml ethanolu a 40 ml směsi diethylether:petrolether (1:1, v/v) a 2 ml nasyceného roztoku šťavelanu draselného. Obsah nálevky byl 15 minut třepán a následně nechán v klidu do ustálení fází, horní organické, dolní vodné. Spodní vodná fáze byla vypuštěna do druhé dělicí nálevky. K ní bylo přidáno 10 ml ethanolu a 20 ml směsi diethylether:petrolether (1:1, v/v). Obsah byl 5 minut protřepáván a po ustálení byla spodní vodná fáze vypuštěna do odpadu a vrchní organická vrácena zpět do původní nálevky. Spojený extrakt byl 2x přečišťován, a to přidáním 5 ml destilované vody a 5 ml ethanolu, třepáním směsi po dobu 5 minut a následným



vypuštěním spodní vodné vrstvy do odpadu. Extrakt lipidů byl zbaven rozpouštědla pomocí rotační vakuové odparky.

### **Stanovení složení mastných kyselin metodou GC/FID**

Pro přípravu vzorku byl pro každý vzorek využit jeho příslušný tuk extrahovaný při Soxhletově extrakci. Mastné kyseliny byly stanoveny metodou plynové chromatografie na přístroji Agilent 6890N (Agilent Technologies, USA) s plamenově-ionizačním detektorem a kapilární kolonou Supelco SP 2560 (100 m x 0,25 mm x 0,2 μm, Supelco, USA) ve formě methylesterů mastných kyselin. Obsah mastných kyselin byl vyhodnocen jako procentuální zastoupení plochy píku daného methylesteru mastné kyseliny v chromatogramu k celkové ploše všech methylesterů.

### **Stanovení hrubých bílkovin**

Obsah bílkovin v ovesných nápojích byl stanovován pomocí Kjeldahlovy metody s následnou zpětnou titrací. Obsah celkového dusíku ve vzorcích byl následně přepočten na obsah hrubé bílkoviny násobením faktorem 6,25.

### **Metoda stanovení vápníku**

Obsah vápníku byl stanoven pomocí plamenové AAS. Stanovení probíhalo u každého vzorku ve 2 paralelních měřeních.

### **Senzorická analýza**

Senzorická analýza byla provedena v senzorické laboratoři VŠCHT Praha, která je vybavena podle mezinárodní normy ČSN ISO 8589. Analýzy se zúčastnilo 10-15 zaškolených hodnotitelů. Postup všech senzorických analýz byl v souladu s mezinárodními ISO normami. Hodnotitelé byli vybráni, vyškoleni a monitorováni podle mezinárodní normy ČSN EN ISO 8586 (560037) Senzorická analýza – Obecná směrnice pro výběr, výcvik a sledování činnosti vybraných posuzovatelů a odborných senzorických posuzovatelů, ČSN ISO 5496 Senzorická analýza – Metodologie – Zasloučení do problematiky a výcvik posuzovatelů při zjišťování a rozlišování pachů a ČSN ISO 3972 (560039) Senzorická analýza – Metodologie – Metoda zkoumání citlivosti chuti. Hodnoceny byly vlastnosti připravených makových nápojů společně s nápojem zakoupeným v české tržní síti. Cílem přípravy a hodnocení makových nápojů bylo optimalizovat obsah sušiny, množství cukru a použití stabilizátorů.

Deskriptory hodnocení byly (od 0 do 100): příjemnost vzhledu, příjemnost vůně, intenzita vůně, příjemnost chuti, intenzita sladké chuti, intenzita hořké chuti, intenzita slané chuti, intenzita makové chuti, viskozita, příjemnost konzistence. Pro celkové hodnocení byla použita pětibodová strukturovaná stupnice: 1 – vynikající, 2 – velmi dobrý, 3 – dobrý, 4 – ještě přijatelný, 5 – nepřijatelný.

### **Výsledky a diskuse**

Výsledky stanovení obsahu tuku ve vzorcích bělosemenného a modrého máku metodou dle Soxhleta a makovém nápoji BIO-MEK metodou extrakce kapalina-kapalina jsou uvedeny v Tabulce I. V literatuře (Soucí *et al.*, 2016) je uveden obsah tuku v semenech máku v rozmezí 40,8-44,6 g/100 g máku, což odpovídá stanovenému obsahu v modrém máku.

**Tabulka I** Stanovený obsah tuku (g/100 g)

<b>Modrý mák</b>	43,41 ± 1,22
<b>Bělosemenný mák</b>	47,87 ± 0,34
<b>Makový nápoj BIO-MEK</b>	1,02 ± 0,03



Obsah tuku pro bělosemenné odrůdy zde uveden není, avšak podle analýz provedených ÚKZÚZ (Zehnálek, 2016) je množství tuku v bělosemenných odrůdách máku pěstovaném na území ČR vyšší než u modrosemenných, čemuž také odpovídá stanovená hodnota 47,9 % hm. Deklarovaný obsah tuku makového nápoje byl 1,31 g/100 ml a stanovené množství  $1,02 \pm 0,03$  g/100 ml.

V Tabulce II je uveden profil mastných kyselin ze získaného oleje. Z nasycených mastných kyselin byla nejvíce obsažena kyselina palmitová 8,97- 9,35 % a stearová 2,00-2,34 %. Celkový podíl nasycených mastných kyselin ve vzorcích se pohyboval mezi 11,4-11,8 %. Z nenasyčených mastných kyselin mají nejvyšší zastoupení kyselina linolová 66,26-72,81 % a kyselina olejová 13,24-19,72 %. Obecně mezi odrůdami modrého a bělosemenného máku nejsou v profilu mastných kyselin významné rozdíly, pouze u bělosemenných odrůd je patrný vyšší obsah kyseliny linolové na úkor kyseliny olejové (Zehnálek, 2016). Oproti tomu profil mastných kyselin uvedený ve Food Composition and Nutrition Tables (Souci, 2016) se mírně liší, zde je uvedený obsah kyseliny olejové nižší (11 %) také na úkor vyššího obsahu kyseliny linolové a celkový profil je tedy více podobný profilu oleje z máku bělosemenného. V knize však není uvedeno, o jakou odrůdu máku se jedná, ani místo pěstování, které také může ovlivnit jednotlivá zastoupení mastných kyselin.

**Tabulka II** Zastoupení skupin mastných kyselin (jako % celkových mastných kyselin) ve vzorcích

		mák modrý	mák bílý	makový olej	makový nápoj BIO-MEK
<b>Nasyčené MK celkem</b>	Σ SFA	11,40	11,63	11,81	11,56
<b>Monoenové MK celkem</b>	Σ MUFA	18,45	15,62	14,66	21,40
<b>Polyenové MK celkem</b>	Σ PUFA	70,05	72,64	73,45	66,96
<b>Trans isomery MK celkem</b>	Σ TFA	0,10	0,11	0,08	0,08
<b>Omega-6 MK celkem</b>	Σ omega-6	69,27	71,93	72,81	66,26
<b>Omega-3 MK celkem</b>	Σ omega-3	0,78	0,70	0,60	0,66

V Tabulce III jsou uvedeny stanovené hodnoty pro obsah bílkovin v máku modrém a bělosemenném. Tyto hodnoty korespondují s hodnotami uvedenými ve studii Özcana *et al.*, 2006, avšak ve studii Eklunda *et al.*, 1975 jsou hodnoty pro obsah bělosemenného máku mírně vyšší (27 %).

**Tabulka III** Stanovený obsah bílkovin (g/100 g)

<b>Modrý mák</b>	22,32 ± 0,22
<b>Bělosemenný mák</b>	24,34 ± 0,24

Stanovený obsah vápníku je uveden v Tabulce IV. Hodnoty uváděné USDA pro obsah vápníku v makových semenech (1320-1560 mg/100 g) korespondují se stanovenými hodnotami. Yılmaz a Emir, 2017 ve své studii uvádějí, že bělosemenné odrůdy máku obsahují vyšší množství vápníku oproti odrůdám máku modrého, což také potvrzují naměřené hodnoty.

**Tabulka IV** Stanovený obsah vápníku (mg/100 g)

<b>Modrý mák</b>	1448
<b>Bělosemenný mák</b>	1550



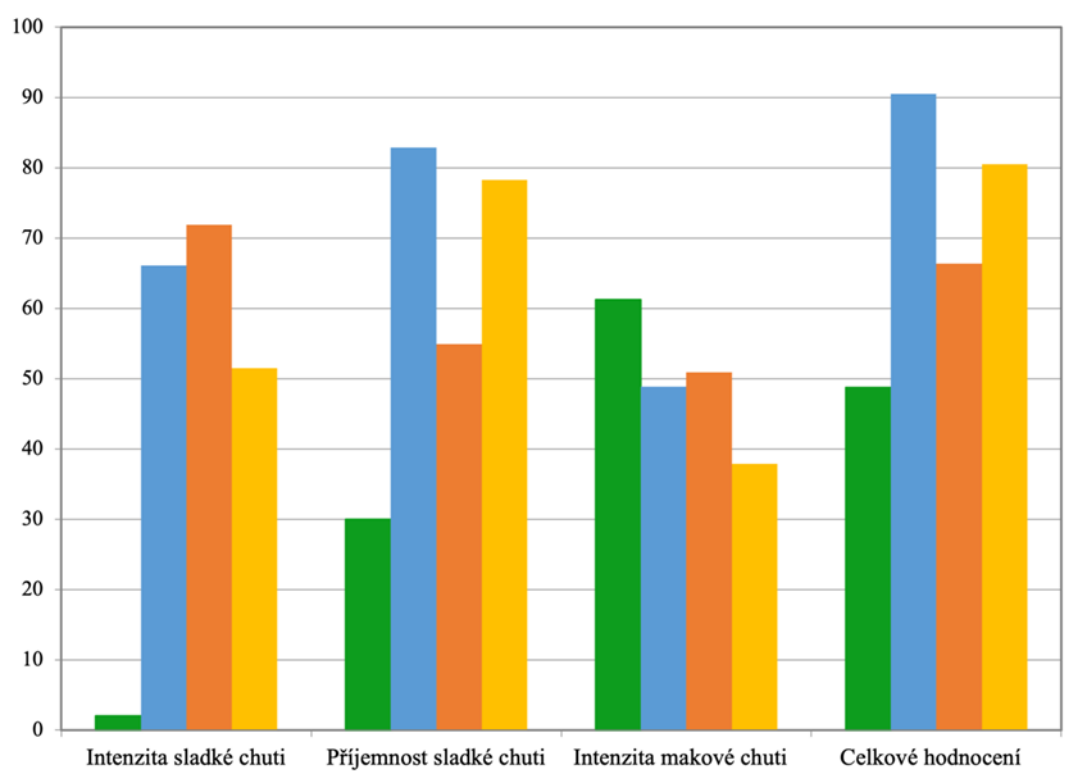


Během senzorických analýz uvedených níže byl stanoven optimální obsah sušiny, cukru i byl proveden výběr stabilizátoru tak, aby se makový nápoj svou viskozitou přibližoval mléku kravskému a aby viskozita byla vnímána jako příjemná.

Stanovení optimálního množství sušiny proběhlo hodnocením nápojů s 3, 5, 7 a 10 % hm. sušiny. Nejlépe byl hodnocen nápoj s 5 % hm., jelikož víceprocentní množství hodnotitelé udávali jako více hořké, které po napití škrábe v krku. Naopak nápoj s 3 % hm. sušiny byl hodnocen jako velmi řídký a vodový, bez plnosti chuti.

Při přípravě nápojů s přídavkem 3, 5 a 7 % hm. sacharosu byl v celkovém hodnocení nejlepší nápoj s 3 % hm. cukru, kde byla i nejvíce znatelná chuť maková.

Pro další porovnání byly hodnoceny nápoje z bílého máku s přídavkem 3 % hm. sacharosu, stévie s odpovídající sladivostí, vanilinovým cukrem a bez přídavku sladidel. Intenzita sladké chuti je nejvíce výrazná u nápoje oslazeného stévií (viz Obrázek I), avšak v příjemnosti sladké chuti byl tento nápoj hodnocený hůře než nápoje s cukrem/vanilinovým cukrem. Nejlépe hodnoceným byl nápoj s přídavkem vanilinového cukru, který byl hodnocen jako nápoj s jemnou makovou chutí i vůní, velmi nízkou hořkostí a příjemným lehce vanilkovým aroma.

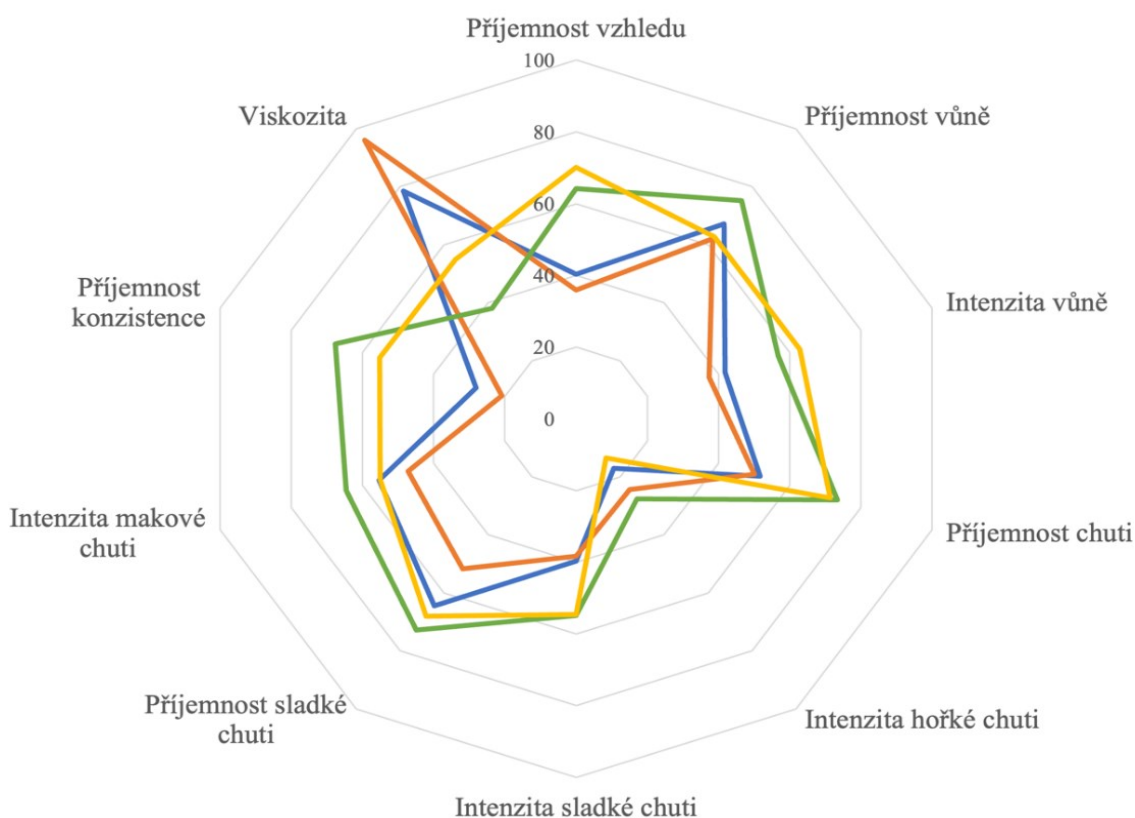


**Obrázek I** Vybrané hodnocené parametry nápojů z bílého máku s přídavky sladidel: ■ – bez přídavku sladidel, ■ – s vanilinovým cukrem, ■ – s přídavkem stévie, ■ – s přídavkem sacharosu

Stanovení optimální viskozity s použitím stabilizátorů bylo provedeno nejprve s přídavky různých směsí stabilizátorů a poté s přídavky pektinů o různém stupni esterifikace a přidaném množství. Pořadová zkouška byla vyhodnocena pomocí ANOVA – post hoc analýzou. Nejlépe byl hodnocen nápoj s přídavkem Spreadmix XA 034-N (směs xanthanu a karagenanu) a Grindsted CH 305 (karagenan standardizován s dextrózou, pektin standardizován s cukrem a KCl). Naopak nejhůře byl hodnocen nápoj bez přídavku stabilizátoru, který byl respondenty hodnocen jako příliš řídký a sedimentoval a dále také nápoj s přídavkem stabilizátoru Hamulsion ODL (směs karubinu), který měl hustotu výrazně vyšší než optimum a obsahoval klky. Ze senzorického profilu vyplývá, že největší rozdíly jsou ve viskozitě a s ní spojené

příjemnosti vzhledu. Viditelná je také nižší intenzita hořké chuti u nápoje s Hamulsion ODL, která je spojena s nižší intenzitou vůně a vyšší viskozitou nápoje.

Při senzoričké analýze makových nápojů (viz Obr. II) s přidavkem rozdílného množství pektinu (DE = 33-37) byl jasně viditelný trend, kdy se stoupajícím množstvím pektinu viskozita stoupá. Nejlépe hodnocená příjemnost konzistence však byla u nápoje nejméně – s přidavkem 0,05 % hm. Stejně tak byla u řidších nápojů lépe hodnocena příjemnost i intenzita vůně. Další hodnocení nápojů proběhlo po přidavku stejného množství pektinu (0,05 % hm.), avšak s různými stupni esterifikace. Rozdíly v hodnocených parametrech nebyly statisticky významné, nicméně můžeme pozorovat trend řádnutí nápoje s přidavkem pektinu s rostoucím stupněm esterifikace.

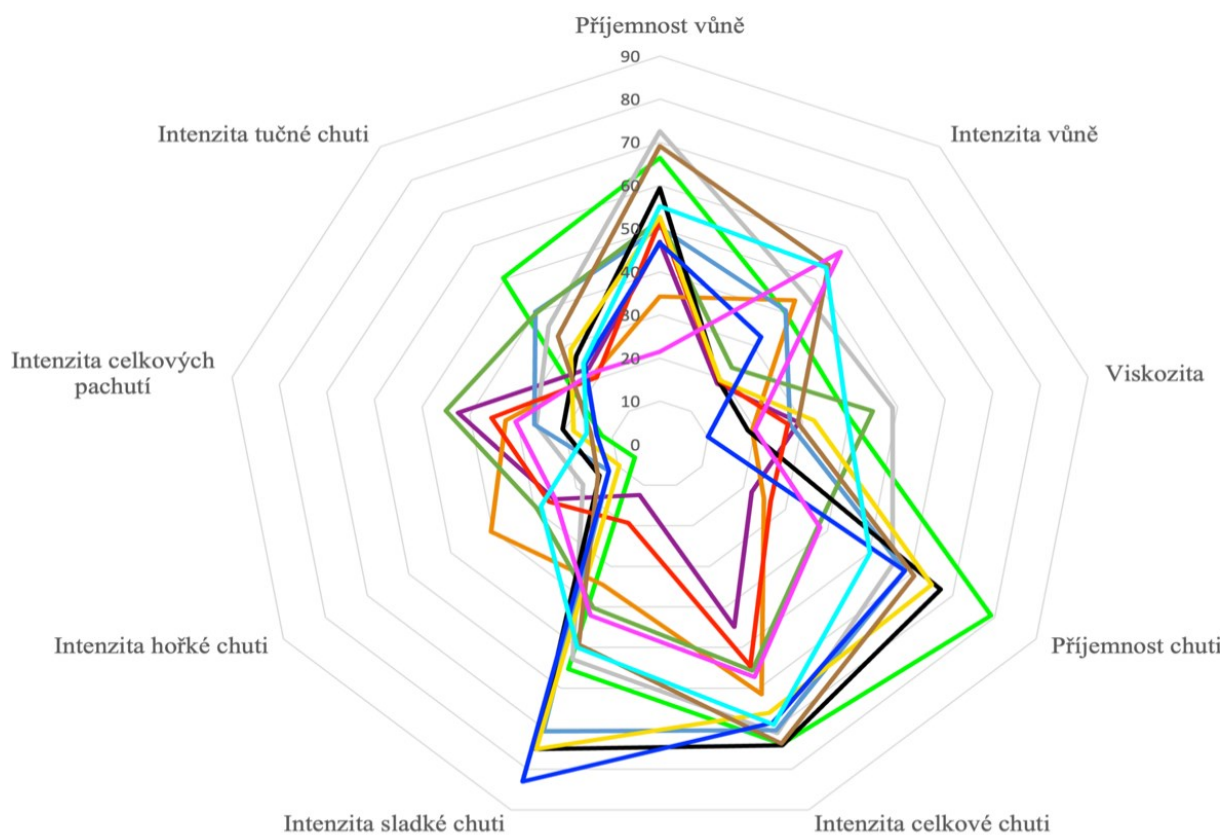


**Obrázek II** Senzorický profil makových nápojů s přidavkem pektinu DE = 33-37: — 0,20 %, — 0,30 %, — 0,05 %, — 0,10 %

Dále byl porovnáván makový nápoj zakoupený v tržní síti BIO-MEK s nápoji připravenými. Výsledný senzoričkový profil byl vyneseno do grafu (viz Obr. III). Koupený nápoj byl hodnocen jako nejméně, kde nebyla příliš znatelná maková chuť, pouze jeho vůně. To může být způsobeno tím, že koupený makový nápoj neobsahuje semena máku, ale pouze makový olej, který má silné makové aroma. Hůře byl také hodnocen parametr příjemnosti sladké chuti, protože jak už bylo zjištěno v předchozí analýze, nápoje oslazené stévií nejsou příliš kladně hodnoceny. Celkově byl nejlépe hodnocen nápoj připravený z bělosemenného máku, kde byla mimo makové chuti také lehce oříšková chuť, která je pro semena bělosemenného máku typická. Oproti nápoji z máku modrého tento tolik nesedimentoval a rozemleté částice v nápoji tolik nedráždily v krku. Výrazná maková chuť i vůně u nápoje z modrého máku se projeví i na intenzitě hořké chuti.

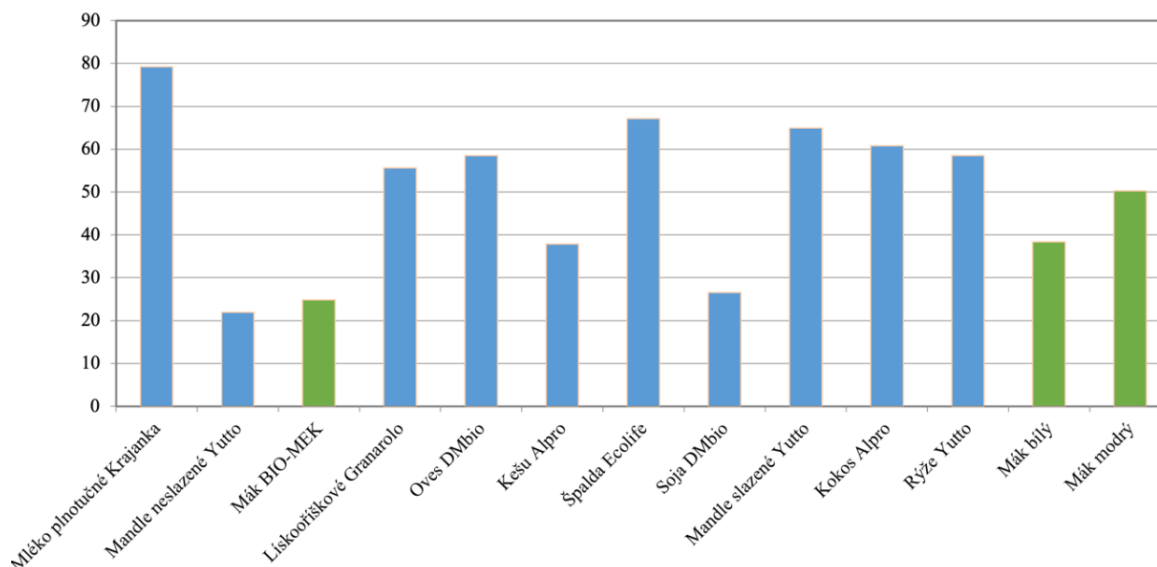
Senzoričkový profil různých rostlinných nápojů zakoupených v české tržní síti společně s 2 připravenými makovými nápoji je uveden na Obrázku III. Připravené nápoje byly hodnoceny s vysokou intenzitou vůně, avšak příjemnost vůně nápoje z bílého máku byla

hodnocena jako nízká. Důvodem mohl být přídavek makového oleje, který měl podle hodnotitelů obilnou a sennou pachut'. Připravené nápoje mají viskozitou srovnatelnou s ostatními rostlinnými nápoji na trhu.



**Obrázek III** Sensorický profil rostlinných nápojů: — Mléko plnotučné Krajanka, — Oves dmBio, — Mandle slazené Yutto, — Mák modrý, — Mandle neslazené Yutto, — Kešu Alpro, — Kokos Alpro, — Mák BIO-MEK, — Špalda Ecolife, — Rýže Yutto, — Lískooříškové Granarolo, — Soja dmBio, — Mák bílý

Z Obrázku IV zase vyplývá, že příjemnost chuti je u připravených nápojů lehce pod průměrem. Při celkovém hodnocení všech rostlinných nápojů, dosáhl nejlepšího výsledku Špaldový nápoj Ecolife BIO. Jeho chuť byla dostatečně intenzivní a příjemně sladká, i když neobsahoval žádné přidané sladidlo.



**Obrázek IV** Senzorické hodnocení – příjemnost chuti

Důvodem je, že špaldové a další obilné nápoje mají relativně vysoký obsah cukrů a sladkou chuť, i když přirozeně cukry příliš neobsahují a není na jejich obale uveden přírůstek cukrů. Je to způsobeno tím, že se do nápojů v průběhu výroby přidávají enzymy, které štěpí zde bohatě obsažený škrob na kratší dextriny a posléze na jednodušší mono- a disacharidy, jako jsou glukosa nebo isomaltosa. Dle FDA by však mělo být použití enzymů při výrobě těchto nápojů deklarováno jako přidané cukry. Naopak nejhůře byl hodnocen Yutto BIO mandlový slazený nápoj. Od respondentů získal nejhorší hodnocení příjemnosti chuti.

## Závěr

Spotřeba rostlinných nápojů se každoročně zvyšuje a vzhledem k rostoucímu zájmu o veganskou stravu a potravinářské produkty, se očekává, že se bude dále rozvíjet trh s rostlinnými alternativami mléka a budou se vyrábět nové druhy a chutě. Jelikož se u nás žádné makové nápoje nevyrábí a Česká republika je velmi v pěstování máku, tak bylo cílem připravit nápoje, které doplní stávající nabídku.

Makový olej je bohatý na esenciální mastné kyseliny, konkrétně omega-6 kyselinu linolovou (70 %). Je velmi dobře stravitelný a obsahuje velké množství vitamínu E. Stanovený obsah bílkovin se pohyboval v rozmezí 22,3 - 24,3 g/100 g. Obsah tuku i bílkovin je mírně vyšší u bělosemenné odrůdy máku. Potravina s nejvyšším obsahem vápníku v rostlinné řiši je právě mák, to dokazuje i stanovený obsah vápníku 1448-1550 mg/100 g. Ačkoliv mák obsahuje nejvíce vápníku ze všech rostlinných zdrojů, a dokonce je ho až 10x více než v kravském mléku, tak při přepočtu na obsah v připraveném makovém nápoji se hodnoty pohybují v rozmezí 60-65 % obsahu vápníku v mléce. Z hlediska energetické hodnoty dosahuje připravený makový nápoj zhruba 1,5x nižších hodnot než mléko kravské, a to zhruba 38 kcal/100 ml. K sensorickému hodnocení rostlinných nápojů byly analyzovány 2 makové nápoje připravené podle předchozích analýz. Nápoj z modrého máku byl připraven s obsahem sušiny 5 % hm., přírůstkem cukru 3 % hm. a přírůstkem pektinu 0,05 % hm. o DE = 33-37. Nápoj z máku bělosemenného byl připraven obdobně s modifikací, kdy pro 5% hm. obsah sušiny byly využity 2 % hm. jako navážka máku a 3 % hm. ve formě makového oleje. Přírůstek sacharosy a pektinu byl shodný s nápojem z máku modrého. Viskozitou a příjemností chuti tyto nápoje nevybočují ze škály komerčních rostlinných nápojů.

## Poděkování

*Tato práce byla realizována za podpory projektu Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. A1\_FPBT\_2023\_002.*



## Literatura

1. Chalupa-Krebdak S., Long C. J., Bohrer B. M., *Int. Dairy J.*, 2018, 87, 84–92. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2018.07.018>.
2. Hamid H., Thakur N., Kumar P., *Agric. Intl.* 2017, 4, 56. Dostupné z: <https://doi.org/10.5958/2454-8634.2017.00013.4>.
3. Sabolová M., *Výživa a potraviny*, 2020, 1.
4. Souci S. W., Fachmann W., Kraut H., *Food Composition and Nutrition Tables*, 8.; MedPharm Scientific Publishers: Stuttgart, 2016.
5. Zehnálek P., *Výživa a potraviny*, 2016, 5.
6. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1924/2006 o výživových a zdravotních tvrzeních při označování potravin ze dne 20. prosince 2006.
7. Musa Özcan M., Atalay Ç., *Grasas y Aceites* 2006, 57 (2), 169–174. Dostupné z <https://doi.org/10.3989/gya.2006.v57.i2.33>.
8. Eklund A., Ågren G., *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 1975, 52 (6), 188–190.
9. Yilmaz E., Emir D. D., *Qual. Assur. Saf. Crops Foods*, 2017, 9 (2), 141–151.

## P9

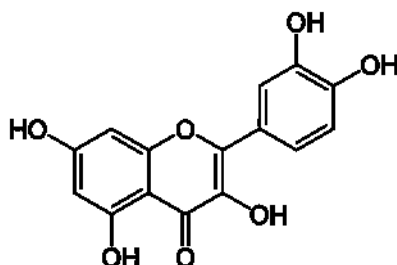
### VYUŽITÍ ROSTLINNÝCH EXTRAKTŮ PŘI VÝROBĚ MASNÝCH VÝROBKŮ

Hruška F., Beňo F., Ševčík R.

Ústav konzervace potravin, VŠCHT Praha

#### Úvod

Údržnost masných výrobků je založena na praktické aplikaci překážkového efektu. Pro většinu masných výrobků je klíčové tepelné ošetření, které je pro tepelně opracované masné výrobky stanoveno Vyhláškou 69/2016 Sb. na účinek odpovídající minimálně + 70 °C po dobu 10 min. Pro zpomalení nežádoucích mikrobiálních a oxidačních změn masných výrobků jsou využívány běžně dostupné konzervační látky. Navzdory odborným názorům nejsou konvenční přídatné látky vnímány spotřebiteli jako bezpečné. Rostlinné extrakty nabízejí alternativu pro dosažení požadované údržnosti bez nutnosti uvádění společensky nepřijímaných složek na obalech masných výrobků. Mezi antioxidačně aktivní látky rostlin využitelných v masných výrobcích patří vitaminy ( tokoferoly, kyselina askorbová), fenolové sloučeniny (kyseliny chlorogenová, kávová, ferulová, p-koumarová, galová, rozmarýnová, karnasová a karnosol a sesamol), flavanoidy (anthokyany, katechiny, kvercetin, rutin, myricetin, kaempferol, chrysin) a další sloučeniny (lykopen, β-karoten, karnosin, zeaxantin, chlorofyl). Flavanoid s antioxidační aktivitou extrahovaný ze slupek cibule je znázorněn na Obrázku 1.

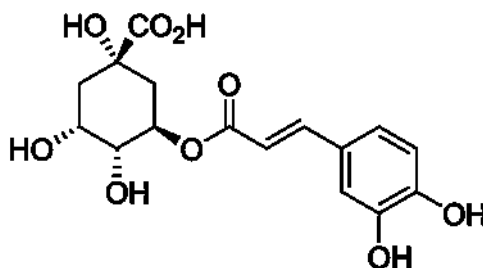


**Obrázek 1** Kvercetin – flavanoid s antioxidační aktivitou extrahovaný ze slupky cibule

Mezi antimikrobiální látky nalezené v rostlinných extraktech patří fenolové sloučeniny (kyselina galová, kávová, chlorogenová), flavanoidy (chrysin), taniny (trísloviny), stibeny (resveratrol), chinony (naphthazarin) a kumaríny (umbeliferon). Inhibiční účinek rostlinných



extraktů je silnější vůči grampozitivním bakteriím (*S. aureus*, *L. monocytogenes*, *B. subtilis*) v porovnání s účinkem vůči gramnegativním bakteriím (*E. coli*, *S. Choleraesuis*, *Ps. aeruginosa*). Struktura jedné z antimikrobiálních sloučenin extrahovaných z kávové sedliny je znázorněna na Obrázku 2.



**Obrázek 2** Kyselina chlorogenová – fenolová sloučenina s antimikrobiální aktivitou extrahovaná z kávové sedliny

### Experimentální část

V rámci této práce bylo testováno 5 komerčních rostlinných extraktů, které lze využít pro prodloužení trvanlivosti masných výrobků. Nejprve byla analyzována schopnost inhibovat růst bakterie *Listeria innocua* v tekutém mediu. Pro detekci bylo využito měření optické hustoty společně s plotnovou metodou. Za účelem stanovení chování rostlinných extraktů za reálných podmínek, byly extrakty aplikovány do modelového masného výrobku (jemný salám). V průběhu 5 týdnů dlouhého skladovacího pokusu bylo každý týden provedeno 5 stanovení zaměřených na bezpečnost a kvalitu připravených výrobků. Mezi tyto analýzy patřilo stanovení celkového počtu mikroorganismů, stanovení thiobarbiturového čísla, stanovení barvy, stanovení aktivity vody a hodnocení textury.

#### *Testování extraktů v tekutém mediu*

Pro sledování optické hustoty v čase byl využit bioreaktor RTS-1C (Biosan). Každý extrakt byl sledován při třech různých teplotách (5, 10, 20 °C) po dobu přibližně jednoho týdne (168 h). Do centrifugační zkumavky o objemu 50 ml byl nadávkován zkoumaný extrakt, 1 ml inokula (*L. innocua*) a bujón TSB na finální objem 15 ml. Pro každou teplotu v každém týdnu byl připraven slepý vzorek bez obsahu extraktu. Rotace zkumavek byla nastavena na hodnotu 2000 otáček/min se změnou otáčení 1 s. Optická hustota byla zaznamenána každých 5 min při vlnové délce 850 nm.

#### *Použité extrakty a receptura pro modelový masný výrobek*

Složení jednotlivých extraktů (označení A-E) bylo zjištěno z příslušných specifikací o produktech a je uvedeno v Tabulce 1. Modelový masný výrobek byl připraven z HZV (37,5 %), VLII (10,0 %). VVbk (41,0 %), černého pepře, muškátového ořechu, ledu (22,0 %) a dusitanové solící směsi (2 %). Celkem bylo vyrobeno 62 kusů salámů: 10 kusů salámů (cca 0,5 kg/ks) pro každý testovaný extrakt a 12 kontrolních vzorků bez přídavku rostlinných extraktů. Připravené salámy byly tepelně opracovány v konvektomatu s nastavenou výdrží 70 °C po dobu 10 min v jádře výrobku. Následně byly chlazeny 25 minut proudem studené vody. Do 3. týdne byly vzorky skladovány při teplotě 4 °C a následně byly přesunuty do lednice s teplotou 10 °C.

**Tabulka 1** Specifikace rostlinných extraktů (výrobce Hydrosol GmbH)

Označení	Název	Složení	Dávkování (g/kg)	Obsah soli (g/100 g)
A	Hydrolon NAC	Octan sodný (E262)	3	75
B	Stabil Natur N132192	Fermentované koření (cibule)	20	31,25
C	Stabil dairy	Fermentovaný syrovátkový koncentrát	20	0
D	Naturom TopNAT	Fermentované koření	20	-
E	Naturom TopClear	Fermentované koření	20	-

### **Stanovení celkového počtu mikroorganismů u modelových masných výrobků**

Obal salámu byl před odběrem vzorku vydesinfikován ethanolem. Kolečko salámu bylo ukrojeno sterilním nožem na sterilní podložce a bylo nakrájeno na malé kostky. Následně bylo naváženo 10 g vzorku do homogenizačního sáčku a bylo přidáno 90 ml sterilního fyziologického roztoku. Sáček byl vložen do homogenizátoru Mixwel+ na 3 min a maximální výkon. Za využití principů decimálního ředění bylo v laminárním boxu (flowbox) připraveno 1. a 2. ředění a od každého ředění byly připraveny dvě paralelní misky. Petriho misky byly zaočkovány metodou přelivu (PCA) a následně kultivovány v termostatu (30 °C, 72 h). Narostlé kolonie byly spočítány na počítače kolonií dle pravidel uvedených v ČSN EN ISO 7218 a ČSN EN ISO 4833-1. Z důvodu kolonií tvořících povlak a následných komplikací s vyhodnocováním mikrobiologických misek, bylo přistoupeno po 2. skladovacím týdnu k metodě dodatečného přelití misek mikrobiologickým médiem.

### **Stanovení TBA**

Do destilační trubice bylo odváženo 10 g (s přesností na 0,001 g) důkladně zhomogenizovaného vzorku z každého salámu. Bylo přidáno 97,5 ml destilované vody a 2,5 ml roztoku HCl (voda:HCl, 2:1). Destilační trubice byla vložena do destilační jednotky BÜCHI a byl spuštěn program 30 % páry po dobu 10 minut. Mezi každým vzorkem proběhl proplach přístroje za podmínek: 5 min, 60 % páry. Destilát byl jímán do erlenmeyerovy baňky se zábrusem a následně uchováván uzavřený do následujícího dne při teplotě 5 °C. Po skončení destilace byl destilát zvážen. Odchyłka od postupu nastala při přípravě slepého vzorku (blank), kdy jako slepý vzorek byl připraven destilát destilované vody s roztokem kyseliny na přístroji BÜCHI. Následující den bylo do varné zkumavky převedeno 5 ml destilátu a 5 ml roztoku 2-thiobarbiturové kyseliny (0,02 M, 90% kyselina octová). Směs byla vařena 35 minut na vodní lázni v digestoři a následně 10 minut chlazená. Absorbance vzniklého produktu byla měřena na spektrofotometru Onda VIS V-10 Plus při vlnové délce 538 nm proti připravenému blanku. Thiobarbiturové číslo ( $C_{MDA}$ ) vyjádřené jako mg malondialdehydu na kg vzorku bylo vypočítáno dle rovnice:

$$c_{MDA} = 7,8 \cdot A \cdot \frac{10 \cdot m_D}{m_V \cdot 50}$$

kde  $A$  je naměřená absorbance,  $m_D$  je hmotnost destilátu po destilaci a  $m_V$  je navážka vzorku.

### **Textura**

Hodnocení textury proběhlo na přístroji Instron 5544 podle metody dle Warner–Bratzler. Pro stanovení byla použita čepel dle Warner-Bratzlera. Šířka štěrbin v nerezovém stolku byla 4 mm. Rychlost čepele nože odpovídala 80 mm/min. Po ustálení teploty vzorků na laboratorní





teplot bylo ze salámu vykrojeno 5 hranolů o přibližných rozměrech  $10 \times 10 \times 50$  mm. Každý hranol byl rozkrojen za výše definovaných podmínek. Maximální síla  $F$  (N) potřebná k překrojení hranolu byla zaznamenána pomocí softwaru Series IX.

### Barva

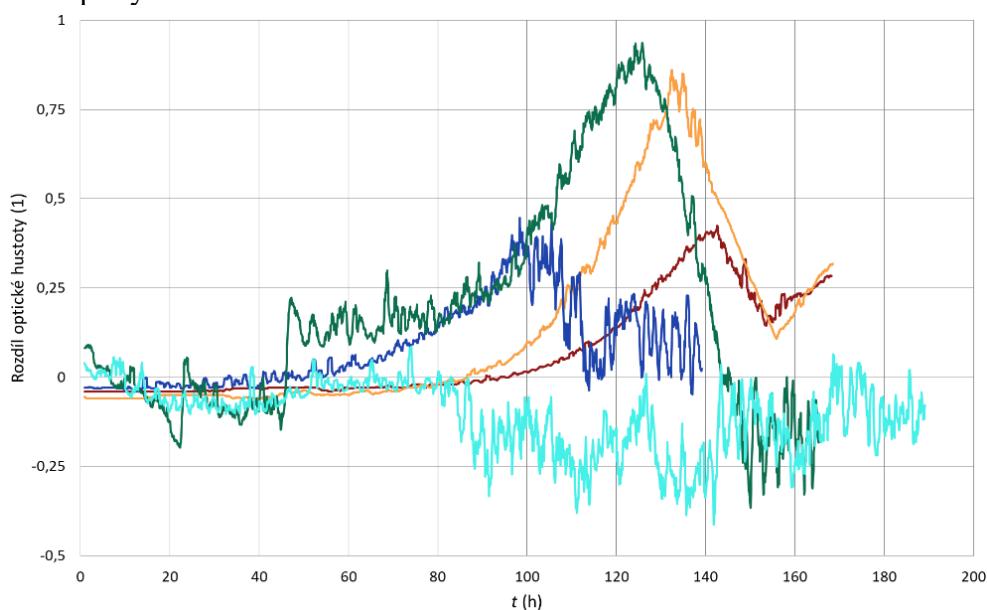
Měření bylo provedeno na spektrofotometru CM-5 v režimu SCI (specular component included) s průměrem měřicího otvoru 8 mm. Z každého salámu byla ukrojena dvě kolečka. Vzorek byl zabalen do potravinářské folie a proměřen na 10 různých bodech. Barva byla zaznamenána v souřadnicích  $L^*a^*b^*$  modelu za využití softwaru SpectraMagic™ NX.

### Aktivity vody – $a_w$

Stanovení proběhlo na přístroji AQUALAB 4TEV. Po ustálení teploty vzorků na laboratorní teplotu byla z každého salámu vykrojena dvě kolečka, která byla postupně vložena do nerezové nádoby. Nádoba se vzorkem byla vložena do přístroje a na konci stanovení byla výsledná hodnota aktivity vody odečtena.

### Výsledky a diskuse

V případě testování extraktů v tekutém bujónu na inhibici *L. innocua* při 5 °C nebyla prokázána antimikrobiální aktivita u žádného extraktu. Optická hustota (OD) u extraktů D a E byla dokonce vyšší v porovnání s jejich kontrolními vzorky. Data z experimentů probíhajících za teploty 10 °C ukázala, že extrakty (mimo extrakt E) vykazovaly antimikrobiální aktivitu. Nejsilnější inhibiční schopnost prokázaly extrakty B a D (Obrázek 3). Podobné výsledky byly zjištěny i za teploty 20 °C.

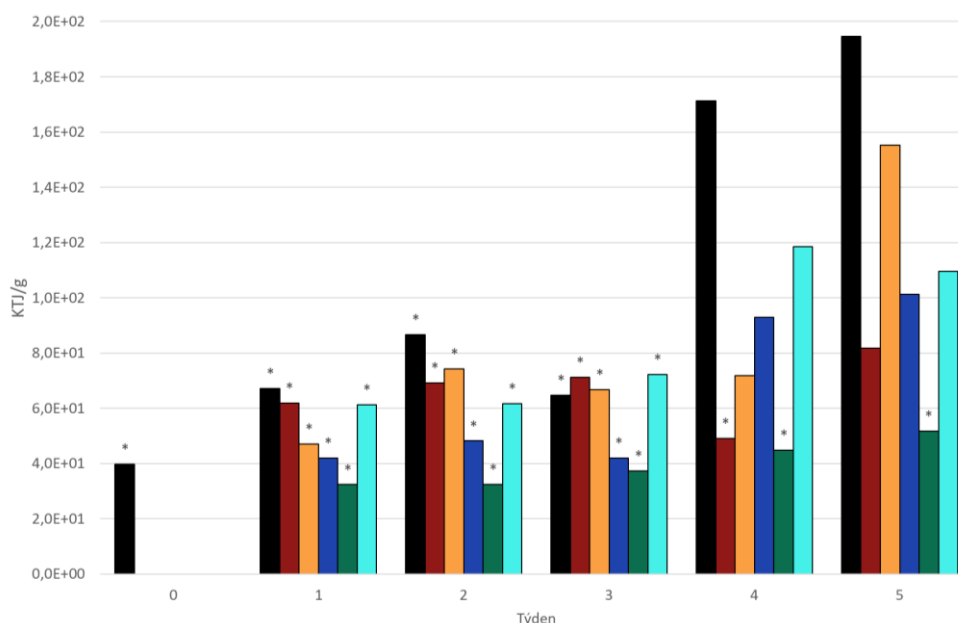


**Obrázek 3** Testování extraktů v tekutém bujónu na inhibici *L. innocua*, vyjádřeno jako rozdíl OD od kontrolního vzorku: — - A, — - B, — - C, — - D, — - E

Výsledky stanovení celkového počtu mikroorganismů plotnovou metodou v modelovém masném výrobku jsou prezentovány na Obrázku 4. Hodnota sloupců označených symbolem hvězdičky (\*) představuje pouze odhad celkového počtu mikroorganismů  $N_E$  (počítanéisky obsahovaly méně než 10 kolonií).

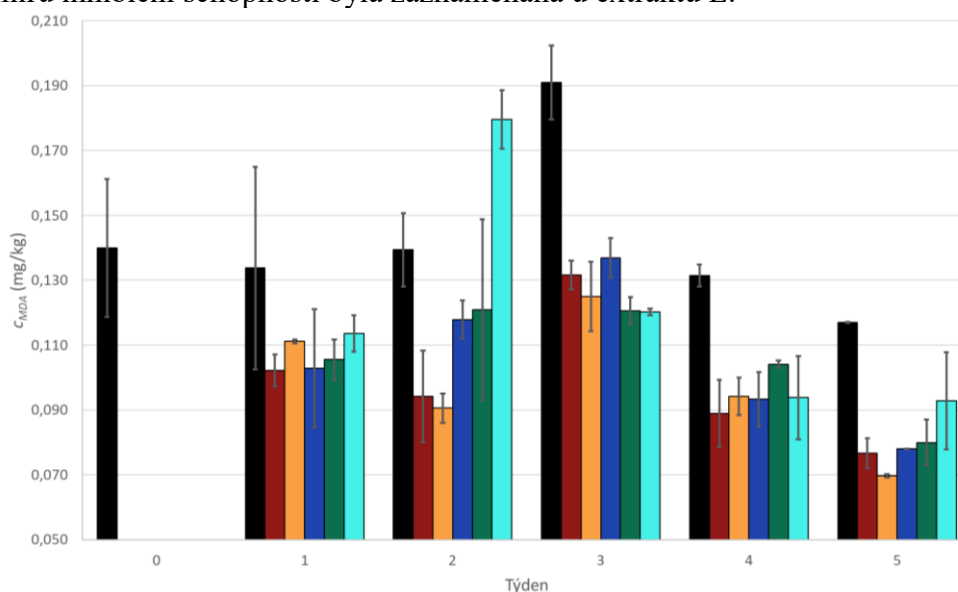






**Obrázek 4** CPM v salámech během skladovacího pokusu: ■ – K, ■ – A, ■ – B, ■ – C, ■ – D, ■ – E

Zvýšení teploty skladování ve 3. týdnu je patrné u extraktu C, E a kontrolního vzorku (K). Mimo 3. skladovací týden byl vždy stanoven nejvyšší počet mikroorganismů u kontrolního vzorku. U všech extraktů byla tedy prokázána antimikrobiální aktivita. Nejvyšší míra inhibiční schopnosti byla po celou dobu skladovacího pokusu prokázána u extraktu D. Při skladovací teplotě 5 °C disponoval uspokojivou antimikrobiální aktivitou rovněž extrakt C. Naopak nejnižší míru inhibiční schopnosti byla zaznamenána u extraktu E.



**Obrázek 5** TBA číslo salámů během skladovacího pokusu: ■ – K, ■ – A, ■ – B, ■ – C, ■ – D, ■ – E

Výsledky stanovení TBA čísla jsou uvedeny na Obrázku 5. Chybové úsečky byly sestrojeny na základě výpočtu výběrové směrodatné odchylky. Z grafu je patrné, že kontrolní vzorek vždy obsahoval nejvyšší naměřené množství malondialdehydu ve všech měřených týdnech. Antioxidační aktivita tedy byla prokázána u všech testovaných extraktů. Se vzrůstem skladovací teploty došlo u všech testovaných vzorků včetně kontrolního k poklesu thiobarbiturového čísla. Toto chování nebylo predikováno před samotným experimentem a je

v rozporu se zjištěním ve studii Wenjiao a kol. (2014). Tato problematika stojí za důkladnější prozkoumání. Mezi extrakty s nejvyšší antioxidační aktivitou patří extrakty A a B.

**Tabulka 2** Textura salámů (penetrační síla [N]) během skladovacího pokusu

Vzorek	Týden					
	0	1	2	3	4	5
A	7,0 ± 1,6	10 ± 3	8,2 ± 1,6 <sup>E</sup>	8,8 ± 2,1	10 ± 4	9,7 ± 2,8
B	7,0 ± 1,6 <sup>d</sup>	8,5 ± 2,7	9,7 ± 1,7 <sup>F</sup>	11,1 ± 2,3 <sup>CFa</sup>	9,0 ± 1,7 <sup>C</sup>	9 ± 3
C	7,0 ± 1,6 <sup>bef</sup>	9,7 ± 1,8 <sup>ac</sup>	8,8 ± 1,2 <sup>ef</sup>	8,6 ± 2,2 <sup>Bef</sup>	12,7 ± 2,2 <sup>Babcd</sup>	12 ± 3 <sup>acd</sup>
D	7,0 ± 1,6 <sup>e</sup>	8 ± 4	9,7 ± 1,5 <sup>F</sup>	9,5 ± 1,2	10,8 ± 1,8 <sup>a</sup>	10 ± 4
E	7,0 ± 1,6 <sup>cdef</sup>	8,2 ± 1,8 <sup>e</sup>	10,6 ± 1,4 <sup>AFa</sup>	9,3 ± 1,8 <sup>ac</sup>	11,8 ± 2,4 <sup>abd</sup>	10,3 ± 1,8 <sup>a</sup>
K	7,0 ± 1,6 <sup>e</sup>	6,9 ± 1,8 <sup>e</sup>	7,8 ± 0,9 <sup>BDEe</sup>	8,4 ± 0,9 <sup>B</sup>	10,4 ± 2,0 <sup>abc</sup>	8,9 ± 2,3

pozn.: hodnoty označené malými (sloupce) a velkými (řádky) písmeny se statisticky liší ( $p < 0,05$ )

Při hodnocení textury modelového masného výrobku byl přijat předpoklad, že naměřená hodnota by byla, po tak krátké době skladování, identická i u ostatních vzorků. Extrakty A a C se v žádném testovaném týdnu statisticky nelišily od kontrolního vzorku. U extraktu A navíc nebyla pozorována odlišnost v hodnotách během skladování, což znamená, že tuhost salámu se po celou dobu neměnila. Ve 4. skladovacím týdnu byla naměřena téměř u všech extraktů nejvyšší maximální síla potřebná k přestřížení. Největší odlišnost od kontrolního vzorku vykazoval extrakt B. Výsledky stanovení textury jsou v Tabulce 2.

Co se týká výsledků stanovení barvy salámů, tak například červenost (parametr  $a^*$ ) produktů nebyla během skladování výrazně ovlivněna, resp. neměnila se. Pouze u 4. a 5. týdne skladování (teplota 10 °C) došlo ke zvýšení červenosti u kontrolního vzorku a vzorku za použité extraktu E ( $p < 0,05$ ). U parametru  $b^*$  (žlutost) byly zjištěny významné rozdíly mezi kontrolním vzorkem a vzorky s extrakty A až D, a to již od druhého týdne skladování. Pouze salám s extraktem E byl, co se týká žlutosti, srovnatelný s kontrolním vzorkem. Ze stanovení barvy lze podobné závěry konstatovat také u světlosti  $L^*$ . Také je nutné podotknout, že světlost se během skladování významně neměnila. Důvodem stabilní barvy salámů může být jak využití extraktů, tak také fakt, že salámy byly naplněny do PA střeva, které nepropouští světlo a nedochází tak k nežádoucí oxidaci barviv. Aktivita vody se významně nelišila v průběhu skladování v rámci testovaných extraktů včetně kontrolního vzorku. Z toho lze usuzovat, že použité extrakty neovlivňují aktivitu vody jemného salámu.

## Závěr

U všech zkoumaných extraktů byla prokázána antioxidační i antimikrobiální aktivita za reálných podmínek. Nejsilnější inhibiční schopnost byla pozorována u extraktu Naturom TopNAT i přes navýšení skladovací teploty během skladování. Zkoumané extrakty neovlivnily aktivitu vody v průběhu skladování. Vliv analyzovaných extraktů na barvu jemného salámu byl nejednoznačný. Do budoucna by bylo vhodné stanovit složení a účinné látky testovaných extraktů. Také by bylo žádoucí stanovení změny senzoričského profilu výrobků pomocí senzoričské analýzy.

## Poděkování

Tento výstup vznikl v rámci projektu *Specifického vysokoškolského výzkumu – projekt č. AI\_FPBT\_2023\_004*.



## Literatura

1. Bouarab CL., Degraeve P., Ferhout H., et al. Plant Antimicrobial Polyphenols as Potential Natural Food Preservatives. *J. Sci. Food Agric.* 2019, 99 (4), 1457–1474.
2. Jully KMM., Toto CS, Were L. Antioxidant Effect of Spent, Ground, and Lyophilized Brew from Roasted Coffee in Frozen Cooked Pork Patties. *LWT - Food Sci. Technol.* 2016, 66, 244–251.
3. Kadlec P., Melzoch K., Voldřich M., et al. *Přehled Tradičních Potravinářských Výrob*, 1st ed.; KEY Publishing: Ostrava, 2012.
4. Kumar M., Barbhai MD., Hasan M., et al. Onion (*Allium Cepa* L.) Peel: A Review on the Extraction of Bioactive Compounds, Its Antioxidant Potential, and Its Application as a Functional Food Ingredient. *J. Food Sci.* 2022, 87 (10), 4289–4311.
5. Lee SY., Lee DY., Kim OY., et al. Overview of Studies on the Use of Natural Antioxidative Materials in Meat Products. *Food Sci. Anim. Resour.* 2020, 40 (6), 863–880.
6. Monente C., Bravo J., Vitas AI., et al. Coffee and Spent Coffee Extracts Protect against Cell Mutagens and Inhibit Growth of Food-Borne Pathogen Microorganisms. *J. Funct. Foods* 2015, 12, 365–374.
7. Ranken MD. *Handbook of Meat Product Technology*; Blackwell science, 2000.
8. Taveira M., Silva LR., Vale-Silva LA., et al. *Lycopersicon Esculentum* Seeds: An Industrial Byproduct as an Antimicrobial Agent. *J. Agric. Food Chem.* 2010, 58 (17), 9529–9536.
9. Toldrá, F. *Handbook of Meat Processing*, Blackwell Publishing, 2010.
10. Vyhláška č. 69/2016 Sb. o Požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich.
11. Wenjiao F., Yongkui Z., Yunchuan C., et al. TBARS Predictive Models of Pork Sausages Stored at Different Temperatures. *Meat Sci.* 2014, 96 (1), 1–4.

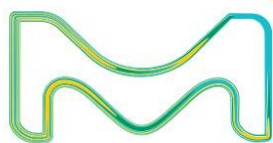


**Supelco**<sup>®</sup>

Analytical Products

**MERCK**

MAKING  
**ANALYTICAL  
CHEMISTRY**  
tick right



The Life Science business of Merck operates as MilliporeSigma in the U.S. and Canada.

© 2022 Merck KGaA, Darmstadt, Germany and/or its affiliates. All Rights Reserved. Merck, Supelco and the vibrant M are trademarks of Merck KGaA, Darmstadt, Germany or its affiliates. All other trademarks are the property of their respective owners. Detailed information on trademarks is available via publicly accessible resources. #3055 07/2022 MK\_PC9781EN



Scan and let us  
know how we  
can assist you.



**prihláste sa**

**MERCK**

k mesačnému odberu nášho bulletinu o nových  
referenčných materiáloch na kontrolu potravín  
a nápojov v našej ponuke a dostávajúte vždy  
aktuálne informácie na váš email



[SigmaAldrich.com/food-rm-news](https://SigmaAldrich.com/food-rm-news)

The Life Science business of Merck operates as  
MilliporeSigma in the U.S. and Canada.

© 2023 Merck KGaA, Darmstadt, Germany and/or its affiliates. Merck, the  
vibrant M, and Supelco are trademarks of Merck KGaA,  
Darmstadt, Germany or its affiliates. All Rights Reserved.



**Supelco**<sup>®</sup>

Analytical Products

## Ponuka štandardov a referenčných materiálov pre chemickú analýzu

- Liečivá a ich nečistoty
- Drogy a ich metabolity
- Endogénne diagnostické biomarkery
- Pesticídy a environmentálne kontaminanty
- Vitamíny a prírodné látky
- Kovy, anióny, katióny
- Fyzikálne vlastnosti (pH, obsah vody, farba a pod.)
- Proficiency Testing
- Izotopovo značené interné štandardy
- Referenčné materiály z USP, NIST a od ďalších výrobcov
- Zákazkové služby vrátane výroby, certifikácie, syntézy, balenia a distribúcie referenčných materiálov

### Pre oblasti:

- Farmaceutická kontrola kvality
- Klinické/diagnostické a forenzné testovanie
- Potraviny, nápoje a kozmetika
- Životné prostredie
- Chemická a petrochemická výroba
- Cannabis - výroba a kontrola kvality

### Plne certifikované referenčné materiály podľa najvyšších štandardov

- Štyri výrobné závody s dvojitou akreditáciou, ISO 17034 a ISO/IEC 17025
- Používanie overených alebo kvalifikovaných testovacích metód
- Analytické certifikáty vrátane neistoty a nadväznosti na kvalitatívne vyšší referenčný materiál
- Hodnotenie stability v reálnom čase a nastavenie dátumov expirácie a podmienok skladovania na základe vedeckých údajov

Kompletnú ponuku nájdete na:  
[SigmaAldrich.com/Standards](https://www.sigmaaldrich.com/Standards)



**Supelco®**  
Analytical Products



## LC-MS workflow solutions

A comprehensive portfolio for consistent results



### Sample Collection

- Full Labware Portfolio
- Pipettes, Pipettors and Tips
- Multiwell Plates
- Microcentrifuge Tubes
- Vials

### Sample Preparation

- SPE Cartridges and 96-well Plates
- SPME (BioSPME) 96-well Tips and Needle Probes
- QuEChERS dSPE
- 96-tip (dispersive) dSPE
- SLE Cartridges
- Online SPE Cartridges
- Millex<sup>®</sup> Filters
- Smplicity<sup>®</sup> Filtration System

### Standardization and Calibration

- Certified Reference Materials
- Standards Search
- Analytical Standards

### Chromatographic Analysis

- U/HPLC-MS Columns
- U/HPLC-MS Solvents
- LC-MS Reagents
- TLC-MS
- Milli-Q<sup>®</sup> Benchtop Lab Water systems

Explore our  
**LC-MS WORKFLOW TOOLS SEASONAL SPECIAL OFFER** [here](#).

Merck Life Science spol. s r.o.  
Na Hřebenech II 1718/10, 140 00 Praha 4

Merck Life Science spol. s r.o. Dvořákovo nábřeží 4, 810 06  
Bratislava



The life science business of Merck operates  
as MilliporeSigma in the U.S. and Canada.

- \* Špecifické testy pre laboratória
- \*\* Testy pre výrobné prevádzky
- \*\*\* Sterové testy pre reštaurácie, jedálne, predajne potravín

*Z ponuky vyberáme: mykotoxíny, alergény, vitamíny, PCR testy, obsahové látky, ATP, mikrobiológia, ...*



# GeneProof®

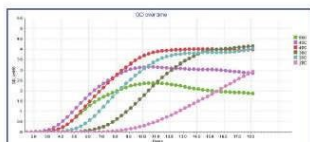
business partner of



## OSOBNÍ BIOREAKTORY RTS v nabídce



**Osobní bioreaktory RTS** jsou zařízení pro mikrobiální kultivaci s automatickým sledováním růstové křivky v reálném čase s možností uživatelské kalibrace na jakýkoliv měřený mikroorganismus.



### Typické aplikace:

- Sledování kinetiky růstu během fermentace
- Optimalizace vhodného prostředí
- Sledování chování mikroorganismů v různém prostředí / odlišných podmínkách
- Testování antibiotické rezistence
- Sledování exprese proteinu
- Simulace teplotních šoků
- Kontrola kvality kmene

### Patentovaná technologie Reverse-Spin®

#### RTS-1C



Rozsah měření: 0 - 10 OD  
Teplotní rozsah: 4 - 70°C  
Objem vzorku: 10 - 30 ml  
Rychlost otáček: 50 - 2000 rpm  
Počet kanálů: 1

Rozsah měření: 0 - 100 OD  
Teplotní rozsah: 15 - 60°C  
Objem vzorku: 3 - 50 ml  
Rychlost otáček: 150 - 2700 rpm  
Počet kanálů: 8

#### RTS-8



### ZAPŮJČENÍ ZDARMA!

PRO ZAPŮJČENÍ ZDARMA NÁS NEVÁHEJTE KONTAKTOVAT

[www.geneproof.com](http://www.geneproof.com)

GeneProof a.s.

Vídeňská 101/119 / Dolní Heršpice / 619 00 Brno / Czech Republic  
+420 543 211 679 / [info@geneproof.com](mailto:info@geneproof.com)



Sborník příspěvků

51. Symposium o nových směrech výroby a hodnocení potravin  
CzechFoodChem 2023

---

**Vydala:** Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6, ve spolupráci s Výzkumným ústavem potravinářským Praha, v. v. i., Radiová 1285/7, 102 00 Praha 10.

**Editor:** Karel Cejpek

**Rok vydání:** 2023

**Počet stran:** 137

**Vydání:** První

**Elektronická verze publikace ve formátu PDF.**