

Celkově jsou tedy dlouhodobé vyhlídky v mlékárenském sektoru optimistické, a to i přes skutečnost, že řada ekonomických a politických konfliktů a problémů zůstává velkým problémem pro střednědobou budoucnost. Pro tu dlouhodobou budoucnost pak budou rozhodujícími faktory úspěchu potravinová bezpečnost a výživa, co neefektivnější využívání všech surovinových a energetických zdrojů a udržitelnost, a zapomínat se nesmí ani na sociální rozměr mlékárenství a tomu odpovídající rozvoj venkova.

Použité zdroje:

1. Bulletin of the International Dairy Federation Nr. 527/2023: The World Dairy Situation; (10/2023)
2. Bulletin of the International Dairy Federation Nr. 522/2023: Global Marketing Trends, 4th edition (06/2023)
3. OECD/FAO (2023), OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/08801ab7-en>
4. Osobní poznámky z IDW World Dairy Summit, Chicago (10/2023)

Korespondující autor: Ing. Jiří Kopáček, CSc.

Českomoravský svaz mlékárenský, z.s., V Olšínách 75,
100 00 Praha 10, e-mail: jkopacek@cheesespectrum.cz

Přijato do tisku: 18. 11. 2023

Lektorováno: 27. 11. 2023

VYUŽITÍ PRODUKTŮ Z LNĚNÝCH SEMEN V MLÉČNÝCH VÝROBCÍCH: REVIEW

Simona Janoušek Honesová, Eva Samková, Jan Bárta, Tereza Janů, Lucie Hasoňová, Pavla Moudrá, Markéta Jarošová, Veronika Bártová

*Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Fakulta zemědělská a technologická*

The use of flaxseed in dairy products: review

Abstrakt

Mléko a mléčné výrobky jsou komplexní potravinou bohatou na plnohodnotné bílkoviny, vitaminy či minerální látky, přičemž jsou i vhodnou maticí pro další obohacování. Zajímavou surovinou se v tomto směru zdají být semena ze lnu setého (*Linum usitatissimum* L.), která se vyznačují obsahem nutričně příznivých mastných kyselin, fosfolipidů, sterolů či lignanů. Přídavkem různých forem lněných semen (celá semena, výlisková mouka, olej aj.) do mléčných výrobků je možné zvyšovat obsah nenasycených mastných kyselin, antioxidační aktivitu, viskozitu a snižovat obsah nasycených mastných kyselin, pH či synerezi. Optimální přídavek lněných semen příznivě ovlivňuje organoleptické vlastnosti výsledného produktu.

Klíčová slova: mléčné výrobky, lněná semena, nutriční složení, obohacení

Abstract

Milk and dairy products are rich in whole proteins, vitamins, and minerals, and they are also a suitable matrix for further enrichment. Flaxseed is an interesting material characterized by the content of nutritionally favourable fatty acids, phospholipids, sterols, and lignans. By adding various forms of flaxseed (whole seed, meal, oil, etc.) to dairy products, it is possible to increase the content of unsaturated fatty acids, antioxidant activity, viscosity, and reduce the content of saturated fatty acids, pH or syneresis. The optimal amount of flaxseed positively affects the organoleptic properties of the fortified product.

Keywords: dairy products, flaxseed, nutritional composition, fortification

Úvod

Obohacování je významným procesem zlepšování kvality potravin. Mléčné výrobky jsou díky svým vlastnostem vynikající maticí pro přidávání ingrediencí nebo živin, které dávají finálnímu produktu vlastnosti nad rámec čistě nutriční. Obohacující přídavek (např. byliny, ovoce, zelenina, oleje a olejnatá semena, minerální látky, vitaminy) pozitivně ovlivňuje i fyzikálně-chemické, mikrobiologické či organoleptické vlastnosti mléčného výrobku, který je po obohacení hodnotnější z hlediska obsahu biologicky aktivních látek, vlákniny, mastných kyselin (MK) nebo minerálních látek (Kumar a kol., 2017; Pandey a kol., 2021; Salehi, 2021; Wajs a kol., 2023).

Zavádění obohacených mléčných výrobků do obchodní sítě významně přispělo k jejich zvýšené konzumaci u všech věkových kategorií. To je velice zajímavá skutečnost pro potravinářské společnosti, které v důsledku toho investují do nových technologií a vývoje dalších druhů obohacených potravin. Světový trh vidí v obohacených potravinách velký potenciál spojený s vysokými finančními výnosy (Khan a kol., 2014; Amal, 2016; Sajdakowska a kol., 2020; Baker a kol., 2022).

V posledních letech spotřebitelé projevují značnou pozornost funkčním potravinám, které jim mohou poskytnout různé zdravotní výhody. Mnoho autorů upozorňuje na tendenci spotřebitelů akceptovat obohacování spíše zdravějších a ve své podstatě přirozenějších potravin, jako je jogurt, než například obohacování zmrzlin nebo roztrátených krémů. Spotřebitelé se při vybírání produktů řídí mimo nutričních vlastností a složení produktu také organoleptickými vlastnostmi, zdravotní nezávadností, výrobcem nebo cenou (van Kleef a kol., 2005; Verbeke a kol., 2009; Marcia a kol., 2023; Miolla a kol., 2023; Wajs a kol., 2023).

Význam a složení lněných semen

Len setý (*Linum usitatissimum* L.) je jednou z nejstarších plodin, jednoletou bylinou z čeledi *Linaceae*, jejíž latinský název znamená v překladu „velmi užitečný“

Tab. 1 Rozdělení odrůd lnu setého olejného dle obsahu alfa-linolenové kyseliny (ALA)

| Skupina odrůd | Obsah ALA v oleji (%) | Příklady odrůd | Využití |
|--|-----------------------|--|---|
| Klasické vysoký obsah C18:3n-3 + nízký obsah C18:2n-6 | >50 | Libra, Szafir, Floral, Astella, Aquarius, Flanders | produkce vysychavého lněného oleje pro technické účely; v potravinářství olej lisovaný za studena; |
| Nízkolinolenové nízký obsah C18:3n-3 + vysoký obsah C18:2n-6 | <5 | Lola, Agriol, Jantar, Amon, Solal | v potravinářství výroba stolního oleje; v pekárenství pro posyp pečiva nebo složka do těst apod.; |
| Střední obsah C18:3n-3 vzájemný poměr C18:3n-3 a C18:2n-6 se blíží 1:1 | 30–40 | Agram, Raciol | kompromisní obsah ALA; |

Zdroje: Vaculik a Šmirous (2017); Bárta a kol. (2022); Kraus (2023)

(*Bernacchia a kol., 2014*). Je pěstován ve více než 50 zemích, převážně na severní polokouli (*Kajla a kol., 2015*).

Pěstování lnu v ČR mělo dlouholetou tradici představovanou především lnem přadným využívaným pro produkci vlákna. Od 90. let 20. století však pěstitelské plochy postupně klesaly a produkce přadného lnu skončila v roce 2010. K rozvoji pěstování lnu setého olejného došlo až po roce 1990 a souběžně s tím probíhalo i cílené šlechtění nových odrůd (*Kraus, 2023*).

V současnosti se olejný len podle zastoupení kyselin linolové a alfa-linolenové (ALA) dělí do tří skupin (*Tabulka 1*), podle barvy semene se vyskytují dvě varianty – hnědá (např. Libra, Lola, Agram, Flanders) a žlutá (např. Amon, Agriol, Raciol, Jantar).

Dřívější tradiční využití oleje ze lněných semen pro barvy a nátěry, tiskařské barvy, mýdla a další produkty doplnilo využití nejen v krmivářském průmyslu, ale především pak v lidské výživě, a to s ohledem na antioxidačně působící látky a obsah ALA, spadající do skupiny nutričně prospěšných omega-3 MK (*Singh a kol., 2011; Bernacchia a kol., 2014; Bekhit a kol., 2018; Brito a Zang, 2019; Pramanik a kol., 2023*).

Lněná semena obsahují 37–45 % tuku (oleje), 17–21 % bílkovin, 25–29 % vlákniny, 3–4 % popelovin a 1 % jednoduchých sacharidů, v závislosti na odrůdě, klimatických podmínkách, prostředí (*Kajla a kol., 2015; Smolová a kol., 2017; Bekhit a kol., 2018; Pramanik a kol., 2023*) nebo zpracování – *Tabulka 2*.

Olej ze lněných semen je bohatý na nutričně příznivé MK, kromě toho obsahuje značné množství fosfolipidů (fosfatidylethanolamin, fosfatidylinositol, fosfatidylcho-

Tab. 2 Základní chemické složení lněných semen, oleje a částečně odtučněné mouky

| Složka (g/100 g) | Forma | | | |
|------------------|-------------|--------------|------|--------------------------|
| | Semena celá | Semena mletá | Olej | Částečně odtučněná mouka |
| Tuk | 42,2 | 42,2 | 100 | 11,1 |
| Bílkoviny | 18,3 | 18,3 | 0,1 | 38,9 |
| Sacharidy | 28,9 | 28,8 | 0 | 38,9 |
| z toho vláknina | 27,3 | 27,3 | 0 | 33,3 |

Zdroj: Edel a kol. (2015)

lin, aj.), dále pak steroly (beta-sitosterol, kampesterol, stigmasterol), vitaminy rozpustné v tucích (tokoferoly, vitamin K) a karotenoidy (lutein, zeaxantin) (*Bekhit a kol., 2018; Yang a kol., 2021; Pramanik a kol., 2023*) – *Tabulka 3*.

Z bílkovin mají nejvyšší zastoupení globulinová (26–58 %) a albuminová (20–42 %) frakce, hlavními bílkovinami jsou linin (11–2S globuliny) (64–66 %) a konlinin (cca 42 %). Nejvíce zastoupené aminokyseliny jsou semiesenciální arginin, neesenciální asparagová a glutamová kyselina, z esenciálních pak leucin, valin, fenylalanin a alanin (*Kajla a kol., 2015; Bekhit a kol., 2018; Yang a kol., 2021; Pramanik a kol., 2023*). V množství 200 mg/100 g se ve lněných semenech vyskytují orbitidy (cykloinopeptidy), které přispívají k hořké chuti oleje, na druhé straně mají četné biologické účinky a extrahované jsou používány v nutraceutikách (*Shim a kol., 2019; Wu a kol., 2019*).

Tab. 3 Zastoupení vybraných nutričně prospěšných složek ve lněných semenech

| Složka | Obsah (mg/100 g) ¹ | Složka | Obsah (mg/100 g) ¹ |
|------------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Vitaminy rozpustné ve vodě | | Minerální látky | |
| Vitamin C | 0,5–0,7 | Draslík | 673–1000 |
| Thiamin | 0,53–3,2 | Fosfor | 603–722 |
| Riboflavin | 0,161 | Hořčík | 354–431 |
| Niacin | 2,7–3,21 | Vápník | 200–340 |
| Pantothénová kyselina | 0,57–1,4 | Sodík | 21–45 |
| Pyridoxin | 0,3–0,61 | Zinek | 3,95–4,92 |
| Listová kyselina | 35–112 µg | Železo | 3,67–7,32 |
| Cholin | 78,7 | Mangan | 1,64–3,08 |
| | | Měď | 1,07–1,52 |
| Vitaminy rozpustné v tucích | | Karotenoidy a rostlinné steroly | |
| α-tokoferol | 0,23–0,45 | Lutein + zeaxanthin | 500–970 µg |
| γ-tokoferol | 14,3–25,8 | β-sitosterol | 84–96 |
| δ-tokoferol | 0,21–0,55 | Kampesterol | 40–50 |
| Vitamin K | 3,7–4,8 µg | Stigmasterol | 9–14 |

Zdroj: Pramanik a kol. (2023); ¹ pokud není uvedeno jinak

Lněná semena jsou bohatá na lignany, látky patřící do skupiny polyfenolů s výraznými antioxidačními účinky. Obsahově nejbohatší (95 % všech lignanů) je secoisolariciresinol diglukosid. Dalšími antioxidačně působícími skupinami látek, vyskytujícími se ve lněných semenech, jsou flavonoidy a fenolické kyseliny zastoupené především ferulovou, chlorogenovou a gallovou kyselinou (*Singh a kol., 2011; Bernacchia a kol., 2014; Brito a Zang, 2019; Sumara a kol., 2022*) – *Tabulka 4*.

Pozitivní účinky jednotlivých výše zmíněných složek lněných semen shrnuje *Tabulka 5*.

Na druhé straně nelze opominout, že lněná semena obsahují rovněž látky, které mohou být důvodem

Tab. 4 Obsahy fenolických sloučenin v odtučněném (OE) a neodtučněném extraktu (NO) ze lněných semen

| Složka (mg/100 g) | Forma | | Složka (mg/100 g) | Forma | |
|----------------------------|-------|------|-------------------------|-------|------|
| | NO | OE | | NO | OE |
| 4-hydroxybenzoová kyselina | 1719 | 6454 | Vanilin | 22 | 42 |
| Chlorogenová kyselina | 720 | 1435 | Sinapová kyselina | 18 | 27 |
| Ferulová kyselina | 161 | 313 | Protokatechová kyselina | 7 | 7 |
| Kumarová kyselina | 87 | 130 | Káвовá kyselina | 4 | 15 |
| Gallová kyselina | 29 | 17 | Celkem | 2767 | 8440 |

Zdroj: Bekhit a kol. (2018)

Tab. 5 Zdravotní účinky vybraných nutričně prospěšných složek lněných semen

| Složka | Zdravotní benefity |
|--|--|
| Omega-3 mastné kyseliny | účinky proti vředům; antisekreční účinky; ochrana proti lupusové nefritidě; antiaterogenní účinky; prevence kardiovaskulárních onemocnění; snižování krevního tlaku; |
| Bioaktivní peptidy | prevence neurodegenerativních onemocnění; regulace krevního tlaku; vliv na hypertriglyceridemii; vliv na cukrovku; antihypertenzní vlastnosti; |
| Vláknina | tlumení pocitu hladu; snižování celkového cholesterolu v krvi; |
| Mikronutrienty (tokoferol a minerální látky) | antioxidační vlastnosti; snižování krevního tlaku; podpora vylučování sodíku; |
| Lignany | kontrola hypertenze; ochrana proti rakovině a cukrovce; kontrola dyslipidemie; snižování rizika rakoviny prsou; účinky na symptomy u žen po menopauze; |

Zdroj: Bernacchia a kol. (2014)

omezeného využití jak u zvířat, tak v lidské výživě. Problematickými antinutričními látkami jsou především kyanogenní glykosidy (linustatin, neolinustatin, linamarin, lotaustralin), fytoová kyselina a linatin. U kyanogenních glykosidů je důvodem toxický kyanid, který vzniká štěpením v průběhu trávení ve střevěch (Bekhit a kol., 2018; Golebiewska a kol., 2022). Množství kyanogenních glykosidů ve lněných semenech je cca 250–550 mg/100 g, přičemž ve zralých semenech jsou obsahy nižší (Zhang a kol., 2023). Fytoová kyselina se vyskytuje v mouce v množství 2300–3300 mg/100 g) a v důsledku svých chelatačních vlastností omezuje biologickou dostupnost některých minerálních látek (Zn, Ca a Fe). Podle dostupných pramenů shrnutých v publikaci Parikh a kol. (2018) však běžná konzumace lněných semen neznámá toxické riziko.

Využití lněných semen v mléčných výrobcích

V posledních letech se pro potravinářské účely stále častěji používají různá olejnata semena. Celá semena, oleje či vedlejší produkty jako např. výlisková mouka jsou cennými zdroji nutričních a bioaktivních složek (Kotecka-Majchrzak a kol., 2020; Sumara a kol., 2022).

V důsledku četných zdravotních přínosů lněných semen je zájem potravinářského průmyslu, včetně mlékárenského, logický. S ohledem na složení a pozitivní vlastnosti lze lněná semena řadit mezi funkční potraviny (Pramanik a kol., 2023). Kromě zdravotních benefitů jsou podstatné i četné technologické vlastnosti, pro které lze lněná semena využívat (Lorenc a kol., 2022). Nejběžnějšími formami využívanými pro lid-

skou výživu jsou oleje, celá semena, mouka či částečně odtučněná mouka (Parikh a kol., 2018). Ingrediencemi izolovanými z lněných semen, které byly využity do potravin za účelem zvýšení nutričních a funkčních vlastností, byly dále rozpustná vláknina, proteiny, lignany aj. (Lorenc a kol., 2022; Zhang a kol., 2023).

Při využití takto obohacených potravinářských produktů je nutné znát faktory, které ovlivňují výslednou kvalitu produktů včetně složení a uvážit různé možné komplikace vyplývající jednak ze složení a vlastností lněných semen, resp. jejich složek, jednak z vlastností konkrétního obohacovaného produktu. Rovněž je nutné přihlídnout k vlivu různých technologických procesů využívaných při výrobě potravin na kvalitu výsledného obohaceného produktu. Např. v důsledku vyššího zastoupení nenasycených MK v produktech lněných semen je rizikem zvýšená možnost

oxidace a tím pádem narušení organoleptických vlastností (Edel a kol., 2015; Yang a kol., 2021; Zhang a kol., 2023). Změny v chuti způsobují i cykloloinopeptidy (Shim a kol., 2019). Uvedené skutečnosti platí i pro mléko a mléčné produkty.

Z literárních zdrojů je známo, že lněná semena a jejich produkty jsou nejčastěji aplikovány v pekárenském průmyslu (chléb, muffiny, sušenky) a u těstovin, méně časté využití bylo zaznamenáno u mléčných výrobků (Bekhit a kol., 2018; Kaur a kol., 2018; Zhang a kol., 2023), přičemž pozornost byla zaměřena především na jogurty jako funkční potraviny, méně byly zkoumány další mléčné produkty – zmrzliny, sýry, máslo, mléko (Kaur a kol., 2018).

V Tabulce 6 jsou uvedeny vybrané aplikace lněných semen v mléčných výrobcích z posledních let a změny, které byly u těchto obohacených produktů zaznamenány. Autoři uvedených publikací se shodují zejména na změnách v chemickém složení, v ovlivnění technologických a organoleptických vlastností. Produkty obohacené o lněná semena zůstávají obvykle pro spotřebitele akceptovatelné, ukázalo se však, že záleží na množství a formě. Růst a stabilita bakterií mléčného kysání během skladování byla ovlivněna druhem bakterií a typem startovací kultury (Kumar a kol., 2017; Smolová a kol., 2017; Bialasová a kol., 2018; Arabshahi-Delouee a kol., 2020; Shafizadeh a kol., 2022; Thomas a kol., 2023).

Závěr

Využití lněných semen v obohacování potravin je předmětem řady výzkumů již více než 20 let. Přídavek

Tab. 6 Příklady využití různých forem lněných semen v mléčných výrobcích a jejich vliv na chemické složení, reologické a organoleptické vlastnosti mléčných výrobků

| Produkt | Forma a množství ¹ | Změny ² | Zdroj |
|-----------------|---|---|---------------------------------|
| Jogurt | LM; 0; 1; 3; 5 % | ↑ viskozity; ↓ SFA a ↑ PUFA; ↑ antioxidační aktivity; rozdíly v barvě (mimo a*); přijatelné organoleptické vlastnosti; | Marand a kol. (2020) |
| Jogurt | LV; 0; 0,10; 0,15; 0,20 % | ↑ pH; ↓ TK; ↑ viskozity a schopnosti zadržovat vodu; ↓ synergeze; ↓ hodnoty L*; ↑ hodnoty a* a b*; preference vzorku s 0,15 % LV; | Arabshahi-Delouee a kol. (2020) |
| Jogurt | LS; LM; 0; 1; 2; 3 % | ↑ viskozity; ↑ pH; žádné negativní účinky na počty jogurtových MO; preference vzorku s 1 % LM; | Cichořska a kol. (2021) |
| Smetana → máslo | LO; 2,9-5,1 %; LBK emulze; 4,8-8,6 % | ↓ SFA; ↑ ALA; zlepšení rozptíratelnosti u másla; zkrácení doby stloukání smetany; ↑ ztrát tuku; | Pandule a kol. (2021) |
| Jogurt | LM; 3 % | ↑ pH; ↓ TK; ↑ viskozity; ↓ SFA; ↑ MUFA; ↑ PUFA; ↓ synergeze; změny barvy; žádné negativní účinky na počty jogurtových MO; | Basiri a kol. (2022) |
| Jogurt | LM; 0; 0,25; 0,50; 0,75; 1 % | ↓ synergeze a kyselosti; ↑ pH a schopnosti zadržovat vodu; ↑ viskozity; změny barvy; žádné negativní účinky na počty jogurtových MO; | Kalyas a Ürkek (2022) |
| Jogurt | LV; LO + volná nebo enkaps. probiotika LC | ↑ pH; ↓ TK; ↑ schopnosti zadržovat vodu; volný LC ↓ chuť a celkové skóre přijatelnosti; enkapsulovaný LC celkové skóre přijatelnosti příliš nezměnil; | Shafizadeh a kol. (2022) |
| Jogurt | LM; 0; 1; 3 % | ↑ viskozity; ↓ kyselá chuť; změny barvy; preference vzorku s 1 % LM; | Janoušek Honesová a kol. (2023) |

¹ LS – celá lněná semena; LM – mouka z lněných semen; LV – rozpustná vláknina; LBK – bílkovinný koncentrát ze lněných semen; LO – lněný olej; LC – *Lactocaseibacillus casei*

² SFA – nasycené mastné kyseliny; MUFA – mononenasyčené mastné kyseliny; PUFA – polynenasycené mastné kyseliny; TK – titrační kyselost; ALA – α -linolenová kyselina; MO – mikroorganismy

produktů ze lněných semen do mléčných výrobků má stejné opodstatnění jako u jiných druhů potravin (pekárenské produkty, těstoviny aj.), tedy především zvýšení nutriční a biologické hodnoty. Nejčastěji obohacovaným mléčným produktem je jogurt, což se jeví z hlediska jeho zdravotně prospěšných vlastností pro spotřebitele jako vhodná kombinace. Nelze však opomenout vliv přídavku lněných semen na přijatelnost konzumenty, protože pro výsledné organoleptické vlastnosti je klíčový nejen výběr vhodné formy (olej, celá semena, mouka), ale i optimálního množství.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou týmového projektu GA JU 005/2022/Z a výzkumného projektu MZE QK 1910302.

Seznam literatury

- AMAL A.M.N. (2016): Fruit flavored yoghurt: chemical, functional and rheological properties. *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 2, s. 57–66.
- ARABSHAHI-DELOUEE S., GHOCHANI S., MOHAMMADI A. (2020): Effect of flaxseed (*Linum usitatissimum*) mucilage on physicochemical and sensorial properties of semi-fat set yoghurt. *Journal of Food Biosciences and Technology*, 10, s. 91–100.
- BAKER M.T., LU P., PARRELLA J.A., LEGGETTE H.R. (2022): Consumer acceptance toward functional foods: a scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, doi: 10.3390/ijerph19031217.
- BÁRTA J., BÁRTOVÁ V., BJELKOVÁ M. a kol. (2022): Optimalizované postupy a metody zpracování semen vybraných minoritních olejnin na olej a zušlechťené výrobky z výlisků. [Certifikovaná metodika]. České Budějovice: FZT JU. ISBN 978-80-7394-955-6. 93 s.
- BASIRI S., TAJBAKHSH S., SHEKARFOROUSH S.S. (2022): Fortification of stirred yoghurt with mucilage-free flaxseed and its physicochemical, microbial, textural and sensory properties. *International Dairy Journal*, 131, doi: 10.1016/j.idairyj.2022.105384.
- BEKHIT A.E.A., SHAVANDI A., JODJAJA T., BIRCH J., TEH S., AHMED I.A.M., AL-JUHAIMI F.Y., SAEEDI P., BEKHIT A.A. (2018): Flaxseed: composition, detoxification, utilization, and opportunities. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 13, s. 129–152.
- BERNACCHIA R., PRETI R., VINCI G. (2014): Chemical composition and health benefits of flaxseed. *Austin Journal of Nutrition and Food Sciences*, 2, 1045.
- BIALASOVÁ K., NĚMEČKOVÁ I., KYSELKA J., ŠTĚTINA J., SOLICHOVÁ K., HORÁČKOVÁ Š. (2018): Influence of flaxseed components on fermented dairy product properties. *Czech Journal of Food Sciences*, 36, s. 51–56.
- BRITO A.F., ZANG Y. (2019): A review of lignan metabolism, milk enterolactone concentration, and antioxidant status of dairy cows fed flaxseed. *Molecules*, 24, doi: 10.3390/molecules2401004.
- CICHOŇSKA P., PUDŁO E., WOJTCZAK A., ZIARNO M. (2021): Effect of the addition of whole and milled flaxseed on the quality characteristics of yogurt. *Foods*, 10, doi:10.3390/foods10092140.
- EDEL A.L., ALIANI M., PIERCE G.N. (2015): Stability of bioactives in flaxseed and flaxseed-fortified foods. *Food Research International*, 77, s. 140–155.
- GOLEBIEWSKA K., FRAS A., GOLEBIEWSKI D. (2022): Rapeseed meal as a feed component in monogastric animal nutrition – a review. *Annals of Animal Science*, 22, s. 1163–1183.
- JANOUSEK HONESOVÁ S., SAMKOVÁ E., BÁRTA J., JAROŠOVÁ M., MOUDRÁ P., BÁRTOVÁ V. (2023): Senzorická přijatelnost jogurtů s přídavkem lněné mouky: pilotní studie. In *Minoritní olejliny – význam, pěstování a využití*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7694-033-8. s. 79–83.
- KAJLA P., SHARMA A., SOOD D.R. (2015): Flaxseed-a potential functional food source. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 52, s. 1857–1871.
- KALYAS A., ÜRKEK B. (2022): Effect of flaxseed powder on physicochemical, rheological, microbiological and sensory properties of yoghurt. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 65, doi: 10.1590/1678-4324-2022210012.
- KAUR P., WAGHMARE R., KUMAR V., RASANE P., KAUR S., GAT Y. (2018): Recent advances in utilization of flaxseed as potential source for value addition. *Ocl-Oilseeds and Fats Crops and Lipids*, 25, doi: 10.1051/ocl/2018018.
- KHAN R.S., GRIGOR J.V., WIN A.G., BOLAND M. (2014): Differentiating aspects of product innovation processes in the food industry: an exploratory study on New Zealand. *British Food Journal*, 116, s. 1346–1368.
- KOTECKA-MAJCHRZAK K., SUMARA A., FORMAL E., MONTOWSKA M. (2020): Oilseed proteins – properties and application as a food ingredient. *Trends in Food Science & Technology*, 106, s. 160–170.
- KRAUS P. (2023): Seznam doporučených odrůd lnu setého 2023. Brno: ÚKZÚZ, Národní odrůdový úřad. ISBN 978-80-7401-222-8. s. 74–85.

- KUMAR S.S., BALASUBRAMANYAM B.V., RAO K.J., DHAS P.H.A., NATH B.S. (2017): Effect of flaxseed oil and flour on sensory, physicochemical and fatty acid profile of the fruit yoghurt. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 54, s. 368–378.
- LORENC F., JAROŠOVÁ M., BEDRNÍČEK J., SMETANA P., BÁRTA J. (2022): Structural characterization and functional properties of flaxseed hydrocolloids and their application. *Foods*, 11, doi: 10.3390/foods11152304.
- MARAND M.A., AMJADI S., MARAND M.A., ROUFEGARINEJAD L., JAFARI S.M. (2020): Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties. *Powder Technology*, 359, s. 76–84.
- MARCIA J.A., ALEMÁN R.S., KAZEMZADEH S., FERNANDEZ V.M., VERTEGOR D.M., KAYANUSH A., FERNANDEZ I.M. (2023): Isolated fraction of gastric-digested camel milk yogurt with carao (*Cassia grandis*) pulp fortification enhances the anti-inflammatory properties of HT-29 human intestinal epithelial cells. *Pharmaceuticals*, 16, doi: 10.3390/ph16071032.
- MIOLLA R., PALMISANO G.O., ROMA R., CAPONIO F., DIFONZO G., DE BONI A. (2023): Functional foods acceptability: a consumers' survey on bread enriched with oenological by-products. *Foods*, 12, doi: 10.3390/foods12102014.
- PANDEY P., GROVER K., DHILLON T.S., KAUR A., JAVED M. (2021): Evaluation of polyphenols enriched dairy products developed by incorporating black carrot (*Daucus carota* L.) concentrate. *Heliyon*, 7, doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06880.
- PANDULE V.S., SHARMA M., HC D., NATH S.B. (2021): Omega-3 fatty acid-fortified butter: preparation and characterisation of textural, sensory, thermal and physico-chemical properties. *International Journal of Dairy Technology*, 74, s. 181–191.
- PARIKH M., NETTICADAN T., PIERCE G.N. (2018): Flaxseed: its bioactive components and their cardiovascular benefits. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 314, s. H146–H159.
- PRAMANIK J., KUMAR A., PRAJAPATI B. (2023): A review on flaxseeds: nutritional profile, health benefits, value added products, and toxicity. *eFood*, 4, doi: 10.1002/efd2.114.
- SAJDAKOWSKA M., GEBSKI J., GUZEK D., GUTKOWSKA K., ZAKOWSKA-BIEMANS S. (2020): Dairy products quality from a consumer point of view: study among Polish adults. *Nutrients*, 12, doi: 10.3390/nu12051503.
- SALEHI F. (2021): Quality, physicochemical, and textural properties of dairy products containing fruits and vegetables: A review. *Food Science & Nutrition*, 9, s. 4666–4686.
- SHAFIZADEH A., GOLESTAN L., AHMADI M., DARJANI P., HASANSARAEI A.G. (2022): Enrichment of set yoghurt with flaxseed oil, flaxseed mucilage and free or encapsulated *Lactocaseibacillus casei*: effect on probiotic survival and yoghurt quality attributes. *Food Science and Technology International*, 0, doi: 10.1177/10820132221136303.
- SHIM Y.Y., SONG Z.L., JADHAV P.D., REANEY M.J.T. (2019): Orbitides from flaxseed (*Linum usitatissimum* L.): a comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 93, s. 197–211.
- SINGH K.K., MRIDULA D., REHAL J., BARNWAL P. (2011): Flaxseed: a potential source of food, feed and fiber. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51, s. 210–222.
- SMOLOVÁ J., NĚMEČKOVÁ I., KLIMEŠOVÁ M., ŠVANDRLÍK Z., BJELKOVÁ M., FILIP V., KYSELKA J. (2017): Flaxseed varieties: composition and influence on the growth of probiotic microorganisms in milk. *Czech Journal of Food Sciences*, 35, s. 18–23.
- SUMARA A., STACHNIUK A., MONTOWSKA M., KOTECKA-MAJCHRZAK K., GRYWALSKA E., MITURA P., MARTINOVIC L.S., PAVELIC S.K., FORNAL E. (2022): Comprehensive review of seven plant seed oils: chemical composition, nutritional properties, and biomedical functions. *Food Reviews International*, 39, s. 5402–5422.
- THOMAS E., PANJAGARI N.R., GANGULY S., RASHMI H.M., VEETIL S.D.P., SINGH A.K. (2023): Effect of flaxseed lignan on the dynamics of *Lactiplantibacillus plantarum* and starter cultures in fermented milk. *International Journal of Food Science and Technology*, 58, s. 6698–6707.
- VACULÍK A., ŠMIROUS P. (2017): Zásady pěstování a integrované ochrany olejného lnu v ČR. *Agromanual.cz*, Dostupné na: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/zasady-pestovani-a-integrované-ochrany-olejného-lnu-v-cr>.
- VAN KLEEF E., VAN TRIJP H.C.M., LUNING P. (2005): Functional foods: health claim-food product compatibility and the impact of health claim framing on consumer evaluation. *Appetite*, 44, s. 299–308.
- VERBEKE W., SCHOLDERER J., LÄHTEENMÄKI L. (2009): Consumer appeal of nutrition and health claims in three existing product concepts. *Appetite*, 52, s. 684–692.
- WAJS J., BRODZIAK A., KRÓL J. (2023): Shaping the physicochemical, functional, microbiological and sensory properties of yoghurts using plant additives. *Foods*, 12, doi: 10.3390/foods12061275.
- WU S.F., WANG X.C., QI W., GUO Q.B. (2019): Bioactive protein/peptides of flaxseed: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 92, s. 184–193.
- YANG J., WEN C.T., DUAN Y.Q., DENG Q.C., PENG D.F., ZHANG H.H., MA H.L. (2021): The composition, extraction, analysis, bioactivities, bioavailability and applications in food system of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) oil: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 118, s. 252–260.
- ZHANG S., CHEN Y.S., MCCLEMENTS D.J., HOU T., GENG F., CHEN P., CHEN H.J., XIE B.J., SUN Z.D., TANG H., PEI Y.Q., QUAN S., YU X., DENG Q.C. (2023): Composition, processing, and quality control of whole flaxseed products used to fortify foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22, s. 587–614.

Kontaktní adresa: prof. Ing. Eva Samková, Ph.D., Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta zemědělská a technologická, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice, e-mail: samkova@fzt.jcu.cz

Přijato do tisku: 9. 11. 2023

Lektorováno: 15. 11. 2023

“CO JE ZAJÍMAVÉHO VE VĚDECKÉ LITERATUŘE”

Mléko a mléčné výrobky jsou neustále centrem pozornosti výzkumu. Výběr z vědecké literatury pro toto číslo zahrnuje následující publikace:

Pokrok v aplikaci technik pro rychlou detekci alimentárních patogenů v mléce a mléčných výrobcích

Zhuhuan Zhao, Yunxia Wang, Lijun Liu, Cuizhi Li, Lu Zhiyong (2023): Progress in the application of techniques for rapid detection of foodborne pathogens in milk and dairy products. *Journal of Dairy Science and Technology*, 46, (1), s. 62–67.

Mléčné výrobky jsou bohaté na nutriční látky a poskytují tak dobré prostředí pro růst mikroorganismů, mezi nimiž jsou i alimentární patogeny. Proto je důležitá jejich rychlá a přesná detekce. Práce podává přehled nejnovějších analytických technik zjišťování výskytu alimentárních patogenů. Zahrnuje i vysoce citlivé metody využívající molekulární biologii a imunotesty, které jsou rychlé a jednoduše použitelné.