

MODERNÍ TRENDY V POTRAVINÁŘSTVÍ – ZAMĚŘENÍ NA CEREÁLNÍ CHEMII, TECHNOLOGII A VÝŽIVU LIDÍ

MODERN TRENDS IN FOOD INDUSTRY – FOCUS ON CEREAL CHEMISTRY, TECHNOLOGY AND HUMAN NUTRITION

Marcela Sluková¹ – Pavel Skřivan¹ – Ivan Švec¹

¹Ústav sacharidů a cereálií, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, VŠCHT Praha,
Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-048-1-0226>



ABSTRAKT

Obiloviny (cereálie) stále představují pro většinu lidské populace základní složku výživy. Obiloviny a výrobky z nich jsou zdrojem sacharidů a bílkovin. Převažujícím polysacharidem obilného zrna je škrob sloužící ve výživě lidí jako zdroj pohotové energie, což se v dnešní době s nevyváženou energetickou bilancí může zdát jako nevýhoda. Vedle škrobu jsou přítomny sice nestravitelné, ale nutričně a fyziologicky významné sacharidy, označované jako vláknina. V souvislosti s výživou a zdravím je často diskutován pojem glykemický index potravin, výhody a rizika konzumace celozrnných cereálních výrobků, je porovnáván výživový význam světlého (bílého), celozrnného a vícezrnného chleba a pečiva, jsou navrhovány reformulace receptur pekařských výrobků s ohledem na obsah cukrů, tuků a energie ve vybraných druzích pečiva apod. Pro bezlepkovou výživu se naopak využívají tradiční i méně známé bezlepkové obiloviny a pseudoobiloviny. Na uvedené podněty reaguje i pekárenský průmysl. Při výrobě chleba a pečiva se využívají produkty hydrotermické úpravy zrn (nejen obilných) ve formě zápars nebo závařky, ve větším měřítku se uplatňují fermentační technologie (příprava a využití zákvasky, kvasů a kvasných stupňů), využívají se speciální celozrnné mouky a rozšiřuje se sortiment pekařských výrobků s vyšším podílem vlákniny a bílkovin.

Klíčová slova: pečivo, glykemický index, vláknina, cereální kvasy

ABSTRACT

Cereals are still the staple food for most of the human population. Cereals and cereal products are a source of carbohydrates and proteins. The predominant polysaccharide in cereal grains is starch, which serves as a source of ready energy in the human diet, which may seem like a disadvantage in today's energy-balanced world. In addition to starch, there are also indigestible but nutritionally and physiologically important carbohydrates, known as dietary fibre. In the context of nutrition and health, the concept of the glycaemic index of a food, the benefits and risks of consuming wholemeal cereal products, the nutritional importance of light (white), wholemeal and multigrain breads and pastries are often discussed. Reformulations of bakery recipes are proposed with regard to the sugar, fat and energy content of selected types of the products. In contrast, traditional and lesser-known gluten-free cereals and pseudocereals are used for gluten-free nutrition. The bakery industry is also responding to these stimuli. The products of hydrothermal treatment of seeds and grains (not only cereal grains) in the form of mash or the similar products are being used

in the production of bread and bakery products, Fermentation technologies (preparation and use of mash, preferment, sourdough and different fermentation stages) are being applied on a larger scale. Special wholemeal (mainly finely granulated) flours are being used and the range of bakery products with a higher fibre and protein content is being extended.

Keywords: pastries, glycaemic index, dietary fibre, cereal sourdoughs

NÁSTIN A MOŽNOSTI ŘEŠENÍ TECHNOLOGICKÝCH VÝZEV

Moderní biotechnologické postupy se v posledních desetiletích uplatňují i v natolik tradičním oboru, jakým je cereální technologie. Výroba chleba stojí do značné míry na fermentačních procesech již od pradávna a stejně tak i další významné biochemické děje primárního a sekundárního zpracování obilovin, které tam pronikly již v dávných dobách. To podstatné, co charakterizuje vývoj v posledních desetiletích a promítá se do naší technologie stále významněji, je znalost podstaty mikrobiologických, biochemických a fyzikálně chemických procesů, které se zde uplatňují, a schopnost je směřovat a řídit. Cereální technologie se v poslední době velmi často vrací k postupům, které již upadaly či upadly v zapomnění, stejně jako k surovinám – obilovinám, pseudoobilovinám, luštěninám i dalším plodinám, které se historicky využívaly pro výrobu chleba, pečiva i dalších cereálních produktů a globalizuje se v tom smyslu, že se rozšiřuje spektrum plodin i postupů o takové, které mívaly pouze lokální význam. K technologickým postupům uplatňovaným v historii se však navracíme na nové úrovni jejich poznání a chápání a snažíme se v maximální míře využít jejich potenciál (Delcour a Hoskeney, 2010). Totéž ve stejném duchu platí i o surovinách.

Hovoříme-li o potenciálu zrna/nažky/semena, pak máme na mysli především potenciál výživový, tj. maximálně efektivní využití těch složek surovin, které představují nebo mohou představovat nutriční přínos. Obiloviny sloužily po tisíciletí především jako zdroj dostupné energie uložené v molekulách škrobu a jako významný zdroj bílkovin (byť neplnohodnotných). V současné době však ve vyspělých částech světa řešíme problém přebytku energie v sortimentu potravin dostupném naprosté většině populace. Přebytková energetická bilance je dána nejen zbohatnutím společnosti, ale zejména také radikální změnou životního stylu, který vedl k podstatně menší energetické náročnosti naší každodenní činnosti. Klesla potřeba fyzické práce a pohybu. Z toho důvodu se historická přednost obilovin stala diskutabilní, a proto v nich hledáme (a často také nacházíme) další nutričně významné benefity a jejich energetickou vydatnost se naopak snažíme redukovat (Sobotka, 2011; Kendall et al., 2010). Proto také návrat k zapomenutým plodinám a rozšiřování sortimentu surovin. Hlavní chlebová obilovina – pšenice – která postupně ovládla i ty části světa, kde se využívala pouze okrajově, s sebou sice přinesla oblíbené typy produktů (chleba, pečiva, těstovin), které mají jedinečné a jen velmi těžko napodobitelné senzorické vlastnosti, ale představují právě především energeticky bohaté potraviny navíc s vysokým glykemickým indexem (Skřivan et al., 2024).

Základní cíle, které z dnešního pohledu v dalším rozvoji cereální technologie vidíme, jsou následující: (1) Zvýšení rozmanitosti produktů tradičního typu (chleba, pečiva, těstovin) i dalších cereálních výrobků včetně netradičních. (2) Zvýšení podílu vlákniny a případně také bílkovin oproti škrobu a snížení glykemického

indexu cereálních výrobků. (3) Další rozšíření sortimentu bezlepkových cereálních produktů v rámci speciální výživy pro osoby trpící celiakií či jinou formou intolerance lepku. (4) Zefektivnění využití přirozeného nutričního potenciálu zpracovávaných plodin (uchování maxima přínosných biologicky aktivních látek, zvýšení jejich biologické dostupnosti a využitelnosti). (5) Řízené modifikace nutriční hodnoty cereálních výrobků snížením obsahu nežádoucích složek a zvýšením obsahu nutričně přínosných složek. (6) Zvýšení sensorické atraktivity cereálních produktů s vysokým obsahem vlákniny.

V praxi to znamená zejména vývoj moderních typů dezintegrace (mletí) obilovin, pseudoobilovin, luštěnin a dalších plodin, které povedou k žádoucímu zjemnění granulace částic obalových a podobalových vrstev zrna bohatých na vlákninu a doprovodné biologicky aktivní látky (Rakha a Aman, 2013; Sluimer, 2007). Toho je ovšem třeba dosahovat při maximální šetrnosti k ostatním složkám.

Enzymové procesy se uplatňují zejména během postupů takzvané hydrotermické úpravy zrn, šrotů nebo mouk (Abhilasha et al., 2022). Aby byl jejich průběh dostatečně účinný, musejí být správně nastaveny tři základní parametry – vlhkost, teplota a čas. Historicky se vyvinula celá škála takových postupů založených na čistě empirické bázi. Dnes již známe podrobně podstatu těchto změn. Ve vodném prostředí (např. při nakrápění nebo máčení obilného zrna) dochází k sorpci a navázání vody do struktury biopolymerů, tj. škrobu (rychlejší sorpce vody probíhá v případě škrobu poškozeného zejména během dezintegrace), složek rozpustné (bobtnavé, ve vodě extrahovatelné) vlákniny a bílkovin. Dochází k aktivaci enzymů a k jejich hydrolytickému působení (štěpení škrobu, degradaci bílkovin i částečné hydrolýze některých složek vlákniny). Všechny tyto děje probíhají rychleji a intenzivněji při vyšší teplotě, a to včetně enzymové hydrolýzy. Amylasy a do jisté míry i proteasy jsou relativně termostabilní a jejich teplotní optima jsou vysoká. Spolupůsobení vlhkosti a teploty v čase nazýváme souhrnně hydrotermickou úpravou. Zrno je možné podrobit hydrotermické úpravě vcelku, nebo po (částečné) dezintegraci, tj. v podobě loupané (či jinak povrchově opracované), vloček, krup, lámanky, trhanky, šrotu, stejně jako krupic a mouk.

Řízené postupy hydrotermické úpravy, máčení a klíčení obilných zrn a jejich částí vedou ke změně obsahu a struktury oligosacharidů, škrobu a neškových polysacharidů (Delcour a Hoskeney, 2010). Vedle biochemických procesů (aktivace a působení enzymů, tvorba nízkomolekulárních fermentovatelných látek a jejich zapojení do dalších reakcí, uvolnění substrátů pro vznik sensoricky významných látek, vznik exopolysacharidů a oligosacharidů) hrají roli i fyzikální projevy (hydratace, bobtnání a mazovatění, tvorba nízkomolekulárních ve vodě rozpustných látek). Produkty enzymové hydrolýzy polysacharidů jsou v konečné fázi jednoduché cukry (maltosa, glukosa a další), jejichž přítomnost se projevuje příjemně nasládlou chutí produktů. Reakce neenzymového hnědnutí vedou k produktům přispívajícím charakteristickou mírně nahořklou chutí a zejména širokým spektrem vonných látek.

Vedle významných modifikací fyzikálně-chemických a sensorických vlastností dochází také v procesech hydrotermické úpravy k významným změnám nutričních vlastností zpracovávané suroviny. Vlivem bobtnání a částečné hydrolýzy dochází k rozvolnění struktur obalových a podobalových vrstev zrna a tím k uvolnění

složek vlákniny a doprovodných látek s často významnou biologickou aktivitou. Správně vedený proces hydrotermické úpravy má tak za následek zvýšení biologické dostupnosti těchto látek a přispívá tak ke zvýšení nutriční hodnoty produktu.

Příkladem stále častěji používaných typů hydrotermické úpravy jsou příprava zápary či závařky, které jsou sice tradičními postupy, nicméně v současné době prováděnými nikoli na základě empirických poznatků, jak tomu bylo dříve, ale na základě současných znalostí jejich fyzikálně-chemické, biochemické a mikrobiologické podstaty. V dnešní době se tyto procesy vedené řízeným způsobem na speciálních zařízeních také označují jako aromatechnologie (Hanus et al., 2021).

Při kontrolovaném máčení obilných zrn ve vodě o teplotě 20–30°C po dobu 12–24 h difunduje voda mikropóry dovnitř zrna a tím je zahájen proces bobtnání škrobu a bílkovin. Vláknina, enzymy a bioaktivní látky zůstávají v této fázi beze změny. Intenzivním ohřevem zrna ve vodě po dobu několika hodin se získá produkt označovaný jako zápara (ohřev při teplotě cca 50°C) nebo závařka (ohřev při teplotě nad 60°C).

V případě zápary je po smíchání vody a většinou celých zrn směs zahřívána na teplotu kolem 50°C a poté ponechána cca 2–3 h stát. Díky vyšší teplotě v porovnání s máčením dochází k rychlejšímu pohybu a příjmu vody do struktury zrna a ke zvětšení objemu zrna. Při zahřívání a během stání směsi dochází k intenzivnímu bobtnání škrobu (nastává rozpad škrobových zrn) a bobtnání bílkovin, k částečnému bobtnání složek rozpustné vlákniny, nepatrnému výluhu vitaminů (vitaminů skupiny B) a rozpustných solí minerálních látek.

Při přípravě závařky se jedná o smíchání vody a zrn (nebo šrotu či jemnějších produktů – mouk), zahřátí směsi na teplotu 60–65°C (i výše) po dobu několika hodin. Produkt pak chladne a dozrává. Většinou jsou do směsi přidávány i amylolytické enzymy, nejčastěji ve formě enzymově aktivní sladové mouky. Nastává intenzivní enzymové odbourávání zmazovatělého škrobu na dextriny nebo až na cukry (maltosa, glukosa). Jednoduché sacharidy způsobují nasládlou chuť produktu a během tepelné úpravy se podílí na barvě kůrky a vůni a chuti pekařského výrobku se závařkou. Vedle aktivace původních amylolytických enzymů jsou aktivovány i proteolytické enzymy. Probíhá hydrolýza bílkovin za vzniku různých peptidů a aminokyselin, které mohou přispívat k profilu aromatických látek závařky a finálního pekařského produktu. Aminokyseliny se navíc při procesu pečení spolu s cukry zapojují do reakcí neenzymového hnědnutí (Mailardova reakce, vybarvení kůrky pečiva a charakteristické vonné a chuťové látky pečiva). S delší dobou stání směsi dochází k intenzivnějšímu bobtnání části rozpustné vlákniny a k výluhu některých nízkomolekulárních, ve vodě rozpustných látek. Po sensorické stránce jsou obilná zrna ve formě závařky snadnou žvýkatelná, s měkkou konzistencí a velmi příjemnou vůní a chutí. Delší doba a vyšší teplota úpravy zrna vede ke zvýšení využitelnosti některých bioaktivních látek.

Fermentační procesy provázejí zpracování obilovin od jeho počátků v dávné historii. Základními procesy, které se v cereální technologii uplatňují, jsou etanolové a mléčné kvašení. Zatímco první z nich se využívá především díky tvorbě oxidu uhličitého (kvasného plynu) sloužícího k nakypření těsta, mléčné kvašení jak

homo- tak heterofermentativního typu má zásadní vliv na senzorické vlastnosti výrobku. Ale jak se ukázalo, také na výživové vlastnosti, a to jak tvorbou některých nutričně významných a biologicky aktivních látek (například exopolysacharidů), tak také zvýšením biologické dostupnosti a využitelnosti látek přítomných v zrnech a primárních produktech (Wang a Wang, 2024). Hlavní produkty mléčného kvašení, především sama kyselina mléčná, slouží také díky své antifungální aktivitě jako přirozený konzervant a stabilizátor výrobků. Příprava (výroba) kvasů a jejich aplikace při výrobě chleba a pečiva je součástí a v jistém smyslu i fundamentem sekundárního zpracování obilovin již od jeho počátků. Kvasy se připravovaly především z primárních produktů (šrotů a mouk) základních chlebových obilovin (pšenice, ječmene a posléze žita) a jejich nositelem byly jak etanolové tak mléčné kvašení. Žitné kvasy, v nichž se kombinují oba typy kvašení, jsou typické pro střední, severní a východní Evropu (Skřivan et al., 2023).

Kvasy se obecně připravují buďto spontánní iniciací z přirozené mikroflóry obilovin, nebo pomocí startovacích kultur rozmanitého složení. Vedou se v jednom nebo více stupních a některé z nich jsou opakovatelné čili větší část finálního kvasu se používá pro tvorbu těsta a menší část se vrací jako základ pro další kvasný cyklus. V současné době však existuje mnoho technologických postupů výroby vitálních (živých) kvasů, které využívají moderní poznatky mikrobiologie, biochemie a nauk o výživě, a které představují skutečně propracované biotechnologické procesy. Z důvodů uvedených výše se kvasům věnuje v moderní cereální technologii značná pozornost a vyvíjejí se postupy modifikace a optimalizace fermentačních procesů s ohledem na kvantitativní i kvalitativní skladbu produktů, zejména na obsah a zvýšení dostupnosti biologicky aktivních a nutričně přínosných látek. Kvasy také díky své stabilizační schopnosti snižují nebo eliminují potřebu přísad některých přídatných látek sloužících k prodloužení čerstvosti a trvanlivosti chleba a pečiva. Jako substrát slouží primární produkty žita i pšenice, ale v poslední době se pozornost stále více zaměřuje také na méně tradiční obiloviny (např. čirok), ale také na pseudoobiloviny i luštěniny (Di Cairano et al., 2020; Wolter et al., 2013).

Již v blízké budoucnosti můžeme očekávat, že se možnosti regulace enzymových a fermentačních procesů přestanou omezovat pouze na metody, které se v praktické cereální technologii uplatňují dosud zcela převážně, totiž na úpravy fyzikálních a fyzikálně-chemických podmínek, za nichž tyto procesy probíhají, nebo na přidávky enzymů či inokulací mikroorganismy. Používat se začnou hlubší a sofistikovanější zásahy do jejich molekulárně biologické podstaty. Takové zásahy, které povedou k účinnějšímu ovlivnění složení cereálních produktů, ať již ve smyslu obohacení o biologicky aktivní látky, nebo naopak eliminace některých nežádoucích složek (např. lepku) jsou již předmětem výzkumu a jejich aplikace je pouze otázkou času.

ZÁVĚR

Pohled na obiloviny a pekařské výrobky se sice mění, ale jejich role ve výživě lidí je stále velmi významná. Obiloviny a pseudoobiloviny jsou zdrojem nutričně cenných látek (zejména vlákniny a jejich složek, přidružených bioaktivních látek, některých vitaminů apod.). Je třeba se zaměřit na takové zpracovatelské postupy, abychom maximálně využili nutriční potenciál celého obilného zrna, zařadit modifikované

technologické postupy (fermentační procesy, úpravy teplotních režimů zrání a kynutí těst apod.), racionálně optimalizovat podíl zdravotně zatěžujících složek (sůl, cukr, tuky) v receptuře pečiva, minimalizovat nebo eliminovat použití přídatných a pomocných látek, vyrobit a spotřebiteli nabídnout atraktivní a zajímavé pekařské výrobky s přidanou výživovou hodnotou i v bezlepkové variantě.

LITERATURA

Abhilasha, A., Kaur, L., Monro, J., Hardacre, A., Singh, J. (2022): Effects of hydrothermal treatment and low-temperature storage of whole wheat grains on in vitro starch hydrolysis and flour properties. *Food Chemistry*. 395, 133516. Online ISSN 1873-7072. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133516

Delcour, J. A., Hoskeney, R. C. (2010): *Principles of Cereal Science and Technology*. 3rd ed., AACC Inc.: St. Paul, MN, USA. 1–52.

Di Cairano, M., Condelli, N., Caruso, M. C., Marti, A., Cela, N., Galgano, F. (2020): Functional properties and predicted glycemic index of gluten free cereal, pseudocereal and legume flours. *LWT*. 133, 109860. Online ISSN: 1096-1127. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109860

Hanus, M., Řehák Nováková, E., Skřivan, P., Šedivý, P. (2021): Pekařská technologie V. Moderní trendy v pekárenství. *Pekař a cukrář*. 85–89, 89–96.

Kendall, C. W., Esfahani, A., Jenkins, D. J. (2010): The link between dietary fibre and human health. *Food Hydrocolloids*. 24, 42–48. Online ISSN 1873-7137. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.08.002

Rakha, A., Åman, P. (2013): Fibre-enriched and wholegrain breads. In *Fibre-Rich and Wholegrain Foods: Improving Quality*; Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK. 211–235.

Skřivan, P., Sluková, M., Sinica, A., Bleha, R., Švec, I., Šárka, E., Pourová, V. (2024): Glycaemic Index of Bakery Products and Possibilities of Its Optimization. *Applied Sciences*. 14, 6070. Dostupné z: doi.org/10.3390/app14146070

Skřivan, P., Sluková, M., Švec, I., Čížková, H., Horsáková, I., Rezková, E. (2023): The use of modern fermentation techniques in the production of traditional wheat bread. *Czech Journal Food Sciences*. 41, 173–181. On-line ISSN 1805-9317. Dostupné z: [doi: 10.17221/39/2023-CJFS](https://doi.org/10.17221/39/2023-CJFS)

Sluimer, P. (2007): *Principles of Breadmaking*. 2nd ed., AACC Inc.: St. Paul, MN, USA. 4-6, 113-138, 139-164, 183–202.

Sobotka, L. (2011): *Basics in Clinical Nutrition*. 5th ed., Galén, Prague, Czech Republic. 445–448.

Wang, Z., Wang, L. (2024): Impact of sourdough fermentation on nutrient transformations in cereal-based foods: Mechanisms, practical applications, and health implications. *GOST*. 7, 124-132. E-ISSN 2590-2598. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.gaost.2024.03.001

Wolter, A., Hager, A. S., Zannini, E., Arendt, E. K. (2013): In vitro starch digestibility and predicted glycaemic indexes of buckwheat, oat, quinoa, sorghum, teff and commercial gluten-free bread. *Journal of Cereal Science*. 58, 431–436. Online ISSN 1095-9963. Dostupné z: doi.org/10.1016/j.jcs.2013.09.003

Kontaktní adresa: doc. Ing. Marcela Sluková, Ph.D., Ústav sacharidů a cereálií, Fakulta potravinářské a biochemické technologie, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6 – Dejvice, e-mail: marcela.slukova@vscht.cz