



Současné trendy výzkumu a vývoje potravin pro skupiny obyvatel se zvláštními požadavky na výživu

Studie pro Ministerstvo zemědělství ČR

Část 1: potraviny pro bezlepkovou dietu

Prosinec 2016

Zpracovali a editovali:

Ing. Jana Rysová

RNDr. Zuzana Šmídová, Ph.D.

Ing. Jitka Pinkrová, Ph.D.

Ing. Pavel Skřivan, CSc.

Ing. Aleš Landfeld

Odpovědný řešitel: Ing. Pavel Skřivan, CSc.

Předmluva

Výzkumný ústav potravinářský Praha, v.v.i. se již více než 15 let zabývá v rámci své činnosti podrobně problematikou lepku a vším, co s ním souvisí. Dá se říci, že při začátcích této činnosti objevili vědečtí pracovníci VÚPP, v.v.i. problematiku, na kterou se s výjimkou patientských sdružení v České republice v té době nikdo významně nezaměřil.

V časovém období let 2001 až 2016 se ve VÚPP, v.v.i. řešilo několik výzkumných projektů zaměřených na vývoj pekařských směsí pro bezlepkovou dietu, kvalitu bezlepkových potravin, vývoj analytických metod pro stanovení obsahu lepku v potravinách, výzkumní pracovníci se zúčastňovali pravidelných seminářů pořádaných mezinárodní pracovní skupinou při Codexu Alimentarius (Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity) a na každém semináři měli aktivní účast formou příspěvku, ve kterém informovali o výsledcích výzkumu a situaci v České republice. Důležité v těchto letech bylo a je i nadále spolupráce s patientskými sdruženími. Výzkumní pracovníci se pravidelně zúčastňovali a dále zúčastňují pravidelných setkání těchto sdružení.

Od roku 2001 se toho hodně změnilo v oblasti bezlepkové diety a to v pozitivním slova smyslu – je široká nabídka bezlepkových pekařských a cereálních výrobků, zlepšila se diagnostika pacientů, zlepšila se informovanost lékařů, zlepšila se informovanost pacientů, ze strany státu byly hledány cesty, jak pomoci pacientům a jejich rodinám z důvodu finanční náročnosti bezlepkové diety. Dalo by se říci, že v oblasti lepku, bezlepkové diety je jediným bolestivým místem právě cena bezlepkových pekařských a cereálních výrobků a že i toto se snad v budoucnulepší. Určitě by se dalo zlepšit mnoho i v práci lékařů, kde někteří lékaři stále vnímají celiakii jako dětskou nemoc.

Zdalo se, že bezlepková dieta bude trápit jen pacienty s diagnostikovanou celiakií. V roce 2010 přišel zlom - šestadvacetiletý Novak Djokovič přešel na bezlepkovou dietu. Cítil se pak lehčí, rychlejší a celkově lépe. Rok nato zažil životní sezónu: posbíral deset titulů a dlouho nenašel přemožitele. O svých zkušenostech s bezlepkovou dietou sepsal knihu, kde prozradil tipy na správnou výživu, popisuje, jak mu změna stravy pomohla fyzicky i mentálně a hlavně se splnily dva dětské sny: vyhrát Wimbledon a stát se nejlepším tenistou na světě. U Novaka Djokoviče je nutné říci, že u něho byla prokázána celiakie. Možná na základě zkušeností tenisty začaly vyznávat bezlepkovou dietu další celebrity - Victoria Beckham a Gwyneth Paltrow. Podle monitoringu společnosti NPD Group bezlepkovou dietu v nějaké formě drží až třetina dospělých Američanů, což potvrzují i čeští turisté nebo studenti, kteří měli možnost v posledních letech navštívit Spojené státy nebo mluvit s Američany. Monitoring uvádí pojem „nějaká forma“ a tady je možná také jádro problému. Vyplývá z toho, že ne všichni ti, co tvrdí, že jsou na bezlepkové dietě, jsou *skutečně* na 100 % bezlepkové dietě. Držet 100 % bezlepkovou dietu není jednoduché, a kdo se do problematiky neponoří hlouběji, může mnohá úskalí této diety opominout.

Nicméně tato americká bezlepkomanie způsobila rozruch i v českých kruzích pekařské a mlýnské odborné veřejnosti. Na základě požadavků Svazu průmyslových mlýnů vznikla společnými silami kolektivu autorů pod hlavičkou Potravinářské komory České republiky a České technologické platformy publikace „Obiloviny v lidské výživě“, která se zaměřila na stručné shrnutí poznatků problematiky obilovin se zvýšeným zaměřením na problematiku lepku. Publikace měla za úkol postavit se čelem k této právě probíhající bezlepkománii a vysvětlit jak odborníkům, tak laikům celou tuto situaci, aby i méně znalí jedinci našli odpovědi pro případné zvědavé otázky, a to nejen spotřebitelů. Této problematice byl i věnován seminář pořádaný na VŠCHT v říjnu roku 2015.

Po roce očekávání ze strany profesních svazů (Svaz průmyslových mlýnů ČR a Podnikatelský svaz pekařů a cukrářů) je možné zhodnotit na základě dostupných informací ČSÚ a konzultací s některými řediteli pekárenských provozů následující:

1. Nedošlo k poklesu ploch osetých pšenicí, žitem a ječmenem (ČSÚ);
2. Nedošlo ke snížení objemu mlýnských produktů vyrobených z výše uvedených obilovin (ČSÚ);
3. Nedošlo ke snížení zájmu spotřebitelů o chléb, běžné a jemné pečivo z výše uvedených obilovin – informace z některých pekáren;
4. Nedošlo ke zvýšení poptávky po bezlepkových mlýnských, cereálních a pekařských výrobcích – informace z některých pekáren.

V bodech 3 a 4 se nepodařilo bohužel získat relevantní informaci od Podnikatelského svazu pekařů a cukrářů ČR.

Obiloviny představují, a také do budoucna budou představovat, pro většinu lidské populace základní složku výživy, základ výživové pyramidy. Primárně jsou díky vysokému obsahu škrobu pohotovým zdrojem energie. Ačkoli proteiny obilovin nejsou z nutričního hlediska plnohodnotné, jejich zastoupení v naší stravě je významné. U nás jsou obiloviny zdaleka nejvýznamnějším zdrojem rostlinných proteinů a v posledních letech předstihly maso a stanuly na prvním místě mezi zdroji bílkovin vůbec (viz dále). Ve velké části světa představují obiloviny dokonce naprosto výlučný a dlouhodobě základní zdroj bílkovin.

Ještě významnější je však rozsáhlá skupina sacharidů, která tvoří převažující podíl v chemickém složení obilných zrn (70-80 % sušiny). Zcela převažujícím polysacharidem obilovin je škrob, který je pro člověka i řadu dalších živočichů jedním ze základních – ne-li zcela základním zdrojem energie. Obiloviny i u nás pokrývají největší podíl na celkovém krytí energetické potřeby v potravě. A opět ve velké části světa se jedná o její téměř jediný dostupný zdroj. Vedle škrobu jsou však přítomny sice nestravitelné, ale jak bylo podrobně popsáno výše, nutričně a fyziologicky nesmírně významné a cenné oligo- a polysacharidy, které jsou složkami vlákniny, jejichž role ve výživě a pozitivní vliv na lidské zdraví je zcela evidentní.

Obiloviny, respektive cereální produkty, bývají často dávány do souvislosti s diabetem a často můžeme narazit na tvrzení o vysokém glykemickém indexu (GI) pečiva a cereálních

výrobků. Je tomu tak zejména u bílého chleba a pečiva, kde se hodnoty GI pohybují kolem 70. Tyto výrobky skutečně diabetikům doporučit nelze. Ale tmavé pečivo s vyšším obsahem vlákniny a zejména pak celozrnné pečivo, tmavý a celozrnný chléb, ale i některé druhy těstovin, vykazují GI značně nižší a v některých případech se pohybují i pod 50.

Obiloviny jistě nejsou zdaleka zdrojem všech esenciálních výživových faktorů a nutričně významných látek. Neobsahují řadu vitaminů, jejich proteiny neobsahují všechny esenciální aminokyseliny v dostatečném množství. Obiloviny obsahují relativně velmi málo tuků, a byť jsou obilné oleje (obsažené především v klíčku) bohaté na esenciální mastné kyseliny, jejich příjem pouze z obilných zdrojů by byl nedostatečný. Přesto je třeba si uvědomit, že pro velkou část lidské populace jsou jediným trvalým zdrojem energie a bílkovin i některých vitaminů.

Obiloviny lze z jídelníčku zcela vyloučit. Jako zdroj škrobu mohou sloužit například brambory nebo luštěniny, zdrojem plnohodnotných proteinů je v bohaté menšině světa maso, mléko a mléčné výrobky nebo vejce, vlákninu obsahuje zelenina a ovoce a již uvedené luštěniny. Navíc, jak známo, veškerou potřebu energie v lidské výživě je možné pokrýt tuky a škrob je možné úplně vyloučit, což opačně nelze.

Přesto je třeba na tomto místě konstatovat a zdůraznit, že některé složky obilné vlákniny jsou jedinečné, že cereálie, chléb a pečivo nebo těstoviny jsou velmi příznivým a pohotovým zdrojem energie a alespoň částečné krytí energetické potřeby obilovinami je žádoucí a přirozené, neboť se jedná o zdroj, který zatěžuje trávicí trakt mnohem méně, než některé alternativní zdroje, včetně luštěnin.

A navíc, chléb, pečivo, těstoviny a pestrá škála dalších výrobků z obilovin jsou sensoricky velmi příznivé. Jsou chutné, mají charakteristickou příjemnou vůni i texturu. To není zanedbatelné, protože vedle samotných fyziologických účinků naší stravy je velmi podstatný její vliv na naši duševní pohodu. K té celá řada cereálních produktů u drtivé většiny populace jistě přispívá.

Obsah

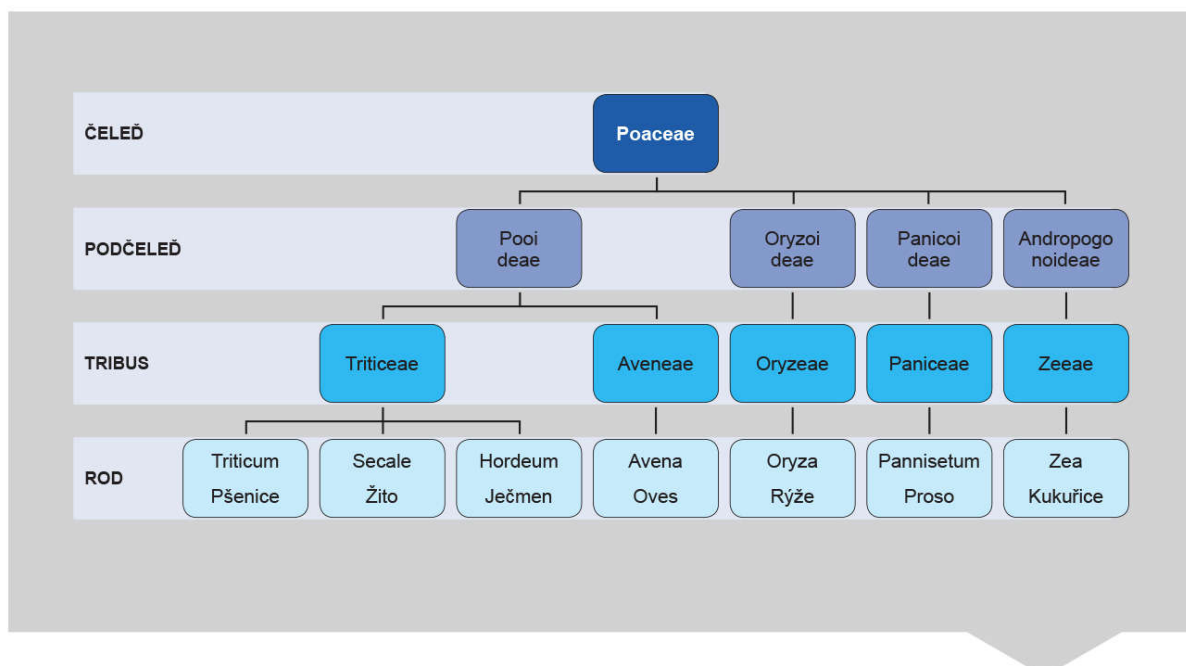
1. Co je lepek.....	7
2. Význam proteinů pšeničných mouk ve výživě	9
3. Choroby způsobené nesnášenlivostí lepku.....	11
3.1. Celiakie	13
3.2. Alergie na lepek, či jiné složky pšeničné a dalších mouk.....	15
3.3. Výživová doporučení při nesnášenlivosti lepku.....	17
4. Základní bezlepkové suroviny	26
4.1. Bezlepkové obiloviny	26
4.2. Bezlepkové pseudoobiloviny.....	27
4.3. Oves a bezlepková dieta	28
5. Bezlepkové suroviny v pekárenských výrobcích, podrobný výčet.....	36
6. Technologie výroby bezlepkových potravin	43
6.1. Výroba bezlepkového pečiva	43
6.2. Výroba bezlepkových těstovin	44
6.3. Výroba bezlepkového piva	45
7. Pomocné a přídatné látky při výrobě bezlepkových výrobků.....	56
7.1. Příklady funkce a použití hydrokoloidů	56
7.2. Fermentační procesy – výroba kvasů.....	56
7.3. Zlepšující přípravky	57
8. Stanovení lepku	67
9. Legislativa.....	71
Příloha 1: Seznam obrázků a tabulek.....	80
Příloha 2: Vybrané bezlepkové výrobky a jejich výrobci.....	81
Příloha 3: Vybrané receptury pro bezlepkovou dietu	91
Příloha 4: Ukázkové jídelníčky.....	94
Příloha 5: Kontakty na bezlepková sdružení.....	105
Příloha 6: Seznam doporučené literatury	108

1. Co je lepek

Lepek v původním technologickém slova smyslu je specifická struktura, která vzniká v pšeničném těstě po jeho vyhnětení. Jedná se o viskoelastický gel, který pšeničnému těstu a pečivu poskytuje jeho jedinečné vlastnosti. Tento gel vzniká po přidavku vody a vložení mechanické práce (hnětení) a sestává především z bílkovinných frakcí prolaminů a glutelinů (u pšenice nazvaných gliadin a glutenin) (Příhoda a kol. 2004).

Pšenici jako základní obilovinu konzumuje zhruba třicet procent veškeré lidské populace. Světová produkce i spotřeba pšenice stále vzrůstá a v posledních letech již překonala 700 miliónů tun ročně. Díky schopnosti gliadinu a gluteninu tvořit po vyhnětení těsta specifickou gelovitou strukturu vyznačující se charakteristickou pružností i tažností, se ostatním obilovinám využívaným v potravinářství vymyká (Příhoda a kol 2004, Simonato a kol. 2001). Vytvořit vláčné pečivo s křupavou kůrkou a typickou strukturou střídy je možné pouze z pšeničné mouky. Pouze pšeničná mouka je vhodnou surovinou pro výrobu baget, croissantů, typického středomořského chleba, pravých těstovin, pizzy, ale také například kuskusu.

Velmi podobné proteiny jako v endospermu pšenice se vyskytují i v dalších obilovinách: žitu, ječmeni a do jisté míry i v ovsu (Rosell a kol. 2014). Prolaminy všech čtyř obilovin mohou působit části populace zdravotní komplikace a v posledních letech se pojem lepek (gluten) vztahuje zejména k nim. V tomto smyslu bude pojem lepek používán v celém našem textu (Arentz-Hansen a kol. 2004, Velíšek a Hajšlová 2009).



Obr. 1: Taxonomický přehled zařazení obilovin (Faměra in: Gabrovská a kol. 2015)

Literatura ke kapitole 1

Arentz-Hansen, H., Fleckenstein B., Molberg Ø., Scott H., Koning F., Jung G., Roepstorff P., Lundin K.E.A., Sollid L.M. (2004): The molecular basis for oat Intolerance in patients with celiac disease. *PLOS Medicine* 1, 84–92.

Gabrovská D., Hálová I., Chrpová D., Ouhrabková J., Sluková M., Vavreinová S., Faměra O. Kohout P., Pánek J., Skřivan P (2015): *Obiloviny v lidské výživě*. Forsapi, Praha, 54.

Příhoda J., Humpolíková P., Novotná D. (2003): *Základy pekárenské technologie*. Pekař cukrář s.r.o., Praha.

Příhoda J., Skřivan P., Hrušková M. (2004): *Cereální chemie a technologie I*. VŠCHT Praha.

Rosell C.M., Barro F., Sousa C., Mena M.C. (2014): Cereals for developing gluten-free products and analytical tools for gluten detection. *Journal of Cereal Science* 59, 354-364.

Simonato B., Pasini G., Giannattasio M., Peruffo A.D.B., De Lazzari F., Curioni A. (2001): Food allergy to wheat products: The effect of bread baking and in vitro digestion on wheat allergenic proteins. A study with bread, dough, crumb, and crust. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49, 5668-5673.

2. Význam proteinů pšeničných mouk ve výživě

Podle statistiky FAO (FAOSTAT | © FAO Statistics Division 2016) je v Severní Americe kryto průměrně 23,4 g proteinů na osobu a den proteiny obilovin, v Evropě je to dokonce 29,9 g. Vzhledem k tomu, že dominantní obilovinou je v obou těchto oblastech pšenice, znamená to, že většina denní potřeby bílkovin je kryta právě lepem (Štiková a Mrhálková, 2014).

Pšenice ostatně dominuje i v globálním pohledu, podle nejaktuálnější statistiky FAO (2013) je třetí nejpestovanější obilovinou na světě (1. kukuřice: 1 016,7 mil. t, 2. rýže: 745,7 mil. t, 3. pšenice: 713,2 mil. t), ale z hlediska potravinářského zpracování je nyní již na prvním místě (1. pšenice: 450,6 mil. t - tedy více než polovina vyprodukovaného množství, 2. rýže: 371,7 mil. t, 3. kukuřice: 122,2 mil. t). Pšenice je tedy nejvýznamnější potravinářskou obilovinou a jednou z nejvýznamnějších potravinářských surovin vůbec.

Biologická hodnota rostlinných proteinů je obecně nižší než u proteinů živočišného původu, u všech bývá významná limitace některé esenciální aminokyseliny, většinou lysinu (Pánek in: Gabrovská a kol. 2015).

Ve vodě nerozpustné prolaminy a gluteliny (souhrnně označované jako lepek) tvoří obvykle 70-80 % proteinů obilného zrna. Jsou z technologického hlediska nejvýznamnějšími proteiny cereálií. Prolaminy a gluteliny reprezentuje řada příbuzných proteinů vzájemně se poněkud lišících složením aminokyselin i strukturou (např. gliadinových proteinů bývá u každé odrůdy pšenice až několik desítek).

Prolaminové proteiny pšenice (gliadiny) mají relativní molekulovou hmotnost 30 až 100 kDa. Obsahují velké množství glutaminu (obvykle 30-45 %), prolinu (10-30 %), naopak neobvykle málo asparagové a glutamové kyseliny, bazických aminokyselin argininu, lysinu a histidinu, sirných aminokyselin cysteinu a methioninu a tryptofanu. Nízký obsah kyselých a bazických aminokyselin s polárními postranními řetězci je příčinou velmi omezené rozpustnosti gliadinů. Gliadiny jsou jednoduché monomerní proteiny, ve kterých se téměř nevyskytují disulfidové (-S-S-) vazby mezi řetězci polypeptidů (Tatham a Shewry, 2008). Pokud se vyskytují disulfidové vazby, spojují pouze různé úseky v rámci jednoho řetězce. Jednotlivé řetězce jsou vázány mezi sebou nebo s řetězci glutelinů pouze nekovalentními interakcemi, např. vodíkovými můstky nebo hydrofóbními interakcemi. Z toho důvodu ovlivňují gliadiny viskozitu a tažnost těsta, zatímco strukturně složitější gluteliny ovlivňují jeho elasticitu (pružnost).

Gluteliny (glutenin) mají vyšší relativní molekulovou hmotnost, obvykle se pohybuje od 30 kDa výše, nejčastěji kolem 2000 kDa. Jsou tvořeny polypeptidovými řetězci spojenými vedle vnitřních disulfidových vazeb a nekovalentních interakcí (vodíkové vazby zprostředkované nejčastěji zbytky glutaminu, dále iontové a hydrofóbní interakce aminokyselin), které jsou podobné jako u gliadinů i kovalentními disulfidovými vazbami, které spojují různé polypeptidové řetězce do polymerních makromolekul.

Největší zdravotní rizika představují prolaminy některých obilovin souhrnně označované jako lepek. Frakce pšeničných prolaminů - gliadinů se obvykle rozdělují na 4 subfrakce – α -, β -, γ - a ω -gliadiny, které obsahují ještě několik typů proteinů. Tyto subfrakce se liší složením aminokyselin, fyzikálními vlastnostmi i fyziologickým působením. α/β -gliadiny jsou proteiny, které u disponovaných jedinců mohou vyvolat celiakii, některé ω -gliadiny mohou vyvolávat alergickou reakci (Cornell 1996, Hoffmanová a Sánchez, 2015).

Kromě výše uvedených proteinů obsahují cereálie i řadu složených proteinů, zejména glykoproteiny, z nichž některé jsou prokázány alergeny (Tanabe S. a kol. 2000).

Shrnutí I:

Pšeničný lepek se stal zejména v USA ale i v Evropě velmi diskutovaným tématem, pšenice, která je nejvýznamnější potravinářsky zpracovávanou obilovinou, se stala terčem masivní negativní kampaně. Lepek, tak jak jej chápe tato studie a jak je chápán z nutričního a hygienického hlediska, je soubor frakcí zásobních bílkovin (bílkovin endospermu) pšenice, žita, ječmene a ovsa. Některé z těchto bílkovin vyvolávají u části populace více či méně závažná onemocnění. Jedná se zejména o lidi trpící celiakií a alergiemi.

Literatura ke kapitole 2

Cornell H.J. (1996): Coeliac disease: A review of the causative agents and their possible mechanisms of action. Review Article. Amino Acids 10, 1-19.

Gabrovská D., Hálová I., Chrpová D., Ouhrabková J., Sluková M., Vavreinová S., Faměra O. Kohout P., Pánek J., Skřivan P (2015): Obiloviny v lidské výživě. Forsapi, Praha, 54.

Hoffmanová I., Sánchez D. (2015): Neceliakální glutenová senzitivita. Vnitřní lékařství, 61, 219-27.

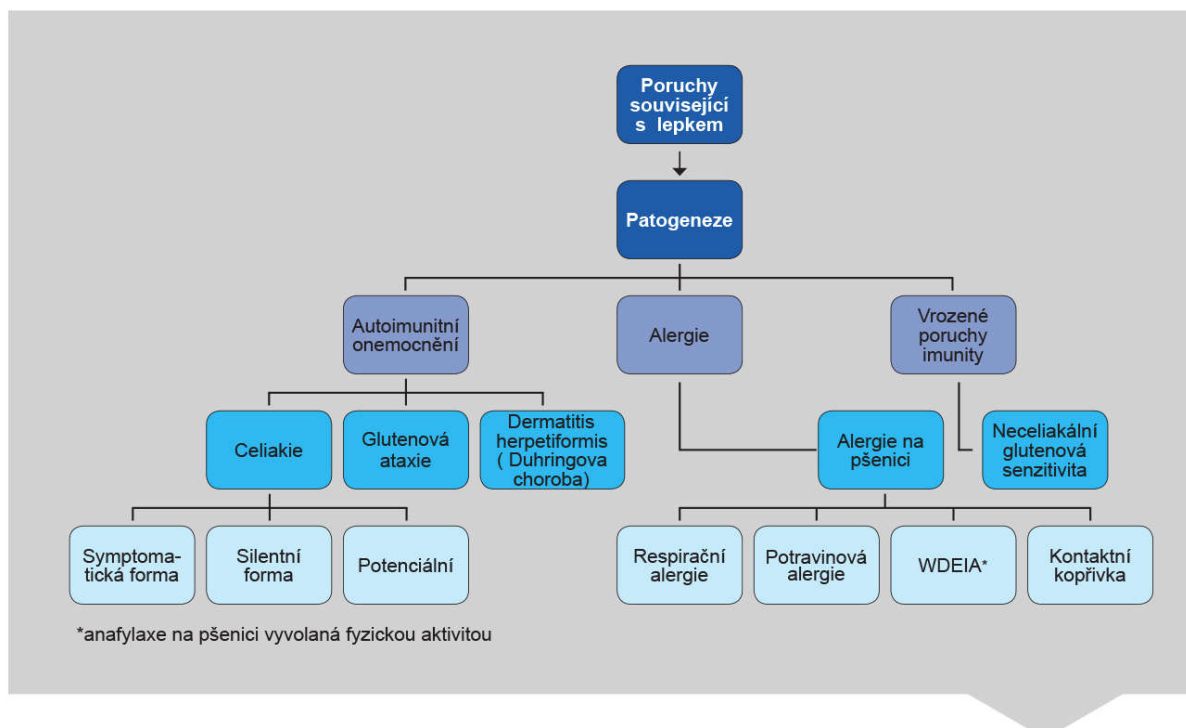
Štiková O., Mrhálová I. (2014): Vývoj a analýza nutričního hodnocení spotřeby potravin v ČR. Výživa a potraviny 1.

Tanabe S., Watanabe J., Oyama K., Fukushi E., Kawabata J., Arai S., Nakajima T., Watanabe M. (2000): Isolation and characterization of a novel polysaccharide as a possible allergen occurring in wheat flour. Bioscience, Biotechnology & Biochemistry 64, 1675-1680.

Tatham A.S., Shewry P.R. (2008): Allergens in wheat and related cereals. Clinical and Experimental Allergy 38, 1712–1726.

Velíšek J., Hajšlová J. (2009): Chemie potravin I. a II. díl. VŠCHT Praha.

3. Choroby způsobené nesnášenlivostí lepku



Obr. 2: Přehled nemocí spojených s konzumací lepku (Zdroj: Sapone a kol. 2012)

Přehledné rozdělení nemocí spojených s konzumací lepku ukazuje Obr. 2, který představuje novou nomenklaturu a klasifikaci (Sapone a kol. 2012).

Z chorob nevyvolávajících tvorbu imunoglobulinů E je závažná především celiakie (*lat. coeliac sprue*) nebo nesnášenlivost lepku, což je chronické onemocnění sliznice tenkého střeva způsobené přecitlivělostí na lepek (Ludvigsson a kol. 2012). O etiologii a terapii této a příbuzných chorob je podrobně pojednáno v následující kapitole. Onemocnění je vyvolané u disponovaných jedinců prolaminovou frakcí bílkovin pšenice, ječmene, žita a ovsa. Celiakii způsobují zejména dvě sekvence aminokyselin v těchto proteinech: Pro-Ser-Gln-Gln (PSQQ) a Gln-Gln-Gln-Pro (QQQP).

Taxonomie obilovin (viz obr. 1) ukazuje těsný příbuzenský vztah mezi rody *Triticum*, *Secale* a *Hordeum*, které patří do stejného tribu Triticeae. Ještě těsnější příbuzenský vztah je u jednotlivých druhů stejného rodu. Rod *Avena* patří do stejné podčeledi Pooideae jako předchozí uvedené rody. Tribus je ale odlišný a genetická příbuznost už je méně rigidní. Ostatní cereálie patří do jiných podčeledí a příbuznost je již vzdálená.

Proteiny se syntetizují z proteinogenních aminokyselin jednoznačně na základě genetické informace. Z toho důvodu se u příbuzných společenstev syntetizují více či méně podobné proteiny a rozdíly bývají spíše kvantitativní, jak je vidět na příkladu gliadinů a glutelinů žita (viz tab. I).

Tab. I: Složení hlavních proteinů obilovin (Gabrovská a kol. 2015)

Obilovina	Albuminy		Globuliny		Prolaminy		Gluteliny	
	%	typ	%	typ	%	typ	%	typ
Pšenice	15	leukosin	7	edestin	33	gliadin	45	glutenin
Žito	44	-	10	-	21	sekalin	24	sekalinin
Ječmen	12	-	8	-	25	hordein	54	hordenin
Oves	20	-	12	avenalin	14	avenin	54	avenin
Rýže	11	-	10	-	2	oryzin	77	oryzenin
Kukuřice	4	-	3	-	48	zein	45	zeanin

Tomu odpovídá i výskyt fyziologicky účinných proteinů vyvolávajících intoleranci lepku. Tyto proteiny se nacházejí ve všech užitkových druzích rodů *Triticum*, *Secale* a *Hordeum*. Patří sem z rodu *Triticum* pšenice setá (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori a Paol.), pšenice špalda (*Triticum spelta* L.; syn. *Triticum aestivum* subsp. *spelta*), pšenice tvrdá (*Triticum durum* Desf.), pšenice polská (*Triticum polonicum* L.) a pšenice naduřelá (*Triticum turgidum* L.; Khorasan wheat); z rodu *Secale* se hospodářsky využívá druh *Secale cereale* L. a z rodu *Hordeum* druh *Hordeum vulgare* L., tritikale, tritordeum, pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoccon* Schrank (Schuebl.), jednozrnka (*Triticum monococcum* L.).

Příbuznost rodu *Avena* s výše uvedenými rody je, jak bylo uvedeno, již vzdálenější a informace o alergenicitě gliadinových proteinů a nutriční doporučení s tím související jsou poněkud kontroverzní (o ovsu je v tomto ohledu pojednáno v samostatné kapitole, viz dále). Ostatní rody a druhy čeledi Poaceae syntetizují jiné typy proteinů, které nevykazují aktivitu směřující k intoleranci lepku.

Choroby spojené s intolerancí lepku mají různou etiologii, různý mechanismus vzniku a různé příznaky. Můžeme je rozdělit na autoimunitní choroby, alergie a intolerance neimunitního původu. Choroby se překrývají se syndromem dráždivého tračníku, přecházejí volně do psychicky navozené intolerance lepku (kterou můžeme označit jako psychickou averzi k lepku) až k obtížím způsobeným larvovanou depresí (depresí projevující se somatickými příznaky).

Přítomnost lepku ve střevním lumen může vyvolat reakci imunitního systému, který za určitých okolností vytváří protilátky, na reakci se podílejí specifické buňky imunitního systému. Imunitní systém reaguje na působení lepku buď tak, že ho toleruje nebo ho pokládá za cizorodý antigen, který je třeba eliminovat. Reakce na lepek může mít charakter autoimunitní choroby nebo alergie na lepek či ostatní složky obilné mouky.

Autoimunitní reakce vzniká na genetickém podkladě, kdy dochází k imunitní reakci proti antigenu, který má podobnou strukturu jako tkáň vlastního těla. Při tvorbě protilátek nebo buněčné imunitní odpovědi následně dochází k poškození tkání určitého orgánu. K autoimunitním chorobám spojeným s působením lepku patří celiakie, Duhringova herpetiformní dermatitida a glutenová ataxie.

3.1. Celiakie

(netropická sprue, celiakální sprue, Herterova choroba)

Jedná se o autoimunitní onemocnění, při kterém dochází k poškození buněk tenkého střeva (enterocytů) imunitní reakcí, kterou spouští přítomnost lepku ve střevním lumen (Ludvigsson a kol. 2012). Disponovaní jsou jedinci, kteří mají v genetické výbavě HLA DQ2 nebo HLA DQ8.

Přítomnost HLA-DQ2 a HLA-DQ8 je nezbytná pro rozvoj celiakie, avšak sama o sobě je nedostatečná. Tento genotyp je v mnohých populacích mnohem vyšší než je skutečný (diagnostikovaný) výskyt celiakie, z čehož vyplývá, že genetická dispozice sama o sobě ke vzniku celiakie nestačí. Rozhodujícím faktorem je zvýšený paracelulární transport makromolekul přes těsná spojení, která vytvářejí slizniční bariéru tenkého střeva spolu s enterocyty.

Celiakie se může projevit v dětství po přidání lepku do dětské stravy, případně kdykoliv v průběhu dalšího života až do stáří, nejčastěji po stresovém podnětu, který vede k poškození střevní bariéry. Pokud je po spuštění autoimunitní reakce v lumen střeva přítomný lepek, dochází k poškození enterocytů, které se může projevit jen přítomností lymfocytů (bílých krvinek) v podslizničním prostoru (submukóze) v nejlhčí formě až po těžké poškození sliznice s úplnou atrofií řas. Histologický obraz se rozděluje podle Marshe od stadia 0 (normální sliznice) po stadium 3 (atrofie řas) (Marsh, 1989). Pokud dojde k úplné devastaci sliznice, dochází k poškození absorpční schopnosti střeva (=schopnosti střeva vstřebávat živiny – především tuky), k tzv. malabsorpčnímu syndromu. Dochází k poruše vstřebávání všech živin; tuků, aminokyselin, ale též k poruše vstřebávání vitaminů rozpustných v tucích, vstřebávání minerálních látek, především vápníku.

Klinický obraz celiakie se může velmi lišit, od bezpříznakových forem, které jsou nejčastější a mohou se projevit až komplikacemi celiakie – viz dále, po těžké formy celiakie, které se mohou projevit celiakální krizí s rozvratem vnitřního prostředí a selháním střeva.

Klasický obraz celiakie v dětství zahrnuje steatorhoe (větší množství objemných tukových stolic), nadýmání, bolesti břicha, neprospívání, zástavu růstu. V dospělosti se projevuje průjmem, nadýmáním, bolestmi břicha, hubnutím. Oligosymptomatická celiakie se diagnostikuje obtížněji, může se projevit jen bolestí břicha, kloubů, únavou, mohou to být příznaky chudokrevnosti, zvýšení hladiny jaterních testů, zvětšením uzlin, nadýmáním, zácpou a mnohými dalšími projevy.

Komplikace celiakie vyplývají buď z malabsorpce důležitých látek nebo z toho, že dochází k poruše střevní bariéry, která vede k zatížení organismu antigenní stimulací a případně k selhání imunitního dozoru organismu. Patří k nim – prořidnutí kostí, neboli osteoporóza, metabolická kostní nemoc, které mohou vést ke zvýšení riziku vzniku zlomenin končetin nebo páteře (Di Stefano a kol. 2013; Hoffmanová a kol. 2015). Dále je to zvýšené riziko vzniku nádoru, porucha krevní srážlivosti, malnutrice (podvýživa), dále sterilita jak ženská, tak mužská, zvýšené riziko spontánního potratu či hypotrofický plod. Dochází ke vzniku intolerance mléčného cukru (laktosy). Při dlouho trvající celiakii může dojít k těžkému poškození sliznice s tvorbou vředů (ulcerativní jejunoileitida), případně selháním střeva či vznikem střevního lymfomu (nádorové onemocnění vzniklé z buněk imunitního systému – lymfocytů). Při neléčené celiakii dochází ke zhoršení imunitního dozoru a zvýšenému riziku dalších nádorových onemocnění (Fasano, 2005; Han a kol. 2015; Ludvigsson a kol. 2013; Tack a kol. 2010).

Ke zvýšenému riziku celiakie vede přítomnost celiakie u rodinných příslušníků, ať již prvního či dalších řádů (vzhledem ke genetické dispozici tohoto onemocnění). Častěji se celiakie objevuje u dalších autoimunitních onemocnění, jako je diabetes mellitus I. typu, autoimunitní (Hashimotova) thyreoiditida (zánět štítné žlázy), Bergerova IgA nefropatie a další. Častěji je celiakie i u pacientů s chromozomálními poruchami, jako je Downův nebo Turnerův syndrom (Fasano a Catassi, 2012; Sapone a kol. 2012).

Prevalence celiakie je v České republice 1:100 – 1:200, to znamená 50 – 100 tisíc pacientů. V poradnách gastroenterologů je sledováno jen kolem 6000 – 9000 pacientů.

Diagnostika celiakie se provádí pomocí anamnézy, kdy se hodnotí příznaky pacienta, dále při klinickém vyšetření, kdy hodnotíme svými smysly stav jednotlivých orgánů. K diagnóze celiakie však vede přítomnost positivity tzv. serologických markerů – protilátek proti endomysiu, retikulinu a tkáňové transglutaminase, které sledujeme v řadách IgA i IgG, dále proti deamidovanému gliadinu (Rostom a kol. 2005). Zvýšená hladina protilátek proti gliadinu, která se užívala původně, není tak specifickým ukazatelem, má vysokou senzitivitu, tyto protilátky však zažily svou renesanci jako pomocný ukazatel při diagnostice NCGS (neceliakální glutenové senzitivity – viz dále). V dětském věku může přítomnost vysoké hodnoty protilátek (současně s klinickými příznaky a potvrzením odběrem jiného druhu protilátek) vést k diagnóze i bez nutnosti biopsie tenkého střeva. U ostatních dětí a všech dospělých musí diagnózu celiakie potvrdit odběr sliznice tenkého střeva (biopsie), kde se nachází různý stupeň atrofie řas a infiltrace podslizničního prostoru lymfocyty (Briani a kol. 2008; Catassi a Fasano, 2010; Husby a kol. 2012; Kneepkens a von Blomberg, 2012; Lebowhl a kol. 2012).

Léčba celiakie spočívá v přísném dodržování bezlepkové diety, při které dojde k vymizení klinických příznaků, úpravě a prevenci rizika vzniku komplikací, snížení počtu stolic a následně i úpravě střevní propustnosti, resp. střevní bariéry, dochází k normalizaci hladin protilátek proti transglutaminase i nálezu na sliznici tenkého střeva. Často se normalizuje i nesnášenlivost mléčného cukru (laktosová intolerance).

Shrnutí II:

Celiakie je velmi závažné autoimunitní onemocnění, které může mít u jednotlivých pacientů velmi odlišný průběh, může se projevit v různém věku. Jeho důsledky mohou být v některých případech i fatální. Jedinou zcela spolehlivou léčbou, která vede k postupnému úplnému vymizení příznaků a normalizaci zdravotního stavu je celoživotní přísné dodržování bezlepkové diety. Přestože se v ČR podíl populace trpící celiakií pohybuje mezi 0,5 – 1 %, pouze desetina celkového počtu je systematicky sledována v gastroenterologických poradnách.

Duhringova herpetiformní dermatitida

Jedná se projev celiakie na kůži, resp. kožní formu celiakie. Projevuje se vznikem puchýřků na kůži, typicky v oblasti kolen a loktů, ve kštici (Salmi a kol. 2011). Střevo je při Duhringově dermatitidě postiženo ostrůvkovitě, nikoliv plošně, jako je tomu u celiakie, proto zprvu nemusí mít pacient žádné gastrointestinální příznaky. V kůži jsou uložena depozita gliadinu, lze je potvrdit při imunohistochemickém vyšetření biopsie kůže.

Léčba je podobná jako u celiakie, tzn. dodržování přísné bezlepkové diety, při které dochází ke zklidnění nálezu na kůži. V některých případech jsou indikovány léky – sulfony, které zklidní klinický stav. Nedodržování bezlepkové diety však může vést, stejně jako u celiakie, ke vzniku komplikací výše popsaných.

Glutenová ataxie

Jedná se o autoimunitní poškození mozečku, části mozku zodpovědné za koordinaci pohybů, spouštěné konzumací potravin obsahujících lepek. Projevuje se poruchou koordinace chůze a dalších pohybů.

Léčba je stejná jako u ostatních autoimunitních onemocnění spouštěných konzumací potravin s lepem, a to přísná bezlepková dieta.

3.2. Alergie na lepek, či jiné složky pšeničné a dalších mouk

Potravinové alergie jsou definované jako reakce alergického typu na antigeny obsažené v konzumované potravě. Projevují se příznaky gastroenterologickými, jako je bolest břicha, nadýmání, zvracení či průjem; respiračními, dušnost, kašel, astmatické projevy; kožními – kopřivka či exantém na kůži a viditelných sliznicích, až k nejtěžší formě anafylaxe, která může vést až k anafylaktickému šoku se ztrátou vědomí (Heroldová, 2002).

Potravinové alergie mohou být atopického typu (podmíněné přítomností specifických protilátek v řadě IgE), tak neatopického, způsobeného přítomností protilátek jiného než atopického typu, případně buněk, které zprostředkovávají buněčnou reakci proti antigenu. Alergie jsou typické tím, že často stačí i minimální množství alergenu v lumen trávicího traktu, za jiných podmínek ji ani vyšší dávka specifických antigenů v potravě nevyvolá.

K alergiím způsobeným lepkem, resp. jinými složkami pšeničné mouky, řadíme baker's astma – astma pekařů způsobené vdechováním pšeničné mouky (Tatham a Shewry, 2008), dále gastrointestinální, kožní či respirační příznaky vyvolané konzumací potravin s přítomností lepku.

K nejzávažnějším patří WDEIA – *wheat dependent exercise induced anaphylaxis* – což je alergie na lepek, projevující se anafylaktickou reakcí po konzumaci potravin s lepkem a následnou fyzickou aktivitou, která vede k poškození střevní bariéry a proniknutí lepku do submukózy, kde vyvolá reakci.

Diagnostika potravinových alergií je složitá. Pacient se snaží vysledovat potraviny, které by mohly vyvolat obtíže zapisováním jídelníčků. Dalším krokem je eliminační dieta, při které se z potravy vyloučí podezřelou potravinu, která obsahuje specifický antigen. Následujícím krokem je odběr protilátek specifických pro různé potravinové alergeny, případně kožní *prick* test (Sapone a kol. 2012). Zlatým standardem je DBPCFC – *double-blind placebo controlled food challenge* – při které pacient dostává kapsličky, které obsahují stoupající dávku antigenu, případně vodu. Další je expoziční test – s podáním potravin se specifickým antigenem do potravy.

Léčba spočívá ve vyřazení potravin a daným antigenem z jídelníčku. Porušení diety nevede k poškození sliznice, ale k vyvolání příznaků, mnohdy nebezpečných.

NCGS (neceliakální glutenová senzitivita)

Jedná se o poměrně novou klinickou jednotku, která byla definována v roce 2009. Jde o nesnášenlivost lepku (lze potvrdit i dvojité zaslepeným placebem kontrolovaným testem s lepkem), která má různé klinické příznaky (od střevních – jako je nadýmání, bolesti břicha či průjemy), přes celkové (jako je únava, bolesti kloubů, bolesti hlavy, deprese apod.) (Carroccio a kol., 2012; Sapone a kol. 2012; Hoffmanová a Sánchez, 2015).

Při provádění diagnostiky NCGS nesplňuje diagnostická kritéria celiakie – nejsou pozitivní protilátky proti tkáňové transglutaminase, naopak asi 50 % bývají pozitivní protilátky proti gliadinu (Volta a kol. 2013), v histologickém vzorku sliznice bývá vyšší počet intraepiteliálních lymfocytů než je norma, ale méně než je diagnostické kritérium celiakie (Frič a kol. 2013).

Na rozdíl od celiakie dochází při konzumaci potravin s lepkem pouze ke klinickým příznakům, nikoliv k poškození sliznice tenkého střeva a ke vzniku komplikací. Pacientům uleví dieta s omezením lepku, není většinou nutné dodržovat tak přísnou bezlepkovou dietu jako v případě diagnózy celiakie.

Tato klinická jednotka přechází volně do intolerance lepku způsobené psychickou intolerancí či syndromu dráždivého tračníku (IBS – *irritable bowel syndrom*) vyvolaného konzumací potravin s obsahem lepku.

Konzumace lepku může vést ke změnám v lidském mikrobiomu, kdy přerůstají bakterie, které jsou schopny rozložit pevné vazby mezi aminokyselinami lepku či jeho štěpů. Zůstává tedy otázkou, zda tato změna mikrobiomu může vést k obtížím udávaných pacienty.

Shrnutí III:

Lepek vyvolává vedle celiakie u části populace i další více či méně závažná onemocnění ať již autoimunitní choroby, alergie nebo např. NCGS. Vedle této části populace, která skutečně musí dlouhodobě nebo doživotně lepek ze stravy vyloučit, existuje poměrně významná skupina lidí, kteří lepek odmítají, aniž by k tomu byl exaktní důvod. To, že by u naprosto většinové populace, která některou z forem intolerance netrpí, přineslo vyloučení lepku nějaký zdravotní benefit, nebylo nikdy prokázáno.

3.3. Výživová doporučení při nesnášenlivosti lepku

Bezlepkovou dietu je třeba u diagnostikovaných jedinců dodržovat celoživotně. **Ze stravy se musí eliminovat všechny potraviny obsahující lepek.** Zdrojem lepku ve stravě jsou obiloviny lepek obsahující - pšenice (i špalda), ječmen, žito, žitovec a oves a výrobky z těchto obilovin, jako je mouka, krupice, knedlíky, kroupy, krupky, vločky, strouhanka, běžné pečivo a chléb, těstoviny, kaše, pekařské a cukrářské výrobky, pizza, suchary, jíška, bešamel, omáčky, těstíčka, seitan (koncentrovaný pšeničný lepek) a mnohé další. Neslučitelné s bezlepkovou dietou jsou i všechny potraviny, které by mohly obsahovat lepkový zdroj ve skryté formě.

Podle nových pravidel označování potravin (nařízení EU č. 1169/2011) je **povinností** výrobce přítomnost lepku **zvýraznit přímo ve složení a tím odlišit lepek či surovinu obsahující lepek viditelně od ostatní složek.** Tím se situace pro konzumenty výrazně zjednodušuje a minimalizuje se nebezpečí pro celiaky i alergiky. To platí zejména pro balené potraviny, kde by popis na obalu měl být zcela jednoznačný. Protože se však i nadále nedá zcela vyloučit nedorozumění či omyl, zejména pak u nebalených potravin, uvádíme pro úplnost hrubý výčet potravinářských výrobků, u nichž je při nákupu namísto obezřetnost – jedná se např. o většinu uzenin, konzerv, paštik, instantních výrobků, výrobků z mletého masa, kečupů, majonéz, dresinků, dochucovadel, sójových omáček, kořenících směsí, polévkových koření, kypřících prášků, pudinků, zmrzlin, obilninové kávy, cukrovinek, piva, obilných destilátů apod. Vždy je lépe vybírat ty, na kterých je výslovně uvedeno, že lepek neobsahují, od prodejce žádat informace o složení a obsahu alergenů. Řada potravin může být lepkem kontaminována, ale i u nich by, pokud takové nebezpečí existuje, měla být potenciální kontaminace deklarována. Ačkoli je nová legislativa velmi dokonalá, a jak bylo řečeno, minimalizuje nebezpečí intoxikace, nemůže zastoupit základní odpovědnost výrobce i prodejce a také odpovědnost a opatrnost na straně kupujícího.

Při přípravě stravy se obiloviny s lepkem nahrazují přirozeně bezlepkovými zdroji, jako je rýže, kukuřice, pohanka, jáhly, amarant, quinoa (merlík chilský), brambory, luštěniny. Technologická úprava potravin pro pacienty, kteří jsou dobře kompenzováni bezlepkovou dietou, se řídí běžnými zásadami správné výživy. Pouze při výskytu obtíží je dieta šetřící a i

výběr potravin je přísnější. Zvláště se snižuje množství tuku a vylučuje mléko. K zahušťování či jiným technologickým či kulinárním úpravám lze použít kukuřičný či bramborový škrob, taktéž mouky z luštěnin nebo bezlepkových obilovin. Ze směsí z bezlepkových zdrojů lze péci bezlepkový chléb, pečivo, sladký či slaný pekařský bezlepkový výrobek nebo i uvařit knedlíky. Hotové bezlepkové směsi různého složení jsou k dostání v tržní síti. Stejně tak existuje řada hotových bezlepkových výrobků, jako např. bezlepkové těstoviny, bezlepkový chléb, bezlepkové pečivo, bezlepkové sušenky, bezlepkové instantní kaše, apod. Chléb se doporučuje péci ve formě, protože díky absenci lepku nadržuje tvar.

Do bezlepkové diety rozhodně patří i zelenina, ovoce (Kohout, 2008), ořechy a semena (Příbylová, 2012) jako přirozeně bezlepkové zdroje. Stejně tak čerstvé nebo sušené bylinky. Bez lepku jsou samozřejmě i tuky, vejce, maso a ryby. Mléko a mléčné výrobky též lepek neobsahují (garance výrobce např. u ochucených jogurtů), některým jedincům může však mléko jako takové způsobovat trávicí obtíže (může se zároveň totiž objevit intolerance laktosy). Uzeniny či jiné sporné potravinové výrobky, které běžně obsahují zdroj lepku, je, jak již bylo řečeno, nutné vybírat pouze v bezlepkové variantě, a to s garancí výrobce. Nápoje jsou doporučovány v bezlepkové dietě dle zásad správné výživy. Rozhodně není vhodná obilninová káva ani směs černé kávy s obilninovou. Potravinová aditiva nejsou zásadním zdrojem lepku, proto se nemusí v bezlepkové dietě řešit.

Správně dodržovaná bezlepková dieta je teoreticky plnohodnotná, byť, jak bude uvedeno dále, některé deficity při jejím zavedení hrozí.

První podání lepku kojencům je stále diskutováno. Podle doporučení České pediatrické společnosti by se měl lepek poprvé podat až po ukončeném 4. měsíci věku dítěte, ale ne později než po ukončeném 7. měsíci jeho věku a dávka by se měla zvyšovat postupně. V období mezi 4. až 7. měsícem věku existuje „časové okno“, kdy zavedení lepku je nejlíp tolerováno (Agostoni a kol. 2008). Pokud je lepek podán dětem, které jsou ještě kojeny, a kojení dále pokračuje, vede to k 52 % snížení rozvoje celiakie (Akobeng a kol. 2006) a také alergie na pšenici (Agostoni a kol. 2008). Celiakie se častěji projevuje u pacientů, kteří trpí gastrointestinální infekcí (např. rotaviry) (Kohout 2008).

Nutriční deficity při bezlepkové dietě

Porovnáním nutričních hodnot a nedostatečného příjmu nutrietů u bezlepkové diety se zabývala řada autorů. Studie australských autorů Staudacher a Gibson (2015) provedla porovnání u celkového počtu 3213 výrobků bezlepkových a odpovídajících obsahujících lepek v deseti potravinových kategoriích a zahrnovaly základní a doplňkové potraviny. Primárním výstupem analýzy byl rozdíl v počtu tzv. zdravých hvězdiček, což je nový systém označování potravin na přední straně obalu, a to ve vztahu k výživové hodnotě. Čím vyšší počet hvězdiček, tím je výrobek lepší z nutričního hlediska. Systém je založen na algoritmu zahrnujícím energii, nasycené mastné kyseliny, obsah cukrů, obsah bílkovin, vlákniny a sodíku. Celkově lze říci, že v kategorii základních potravin (těstoviny, chléb a snídaňové cereálie) nebyl nalezen významný rozdíl ve srovnání s potravinami obsahujícími lepek. Mírně nižší hodnocení bylo u

bezlepkových těstovin. Druhá část analýz byla zaměřena na konkrétní živiny. Zde byl vyhodnocen nižší obsah bílkovin u bezlepkových potravin. Pokud uvážíme, že zrniny jsou významným, nikoli však základním zdrojem bílkovin ve výživě, můžeme tuto skutečnost považovat za zanedbatelnou. Co se týká ostatních hodnocených nutričních faktorů – energie, sodík, nasycené mastné kyseliny a celkové cukry, nebyl zde nalezen významný rozdíl mezi oběma skupinami. Ne u všech výrobků ale byl k dispozici obsah vlákniny. Důležitá je skutečnost, že ne všechny bezlepkové výrobky v těchto kategoriích měly nízký obsah vlákniny. Bezlepkové potraviny v doplňkových kategoriích potravin měl srovnatelné hodnocení „zdravých hvězdiček“. Ve třech kategoriích (zmrzlina, kukuřičné a bramborové lupínky, cukrovinky) byly hodnoceny lépe bezlepkové varianty. Měly nižší obsah nasycených mastných kyselin a cukrů. Stručně řečeno, tato analýza ukázala, že australské bezlepkové produkty nejsou významně odlišné ve své výživové hodnotě ve srovnání s protějšky obsahujícími lepek. To rozptyluje široce přijímaný názor, že bezlepkové potraviny všeobecně obsahují více tuku, soli a cukrů, což je určitě pozitivní výsledek pro všechny, co tyto potraviny konzumují.

Slovenská práce kolektivu Nagyová a kol. (2016) se zaměřila na jiný pohled na celiakii a bezlepkové výrobky. Cílem této práce bylo přinést několik informací o celiakii, upozornit na rostoucí počet celiaků, zjistit stanovisko slovenských celiaků k situaci na slovenském trhu potravin a chování těchto spotřebitelů na trhu bezlepkových potravin. Byly použity metody průzkumu a strukturovaného dotazníku skládající se z 22 otázek. Celkový počet respondentů byl 130 náhodně vybraných celiaků z celého Slovenska. Pro hlubší analýzu získaných výsledků byly stanoveny čtyři předpoklady a deset hypotéz, které byly testovány s použitím Pearsonova chi-kvadrát testu, Mann-Whitney U-testu a Cramerovo pohotovostního koeficientu. Výsledky této práce ukazují, že navzdory skutečnosti, že bylo zjištěno málo pozitivních závěrů, téměř 52 % respondentů tvrdí, že označování bezlepkových potravin je uspokojivé, více než 74 % respondentů si myslí, že mají dostatek informací o dostupnosti bezlepkových výrobků a více než 89 % respondentů se domnívá, že současný rozsah sortimentu výrobků bezlepkových potravin je lepší než dříve. Stále však existují některé nedostatky, které musí být redukovány nebo odstraněny – pouze necelých 7 % respondentů si myslí, že cena bezlepkových výrobků je odpovídající, více než 45 % respondentů využívá možnost získat peněžní příspěvek na kompenzaci zvýšených nákladů na speciální dietu, téměř 65 % respondentů se domnívá, že rozsah sortimentu bezlepkových potravin je na slovenském trhu nedostatečný, 53 % respondentů si myslí, že dostupnost bezlepkových potravin na slovenském trhu je nedostatečná a pouze 48 % respondentů upřednostňuje domácí výrobce bezlepkových výrobků.

Cílem studie rakouských autorů (Missbach a kol. 2015) bylo vytvořit databázi složení potravin pro sedm kategorií balených potravin vhodných pro bezlepkovou dietu a porovnat jejich nutriční hodnoty s odpovídajícími potravinami obsahujícími lepek. Bylo vybráno celkem 63 bezlepkových potravin a 126 potravin obsahujících lepek, a to v kategoriích: mouky, směsi na pečení, chléb a pečivo, těstoviny, potraviny na bázi cereálií, sušenky, koláče, snacky a polotovary. Potraviny byly získány z 12 rakouských supermarketů. Výrobky byly podrobeny analýze nutričních faktorů:

1. základní nutriční faktory – energie, bílkoviny, sacharidy, tuk, nasycené a nenasycené mastné kyseliny, cholesterol a vláknina potravy;
2. minerální látky a stopové prvky – sodík, draslík, vápník, železo, fosfor, zinek;
3. vitaminy – vitamin C, vitamin E, beta-karoten a niacin.

Databáze poskytuje kvalitativní i kvantitativní informace o základních nutričních parametrech vybraných bezpečkových potravin. Ve všech kategoriích potravin byl obsah energie v rozmezí od $270,5 \pm 13,5$ kcal/100 g pro kategorii chléb a pečivo až $398,8 \pm 25,4$ kcal/100 g pro snacky. Ve všech kategoriích potravin se hodnoty energie, obsahu sacharidů, tuku, nasycených mastných kyselin, vlákniny potravin nelišily statisticky mezi bezpečkovými výrobky a výrobky obsahujícími lepek.

Obsah bílkovin se v bezpečkových potravinách pohyboval kolem $5,8 \pm 3,7$ g/100 g, což je výrazně nižší obsah než u potravin obsahujících lepek ($8,6 \pm 2,9$ g/100 g). Nižší obsah bílkovin byl nalezen u 4 ze 7 kategorií potravin (mouky, směsi na pečení, chléb a pečivo, těstoviny, cereální výrobky a snacky). V bezpečkových moukách a směsích na pečení byl obsah bílkovin $4,6 \pm 3,4$ g/100 g oproti jejich protějškům lepek obsahujících ($9,9 \pm 2,0$ g/100g).

Celkový obsah sodíku v potravinách obsahujících lepek ($448,9 \pm 704,6$ mg/100 g) se příliš nelišil od potravin bezpečkových ($373,5 \pm 569,2$ mg/100 g). V kategorii cereálních výrobků byl obsah sodíku vyšší v bezpečkové variantě. U tří výrobků této kategorie byl obsah sodíku v bezpečkové variantě $491,3 \pm 91,6$ mg/100g. Pro chléb a pečivo byl obsah sodíku nižší u bezpečkových výrobků ($388,4 \pm 206,4$ mg/100g) ve srovnání s klasickými chleby a pečivem ($581,9 \pm 290,3$ mg/100 g). Ve všech ostatních kategoriích se obsah sodíku významně nelišil. 27 % všech výrobků vykazovalo vysoký obsah sodíku (definován jako obsah sodíku > 500 mg/100 g, podle Komise Evropského společenství). Naproti tomu 65 % bezpečkových potravin a 61 % potravin obsahujících lepek vykazovalo nízký obsah sodíku (definovanou jako obsah sodíku < 120 mg/100 g).

Obsah draslíku byl významně nižší v bezpečkových výrobcích ($190,4 \pm 160,0$ mg/100g) než u produktů, které obsahují lepek ($247,5 \pm 130,0$ mg/100 g). Tento rozdíl byl nalezen ve 2 ze 7 kategorií potravin (těstoviny a obilné výrobky, snacky). U ostatních kategorií výrobků nebyl nalezen významný rozdíl. Ostatní kategorie nevykázaly významné rozdíly.

Významně nižší byl stanoven obsah zinku u bezpečkových těstovin ($1,9 \pm 0,9$ mg/100 g) oproti $4,6 \pm 0,4$ mg/100 g u varianty těstoviny obsahujících lepek. Zajímavým zjištěním byl obsah vlákniny potravy, který byl stanoven vyšší u bezpečkových těstovin ($7,9 \pm 4,2$ g/100 g) ve srovnání s produkty obsahujícími lepek ($3,7 \pm 0,7$ g/100 g). 19 % bezpečkových potravin může být klasifikováno jako potravina s vysokým obsahem vlákniny (obsah vlákniny potravy > 6 g/100 g).

Pro závěrečné vyhodnocení rakouské studie je potřeba vzít dvě omezení, která tato studie má. Za prvé, analytické hodnoty nutrietů nebyly získány přímou analytickou metodou ale s využitím dvou databází nutričního složení. Přímá chemická analýza je zlatým standardem pro vyhodnocování nutričního profilu potravin a předchozí studie jiných autorů ukázaly, že i tato

metoda je platná a plně využitelná. Navíc se ukazuje, že nutriční údaje uvedené na etiketách potravin poskytovaných v rámci potravinářského průmyslu jsou běžně založeny na odhadu obsahu živin složek daleko častěji než přímou chemickou analýzou potravinářských výrobků. Druhým omezením této studie je malý počet vzorků analyzovaných produktů. Z původně plánovaných 162 bezpečkových výrobků bylo analyzováno, je 63 výrobků. V některých kategoriích potravin byl zařazen nízký počet bezpečkových potravin.

Tato studie prezentuje první výsledky důkladné analýzy bezpečkových potravin v německy mluvících zemích. Byly nalezeny některé významné rozdíly mezi bezpečkovými potravinami a jejich protějšky lepek obsahující. Na základě získaného nutričního složení potravin není možné jednoznačně spojit konzumaci bezpečkových potravin se zdravotním benefitem, studie spíše ukázala, že bezpečková dieta může mít svá nutriční omezení. Do budoucna by bylo dobré se těmito porovnáním věnovat více a také je více publikovat především ve vztahu ke konzumentské veřejnosti.

Závěrem lze říci, že konzumace bezpečkových potravin nepřináší žádné nutriční přínosy pro konzumenty, kteří netrpí celiakií, alergií na pšeničné bílkoviny nebo neceliakální glutenovou sensitivitou a jsou na bezpečkové dietě jenom z vlastního přesvědčení, že se cítí lépe a že jim tato dieta přináší větší prospěch než běžná strava s využitím pšenice, žita a ječmene.

Většina odborníků na výživu se shoduje v následujících bodech týkajících se porovnání nutričních hodnot bezpečkového jídelníčku a jídelníčku zahrnujícího běžné obiloviny – pšenici, žito, ječmen a oves (Penagini a kol. 2013; Saturni a kol. 2010; Segura a Rosell, 2011):

1. Potencionální nedostatkem bezpečkové diety většinou bývá nedostatečný přísun bílkovin a některých vitaminů – vitaminu C, skupiny B vitaminů, a to především vitaminu B6.
U minerálních látek se jedná o nedostatek vápníku a hořčíku, u stopových prvků bývá deficitní chrom. Bezpečková strava může poskytovat i méně energie a vlákniny potravy.
2. Běžný nutriční profil na základě biochemického vyšetření krve podává tento obraz o stavu pacientů s celiakií – bývá nalezena nízká hladina hořčíku, vitaminu B6, nedostatek vitaminu B12 a kyseliny listové, naopak bývá stanovená zvýšená hladina mědi, zvýšená hladina lipidů v krvi.
3. Potencionálními problémy při běžné bezpečkové dietě mohou být nadváha a zácpa.
4. Porovnání bezpečkových pekařských výrobků a pekařských výrobků na bázi pšenice poskytuje tuto základní informaci – bezpečkové pekařské výrobky mají většinou vyšší obsah tuku a energie a naopak nízký obsah vlákniny, některých minerálních látek, stopových prvků a vitaminů B komplexu.
5. Odborníci na výživu doporučují nahradit pekařské a cereální výrobky na bázi škrobu výrobky, které obsahují alternativní bezpečkové cereálie a pseudocereálie. Tím dojde ke zvýšení konzumace vlákniny, vitaminů skupiny B – hlavně kyseliny listové a thiaminu, vápníku; všeobecně se sníží přísun tuků.

Nedostatek některých nutrientů se u pacientů s celiakií může objevit, a to buď z důvodu nízkého přísunu nebo špatného vstřebávání. Po nasazení bezlepkové diety a následném navrácení sliznice tenkého střeva do původního fyziologického stavu dojde většinou ke zlepšení vstřebávání nutrientů, ale může zůstat problém s přísunem dostatečného množství živin. V případě neceliakální glutenové senzitivity není střevní sliznice poškozena a nehrozí zde špatné vstřebávání nutrientů, ale i zde může dojít k deficitu vlivem nesprávného složení diety.

Příčina nízkého přísunu některých nutrientů může být způsobena tím, že zrniny používané jako náhrada pšenice, žita a ječmene přirozeně obsahují méně vitaminů a minerálních látek, pokud nejsou deficientní vitaminy a minerální látky doplněny fortifikací. Pacienti, u kterých je diagnostikována celiakie a mají poškozenou střevní sliznici v důsledku konzumace lepku, mohou mít dočasně také laktózovou intoleranci (snížená aktivita enzymu laktázy). Z tohoto důvodu jsou tito pacienti v první fázi nasazení bezlepkové diety často současně také na bezlaktózové dietě, takže může docházet ke sníženému přísunu vápníku, hořčíku a také vitaminu D. V dnešní době jsou již v dostatečné míře na trhu mléčné výrobky deklarované jako bezlaktózové, které mohou být zařazeny do takové diety.

Doporučené zdroje vitaminů a minerálních látek pro bezlepkovou a bezlaktózovou dietu:

Thiamin (vitamin B₁): povolené obiloviny (hlavně klíčky), kvasnice, játra, srdce, ledviny a libové vepřové maso, slunečnicová semínka, černé fazole, tuňák, hrášek, čočka;

Riboflavin (vitamin B₂): zelenina, kvasnice, játra, srdce a ledviny, houby, vařený špenát, sója, zvěřina;

Niacin: játra, ledviny, maso, kvasnice, houby, avokádo, brokolice, tuňák, losos, kuřecí prsa;

Kyselina listová: listová zelenina, chřest, čočka, řepa, brokolice, játra;

Vitamin D: losos, sardinky, krevety, treska, rybí tuk, kvasnice, vejce, vlastní tvorba v kůži za přítomnosti UV záření, proto je třeba suplementace hlavně u pacientů žijících v severských státech;

Vitamin B12: všechny druhy masa, ryby, vejce;

Vitamin A*(retinol): vaječný žloutek, játra, maso, provitaminem jsou karoteny obsažené v ovoci a zelenině (listová zelenina, sladké brambory, mrkev, červená paprika, brokolice, špenát);

Vitamin E*(tokoferol): za studena lisované rostlinné oleje, živočišné tuky, klíčky z přirozeně bezlepkových obilovin, hovězí maso, listová zelenina, slunečnicová semínka, mandle, lískové oříšky;

Vitamin K*: listová zelenina, (kapusta, špenát, mangold, brukvovitě), brokolice, růžičková kapusta, kvasnice;

*tyto vitaminy jsou deficientní v případě špatného vstřebávání tuku

Železo: všechny druhy masa, čočka, sója, tofu;

Vápník: listová zelenina, sardinky, mandle, sezamové semínka, mořské řasy, bezlaktózové mléčné výrobky, cereálie, luštěniny, mák, tvrdá pitná voda;

Hořčík: listová zelenina, dýňová semínka, slunečnicová semínka, černé fazole, brambory.

Pro zachování minoritních látek je doporučena konzumace ovoce a zeleniny v syrovém stavu, pokud je použita tepelná úprava, je doporučeno vaření, dušení nebo pečení. Jako méně vhodné je označováno smažení.

Zdroje vlákniny u bezlepkové diety:

U bezlepkové diety je potřeba zvýšit přísun vlákniny, protože řada pekařských bezlepkových výrobků obsahuje vysoký podíl škrobů a tím i menší množství vlákniny.

Ovoce: jablka, hrušky, pomeranče, fíky, švestky, bobuloviny, sušené švestky;

Celozrnné obiloviny a pseudoobiloviny: amarant, quinoa, pohanka, černá rýže, teff, jáhly, kukuřice, čirok;

Luštěniny: čočka, hrách, černé fazole, fazole pinto, fazole lima a další druhy fazolí, cizrna;

Oříšky a semínka: mandle, pistácie, pekanové ořechy, lněná semínka, slunečnicová semínka, chia semínka;

Zelenina: dýně, brokolice, artyčoky, hrášek, listová zelenina, mrkev.

Shrnutí IV:

Bezlepková dieta, která je pro skupiny populace trpící celiakií nebo některou z dalších forem nesnášenlivosti nezbytná a to celoživotně. Při sestavování jídelníčku pro tyto případy je třeba dbát na to, aby nedocházelo ke snížení příjmu bílkovin, některých vitaminů, minerálních látek a některých složek vlákniny. Proto je vhodné do stravy při bezlepkové dietě zařazovat bezlepkové cereálie a pseudocereálie.

Vsuvka I – fyziologické účinky přisuzované obilné vláknině a schválená zdravotní tvrzení

Fyziologické účinky vlákniny

Účinky různých složek vlákniny potravy jsou úzce spjaty s typem daného polymeru, který vstupuje do tlustého střeva, jeho molekulovou hmotností, viskozitou a rozpustností a rozsahem větvení molekuly. Fruktany – fruktooligosacharidy a inulooligosacharidy – působí v tlustém střevě jako prebiotika a jsou zcela fermentovány na mastné kyseliny s krátkým řetězcem (octová, propionová, máselná). Ve vodě rozpustné, bobtnavé β -glukany a arabinoxylany tvoří v žaludku viskózní, gelovitou hmotu. Bobtnáním β -glukanů a arabinoxylanů dochází ke zvýšení viskozity tráveniny v kontaktu s vodou, přichází pocit nasycení, a tím je možné předejít přejídání se a rozvoji nadváhy až obezity. Při průchodu β -glukanů a arabinoxylanů tenkým střevem nedochází k výrazným změnám těchto složek vlákniny. β -glukany a arabinoxylany jsou zcela rozkládány až v tlustém střevě přítomnými mikroorganismy. Oproti tomu složky nerozpustné vlákniny potravy, jako je celulóza, ve vodě nerozpustné arabinoxylany, jsou vůči mikrobiálnímu rozkladu částečně odolné, tyto složky jsou jen částečně fermentovány. Bylo dokázáno, že pouze malé množství bakteriálních druhů sídlících v tlustém střevě dokáže nerozpustné nebo komplexní arabinoxylany zužitkovat, současně arabinoxyloligosacharidy stimulují růst jen malé skupiny bakterií mléčného kvašení (laktobacilů) (Gabrovská a kol. 2015).

Obilné β -glukany jsou méně biologicky aktivní v porovnání s β -glukany z hub, řas nebo kvasinek. Biologickou aktivitou rozumíme např. větší posílení imunity, zvýšenou aktivitu makrofágů, zvýšenou fagocytózu, vyšší protinádorovou aktivitu apod. Efektivní zdravotní účinky a vysoká biologická aktivita byla zjištěna jen u vysoce přečištěných β -glukanů (zejména z hub a kvasinek). Účinek β -glukanů na snížení hladiny cholesterolu je vysvětlen tak, že konzumované β -glukany zvyšují střevní viskozitu, dochází ke snížení absorpce cholesterolu a k jeho rychlejšímu vylučování. β -glukany snižují hladinu glukosy v krvi po jídle tím, že zpomalují střevní peristaltiku, což vede k pomalejšímu vstřebávání glukosy. Prevence vývoje diabetu II. typu spočívá ve vlivu β -glukanů na autoimunitní mechanismy, které ovlivňují pankreatické ostrůvky (Větvíčka, 2009).

Zdravotní tvrzení

Na základě výsledků řady klinických studií byla v zemích EU schválena zdravotní tvrzení týkající se prospěšných účinků vlákniny potravy u jednotlivých obilovin. Povolena zdravotní tvrzení podle Nařízení komise EU č. 432/2012, platné od 14. 12. 2012 popisují následující:

Vláknina ječného zrna přispívá ke zvýšení množství stolice. Tvrzení může být použito pro potravinu, která má vysoký obsah vlákniny, tzn. obsahuje alespoň 6 g vlákniny na 100 g nebo alespoň 3 g na 100 kcal (neboli 420 kJ) (podle nařízení EU č. 1924/2006).

Vláknina pšeničného zrna přispívá k urychlení střevní peristaltiky, tzn. průchodu tráveniny střevem. Toto tvrzení může být použito pro potravinu, která má vysoký obsah

vlákniny, tzn. obsahuje alespoň 6 g vlákniny na 100 g nebo alespoň 3 g na 100 kcal (neboli 420 kJ). Prospěšný efekt je zaručen konzumací nejméně 10 g vlákniny pšeničného zrna denně.

β -glukany přispívají k udržení normální hladiny cholesterolu v krvi. Toto tvrzení může být použito pouze u potravin, které obsahují nejméně 1 g β -glukanů z ovsa, ovesných otrub, ječmene, ječných otrub nebo ze směsi těchto zdrojů v kvantifikované porci. Aby bylo možné tvrzení použít, musí být spotřebitel informován, že příznivého účinku se dosáhne při příjmu 3 g β -glukanů z ovsa, ovesných otrub, ječmene, ječných otrub nebo ze směsi těchto zdrojů denně.

Konzumace β -glukanů z ovsa nebo ječmene jakožto součástí jídla přispívá k omezení nárůstu hladiny glukosy v krvi po tomto jídle. Tvrzení smí být použito pouze u potravin, které obsahují nejméně 4 g β -glukanů z ovsa nebo ječmene na každých 30 g využitelných sacharidů v kvantifikované porci jakožto součástí jídla. Aby bylo možné tvrzení použít, musí být spotřebitel informován, že příznivého účinku se dosáhne konzumací β -glukanů z ovsa nebo ječmene jakožto součástí jídla.

Konzumace arabinoxylanů z pšeničného endospermu přispívá ke snížení zvýšené hladiny glukosy v krvi po jídle. Toto tvrzení může být použito pro potraviny, které obsahují nejméně 8 g vlákniny z pšeničného endospermu bohaté na arabinoxylany na 100 g využitelných sacharidů v kvantifikované porci tvořící součást jídla. Na obale výrobku musí být uvedeno, že prospěšný efekt arabinoxylanů z pšeničného endospermu je zaručen konzumací vlákniny z pšeničného endospermu bohatého na arabinoxylany jako součást jídla (Gabrovská a kol. 2015).

Shrnutí V:

Právě uvedené vlastnosti obilné vlákniny jsou důvodem, proč je třeba nahradit ve stravě pacientů s bezlepkovou dietou pšenici, ale zejména žito a ječmen, které jsou na fyziologicky významné složky vlákniny bohaté jinými, přirozeně bezlepkovými plodinami bohatými na vláknin. Ovsu, který je také bohatým zdrojem β -glukanů, bude níže věnována samostatná kapitola.

4. Základní bezlepkové suroviny

Sortiment bezlepkových potravin z výše uvedených důvodů zahrnuje především obiloviny, které neobsahují lepek – kukuřice, rýže, čirok, proso a pseudoobiloviny – pohanku, quinou, amaranth, teff, ale také jiné potraviny, které jsou přirozeně bezlepkové – brambory, tapioka (škrob získaný z kořene manioků), ořechy, olejnatá semena, luštěniny, ovoce a zeleninu (Gabrovská a kol. 2015).

Další možností je speciální úprava běžných obilovin a jejich produktů, ze kterých jsou odstraněny problematické složky zahrnující pro celiaky a alergiky toxické sekvence aminokyselin, např. deproteinizovaný pšeničný škrob, případně genetická modifikace těchto plodin. Existuje také možnost využití fermentačních postupů, například bakterií mléčného kvašení, které proteolyticky štěpí toxické sekvence. Tyto postupy jsou však převážně ve fázi výzkumu a bylo by velmi nebezpečné možnosti genetické manipulace a fermentačních postupů přeceňovat. Je třeba mít na paměti, že pro celiaka či pacienta trpícího jinou formou intolerance není přínosem snížení obsahu lepku, ale prakticky jeho úplné vyloučení (limity viz kapitola o legislativě).

Z bezlepkových obilovin a pseudoobilovin se vyrábí mouka, krupice, kroupy, knedlíky, krupky, vločky, těstoviny, ale i extrudované a pufované výrobky do müsli, směsi na pečení, chléb, pečivo, buchty, koláče, sušenky, bezlepková pizza, bezlepkové pivo. Příkladem používané speciální úpravy běžných obilovin je pšeničný deproteinovaný škrob. Také například v českém bezlepkovém pivě Celia jsou peptidy lepku rozštěpeny fungálními proteázami.

4.1. Bezlepkové obiloviny

Bezlepkové obiloviny – rýže, proso, čirok a kukuřice – mají nevýhodu v tom, že neobsahují plnohodnotné bílkoviny – limitní aminokyselinou je lysin, u kukuřice lysin a tryptofan.

Rýže setá (*Oryza sativa*) je velmi rozšířenou obilovinou na světě z hlediska objemu produkce. Z nutričního hlediska je nejbohatší „indiánská rýže“ s dlouhými úzkými černými obilkami, kromě jiných důležitých složek obsahuje 15 % bílkovin, 6 % vlákniny, minerální látky draslík, zinek, hořčík, železo a vitaminy skupiny B (B2, B3, B6, kyselinu listovou). Indiánská rýže ale není rýže, ale ovsucha (*Zizania palustris* a *Zizania aquatica*)

Kukuřice setá (*Zea mays*) obsahuje přes 7 % vlákniny, minerální látky draslík, zinek, selen, železo, vitaminy B1, B2, B3 a přibližně 5 % tuku s obsahem mono- (MUFA, *Mono Unsaturated Fatty Acids*) i polynenasycených (PUFA, *Poly Unsaturated Fatty Acids*) mastných kyselin. Žluté zrno kukuřice obsahuje rovněž β -karoten a karotenoid lutein.

Čirok zrnový (*Sorghum bicolor* var. *Eusorghum*) obsahuje 12 % bílkovin, přes 3 % tuku, s obsahem MUFA i PUFA, 6 % vlákniny a vitaminy skupiny B – B1, B2, B3, B6, minerální látky, zejména hořčík, draslík a železo. V bezlepkové chlebové směsi je možné použít mouku z loupaného bílého zrna v množství 60 % i více. Limit pro tanin v čirokové mouce pro lidskou výživu je 0,3 % na sušinu podle Codex Stan 173-1989.

Proso seté (*Panicum miliaceum*) bylo pěstováno již Slovy. Jeho loupané zrna se nazývají jáhly. Jáhly obsahují 10-11 % bílkovin, 4 % tuku (s obsahem MUFA i PUFA), 12 % vlákniny, vitaminy B1, B2, B3, B6, foláty a z minerálních látek železo a zinek.

4.2. Bezlepkové pseudoobiloviny

Řešením pro bezlepkovou dietu jsou i pseudoobiloviny, které obsahují vyšší množství proteinů než klasické cereálie. Navíc u nich lysin (ani jiná esenciální aminokyselina, např. arginin a histidin esenciální pro děti) není limitující a nachází se ve vyšším množství. Mají rovněž vysoký obsah vlákniny, minerálních látek a některých vitaminů. Například amarant a quinoa obsahují dvojnásobek minerálních látek než klasické cereálie (Saturni a kol. 2010). Obsah železa (11-33 mg/100 g) a vápníku (100-150 mg /100 g) je u teffu vyšší než v pšenici, ječmenu, čiroku a rýži (Penagini a kol. 2013).

Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum* Moench) je pseudoobilovina z čeledi rdesnovitých (polygonaceae). Nažky obsahují plnohodnotné bílkoviny, vysoký obsah vitaminu skupiny B, vitaminu C a E a minerální látky, hlavně draslík, hořčík, fosfor, zinek a selen. Pohanka je rovněž zdrojem flavonoidu rutinu (Wijngaard a Arendt, 2006). Do bezlepkového chleba se přidává pohanková mouka v množství 10-30 % na suchou směs.

Quinou, merlík chilský (*Chenopodium quinoa*), využívali již Inkové přes 5.000 lety. Semena jsou pokryta pryskyřičnatým povrchem obsahujícím saponiny. Musí být proto obroušena nebo máčena. Mohou mít barvu bílohnědou, žlutou, oranžovou, červenou i černou. Obsahují plnohodnotné bílkoviny (14 %), dále 6 % vlákniny, 6 % tuku s obsahem PUFA i MUFA, vitaminy B1, B2, B6, kyselinu listovou, minerální látky draslík, hořčík a zinek (Taylor a Parker, 2002). Mouka z quinoi se využívá v množství 20-30 % v suché směsi.

Teff, milička habešská (*Eragrostis tef*) pochází z Etiopie. V současnosti je hlavním pěstitelem Etiopie, ale pěstuje se např. i v USA a Austrálii. Vyrábí se z něj kaše a plochý chléb s názvem injera. Semena mohou mít různou barvu – bílou, červenou či černou. Obsahují plnohodnotné bílkoviny – 13 %, bílkoviny nemají charakter lepku a vzhledem k převládajícímu zastoupení prolaminů jsou lehce stravitelné. Vlákniny obsahuje 8 % a tuku 2 %. Má vysoký obsah železa a vápníku, ale obsahuje i fosfor, draslík, hořčík a zinek. Z vitaminů obsahuje vitaminy C, B1, B3, B6 (Hrušková a Švec, 2013).

Laskavec, amarant, je z čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*). Nejvíce jsou využívány druhy *Amaranthus hypochondriacus* L.; *Amaranthus caudatus* L. a *Amaranthus cruentus* L. Nažky mohou být zabarveny do hněda, černa a u kulturních druhů do béžova. Amarant vykazuje vyšší obsah bílkovin (18,5 %, vyšší obsah lysinu), tuku, vlákniny než jiné obiloviny. Má vysoký obsah vitaminů skupiny B, vitaminu C a E a vysoký obsah minerálních látek (vápník, hořčík, draslík, železo) (Berghofer a Schoenlechner, 2002). Amarantový olej obsahuje vedle kyseliny olejové a linolové až 8 % skvalenu s antioxidačními účinky. Amarantovou mouku lze použít až do 30 % na suchou směs.

4.3. Oves a bezlepková dieta

Oves je bohatým zdrojem bílkovin, lipidů, B vitaminů, minerálních látek a vlákniny, tj. za předpokladu, že by neobsahoval pro celiaky a alergiky toxické sekvence aminokyselin, mohl by nutričně vylepšit bezlepkovou dietu (Comino a kol. 2015, Pawlovská a kol. 2012)

Obsah bílkovin v ovsu je proti jiným obilovinám velmi vysoký, zejména u bezpluchých odrůd, dosahuje 17 -24 %. Jsou zde obsaženy základní bílkovinné frakce (albuminy, globuliny, prolaminy, gluteliny), ale v jiném poměru než u ostatních příbuzných obilovin (viz taxonomie a tab. I. v úvodu této studie). Hlavní zásobní bílkovinou je avenalin, kterého oves obsahuje až 80 %.

Sacharidická složka obsahuje snadno štěpitelný škrob s 25-30 % amylozy. Ovesný škrob má typické chování při mazovatění. Po ochlazení je vysoce viskózní, elastický a méně podléhá retrogradaci. Možnou funkční složkou potravin jsou i β -glukany zvyšující viskozitu, pentosany a monosacharidy. Oves obsahuje 6-10 % tuku, ve složení mastných kyselin je vysoký obsah nenasycených mastných kyselin včetně esenciálních. Z fosfolipidů je majoritní lecitin. Na tukovou složku jsou vázány další lipofilní látky, které jsou sice minoritní, ale mají například významné antioxidační účinky (Singh a kol. 2013)

Oves je bohatý na jednu z nejvýznamnějších složek vlákniny (viz výše) a to na β -glukany. V případě ovsa se β -glukany (3-7 %) většinou nachází rovnoměrně rozložené ve všech vrstvách obilky včetně buněčných stěn endospermu, zatímco u pšenice (obsah β -glukanů 0,2-2 % hmotnosti zrna pšenice) je nejvyšší obsah β -glukanů v aleuronové vrstvě a podobalových vrstvách. V žitě se β -glukany nachází nejvíce v aleuronové vrstvě. Obsah β -glukanů se mění podle odrůdy ovsa. Vláknina ovsa a zvláště obsažené β -glukany ovlivňují funkci trávicího traktu, protože přijímají vodu, bobtnají a zvyšují tak pocit nasycení. V tlustém střevě podléhají β -glukany fermentaci střevní mikroflórou, tj. mají prebiotické účinky. Podle současných poznatků se β -glukany podílejí na regulaci krevního tlaku, zvyšuje vylučování a transport žlučových kyselin a následně zlepšují profil krevních lipidů – mají vliv na vzájemný podíl LDL a HDL cholesterolu. β -glukany ovlivňují hladinu postprandiální glukózy (po jídle) v krvi a zpomalují sekreci inzulínu (Daou a zhang 2012)

Antioxidační potenciál ovsa se odvíjí od obsahu polyfenolických látek, lipofilních látek typu tokoferolů, tokotienolů, sterolů a flavonoidních barviv. Oves obsahuje řadu fenolických kyselin, jako například kyselinu ferulovou, kávovou, p-hydroxybenzoovou, p-hydroxyfenyloctovou, vanillovou, syringovou, kumarovou, sinapovou a jiné. Na antioxidační aktivitě ovsa se podílí i kyselina fytová. Zajímavý je z tohoto pohledu i obsah barviv v některých kultivarech ovsa, kdy mohou být obilky nejen žlutozrné, ale i tmavé až černé podle obsahu antokyanových barviv. Látky s antioxidačním účinkem nejsou v zrna ovsa rozloženy rovnoměrně, takže se jejich obsah liší v různých frakcích při zpracování ovsa. Specifickými látkami jsou avenanthramidy, kterých obsahuje oves asi 40 typů. Jedná se o deriváty hydroxyskořicové nebo 2-aminobenzoové (antranilové), které jsou považovány za látky s protizánětlivým a antiatherogenním účinkem (Koenig a kol. 2014).

Z ovsa byl izolován gramin, alkaloid odpovědný za mírný sedativní účinek ovsa (Singh a kol. 2013).

Oves je, jak je zřejmé z předchozího textu a jak je vcelku i obecně známo, nutričně velmi významnou a přínosnou obilovinou a možnost jejího bezpečného zařazení do bezlepkové stravy by byla jejím významným obohacením.

Na bezpečnost zařazení ovsa do bezlepkové diety jsou však velmi rozdílné názory. Při posuzování toxicity ovsa pro pacienty s celiakií se jako první porovnávalo složení jednotlivých frakcí ovesných bílkovin s frakcemi ostatních obilovin. V bílkovinách ovsa je 10-20 % prolaminů, zatímco v pšenici 40-50 %, v žitě 30-50 % a ječmeni 35-45 % prolaminů. Aveniny se vyskytují v ovsu jako monomerní bílkoviny i jako agregáty spojené disulfidickými můstky. V sekvenci aminokyselin obsahují 35-50 % prolinu a glutaminu, zatímco pšenice a ječmen obsahují těchto aminokyselin až 70 % a naopak obiloviny povolené pro bezlepkovou dietu pouze 25-30 %. Vyšší obsah prolinu a glutaminu znamená vyšší pravděpodobnost výskytu toxických sekvencí v molekule. Avenin obsahuje místo repetitivních úseků těchto sekvencí pouze 2 krátké domény, má také jiné uspořádání cysteinů a tím jiné pozice disulfidických vazeb. Tímto stavem se vysvětluje nižší toxicita ovsa pro celiaky. Odlišné složení bílkovin ovsa může být dáno jeho poněkud odlišným taxonomickým zařazením od ostatních „toxických „ obilovin, které jsou si vzájemně více příbuzné (viz taxonomie v úvodu studie).

Codex Alimentarius (*Codex Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten*) uvádí v části věnované definici glutenu, prolaminu a bezlepkovým potravinám u ovsa poznámku: „oves může být tolerován většinou osob, ale ne všemi osobami, které trpí intolerancí k lepku. Proto povolení konzumace ovsa nekontaminovaného pšenicí, žitem nebo ječmenem v potravinách, které jsou součástí tohoto standardu, budou řešeny na národní úrovni.“ Otázku použití ovsa v bezlepkové dietě řešilo také Nařízení Komise (EU) č. 828/2014 o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku viz kapitola o legislativě, tj. pro zařazení ovsa do bezlepkové diety by platil stejný limit 20mg lepku/kg jako pro ostatní potraviny.

Závěry některých studií ukázaly, že pacienti s celiakií mohou konzumovat oves. Jedinou podmínkou je, že oves nesmí být kontaminován pšenicí, ječmenem nebo žitem (Farage a kol. 2014, Sjoberg a kol. 2014, Tapsas a kol. 2014). A tady může nastat problém, studie věnované právě kontaminaci ovsa prokázaly, že oves bývá právě velmi často kontaminován, a to především ječmenem, pšenicí a méně žitem (Thompson 2004, La Vieille a kol. 2016). Pro pacienty s celiakií to tedy znamená kupovat oves, ovesné vločky, případně další potravinářské výrobky na bázi ovsa pouze od firem, které jsou schopny zajistit naprostou čistotu těchto výrobků.

Pravdou je, že většina autorů těchto prací doporučuje, aby každý konkrétní pacient konzumaci ovsa konzultoval se svým ošetřujícím lékařem a také, že oves nemá být hlavní složkou bezlepkové diety ale spíše doplněním, zpestřením. V případě konzumace ovsa pacientem je také doporučena častější návštěva u lékaře a kontrola protilátek.

Možnost skutečně bezpečného zařazení nekontaminovaného ovsa do diety pro celiaky by pro ně byla jistě přínosná. Ovesné výrobky by přispívaly k rozšíření sortimentu potravin u celiaků, zlepšením nutriční hodnoty bezlepkové diety a jako zdroj potřebné vlákniny, jejíž přísun je u běžné bezlepkové diety nízký.

Vedle toho, že se vyskytují názory, že by oves neměly konzumovat děti mladší 8 let, u kterých není imunitní systém zcela vyvinut a naopak osoby starší 55-60 let, kdy již imunitní systém nefunguje zcela dokonale, existují i práce, které poukazují na to, že i avenin může působit v imunologickém systému tenkého střeva u některých jedinců stejně jako gliadin pšenice. U některých pacientů s celiakií byly stanoveny vyšší obsahy protilátek IgG a IgA proti aveninu. Jiná studie byla zaměřena na testování expozice ovsem u devíti pacientů s celiakií. Autoři studie referují, že u některých pacientů jsou T-buňky rozeznávající prolaminové peptidy, které následně způsobují zánětlivé procesy na střevní sliznici. Intolerance k ovsu může vést u pacientů, kteří drží přísnou bezlepkovou dietu a současně konzumují oves k atrofii střevních klků.

Nejnovější výzkumy ukazují, že některé kultivary ovsa obsahují více imunotoxických bílkovinných sekvencí a jiné kultivary ovsa lze považovat za bezpečné z hlediska intolerance lepku. Veškerá data u těchto kultivarů ale musí být ještě bezpečně ověřena (Silano a kol. 2014, Comino a kol. 2016, Real a kol. 2012)

Pokud bychom chtěli opravdu bezpečný oves pro bezlepkovou dietu, je nutné vybrat vhodné kultivary s nízkým obsahem aveninu. Tyto kultivary je možné dále šlechtit. Systém pěstování a zpracování takových ovسů musí zabránit křížové kontaminaci jinými obilovinami. Předpokladem je také existence vhodné metody na stanovení aveninu (Frič a kol. 2011)

Komerčně dostupné ELISA soupravy pro stanovení glutenu (gliadinu) jsou totiž konstruovány tak, aby byly schopny zachytit bílkoviny pšenice, žita a ječmene a jejich hybridů, specifita použitých protilátek ale není namířena proti bílkovinám ovsa. Komerční souprava na stanovení ovsa není k dispozici. Je ale možné zjistit, zda nejsou v ovsu příměsi jiných obilovin. Znamená to důslednou kontrolu a značení výrobků z ovsa a poučení spotřebitelů - celiaků.

Shrnutí VI:

Zatímco rýži, proso, čirok a kukuřici můžeme do bezlepkových diet bez obav zařazovat, u ovsa zůstává situace ve skutečnosti stále nejednoznačná a doporučovat konzumaci ovsa celiakům je problematické až riskantní. Proto se na základě dosavadních znalostí přidržíme tohoto stanoviska a konzumaci ovsa, ani deklarovaného jako čistý, celiakům na základě dosavadních poznatků nedoporučujeme.

Literatura ke kapitole 3 a 4

Agostoni, C., Decsi, T., Fewtrell, M., Goulet, O., Kolacek, S., Koletzko, B., Michaelsen, K. F., Moreno, L., Puntis, J., Rigo, J., Shamir, R., Szajewska, H., Turck, D., van Goudoever, J. (2008)

Complementary Feeding: A Commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology & Nutrition* 46(1): 99-110

Akobeng, A.K., Ramanan, A.V., Buchan, I., Heller, R.F. (2006) Effect of breast feeding on risk of coeliac disease: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Arch Dis Child* 91:39–43

Berghofer, E., & Schoenlechner, R. (2002): Grain amaranth. In P. S. Belton & J. R. N.Taylor (Eds.), *Pseudocereals and less common cereals: grain properties and utilization potential* (pp. 219–260). Berlin: Springer-Verlag

Briani, C., Samaroo, D., Alaedini, A. (2008): Celiac disease: From gluten to autoimmunity. *Autoimmunity Reviews* 7, 644-650.

Březková, V., Mužíková, L., Matějová, H. (2014): Výživová doporučení pro laiky. *Zpravodaj pro školní stravování, Výživa a potraviny* 5, 77-80.

Carroccio, A., Mansueto, P., Iacono, G., Soresi, M., D'Alcamo, A., Cavataio, F., Brusca, I., Florena, A. M., Ambrosiano, G., Seidita, A., Pirrone, G., Rini, G.B. (2012): Non-Celiac Wheat Sensitivity Diagnosed by Double-Blind Placebo-Controlled Challenge: Exploring a New Clinical Entity. *The American Journal of Gastroenterology* 107, 1898-1906.

Catassi, C., Fasano, A. (2010): Celiac disease diagnosis: simple rules are better than complicated algorithms. *American Journal of Medicine* 123 (8), 691-693.

Codex Alimentarius, CODEX STAN 118 – 1979 revised in 2008, <http://www.codexalimentarius.net>

Di Stefano, M., Mengoli, C., Bergonzi, M., Corazza, G.R. (2013): Bone Mass and Mineral Metabolism Alterations in Adult Celiac Disease: Pathophysiology and Clinical Approach. *Nutrients* 5 (11), 4786-4799.

Fasano, A. (2005): Clinical presentation of celiac disease in the pediatric population. *Gastroenterology* 128 (4, Suppl. 1), 68-73.

Fasano, A., Catassi, C. (2012): Celiac disease. *New England Journal of Medicine* 367, 2419-2426.

Frič, P., Zavoral, M., Dvořáková, T. (2013): Choroby způsobené lepke. *Vnitřní Lékařství* 59 (5), 376-382.

Gabrovská D., Hálová I., Chrpová D., Ouhrabková J., Sluková M., Vavreinová S., Faměra O. Kohout P., Pánek J., Skřivan P (2015): *Obiloviny v lidské výživě*. Forsapi, Praha, 54.

Gabrovská D., Hálová I., Chrpová D., Ouhrabková J., Sluková M., Vavreinová S., Faměra O. Kohout P., Pánek J., Skřivan P (2015): *Obiloviny v lidské výživě*. Forsapi, Praha, 54.

Han, Y., Chen, W., Li, P., Ye, J. (2015): Association between coeliac disease and risk of any malignancy and gastrointestinal malignancy, *Medicine (Baltimore)* 94 (38), e1612.

- Heroldová, M. (2002): Klinické projevy alergie. Lékařské listy: 16, 5.
- Hoffmanová, I., Sánchez, D. (2015): Neceliakální glutenová senzitivita. Vnitřní lékařství 61, 219-226.
- Hoffmanová, I., Sánchez, D. a Džupa, V. (2015): Postižení kostí a kloubů při celiakii. Acta chirurgiae orthopaedicae et traumatologiae Čechoslovaca. 82, 308 – 312.
- Hrušková, M., Švec, I. (2013): Milička habešská (*Eragrostis tef*) a možnosti užití pro potravinářské účely. Výživa a potraviny 4, 106-108.
- Husby, S., Koletzko, S., Korponay-Szabó, I.R., Mearin, M.L., Phillips, A., Shamir, R., Troncone, R., Giersiepen, K., Branski, D., Catassi, C., Lelgeman, M., M. Mäki, M., Ribes-Koninckx, C., Ventura, A., Zimmer, K.P. (2012) European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition Guidelines for the Diagnosis of Coeliac Disease. For the ESPGHAN Working Group on Coeliac Disease Diagnosis, on behalf of the ESPGHAN Gastroenterology Committee. J Pediatr Gastroenterol Nutr 54 (1):136–160
- Kneepkens, C.M.F., von Blomberg, B.M.E. (2012): Clinical practice. Coeliac disease. European Journal of Pediatrics 171, 1011-1021.
- Kohout, P. (2008) Novinky v bezlepkové dietě. Interní medicína pro praxi 10 (3): 113-115
- Lebwohl, B., Rubio-Tapia, A., Guandalini, S., Newland, C., Assiri, A. (2012): Diagnosis of celiac disease. Gastrointestinal Endoscopy Clinics of North America 22 (4), 661–677.
- Ludvigsson, J.F., Leffler, D.A., Bai, J.C., Biagi, F., Fasano, A., Green, P.H.R., Hadjivassiliou, M., Kaukinen, K., Kelly, C.P., Leonard, J.N., Lundin, K.E.A., Murray, J.A., Sanders, D.S., Walker, M.M., Zingone, F., Ciacci, C. (2013): The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. Gut 62, 43-52.
- Marsh, M.N. (1989): Studies of intestinal lymphoid tissue: XIII. Immunopathology of the evolving celiac sprue lesion. Pathology - Research and Practice 185 (5), 774-777.
- Missbach B., Schwingshackl L., Billmann A., Mystek A., Hickelsberge M., Bauer G., König J. (2015): Gluten-free food database: the nutritional quality and cost of Packard gluten-free food. Peer Journal 3, 1337. (DOI 10.7717/peerj.1337)
- Nagyová L., Košičiarová I., Rybanská J., Holienčová M. (2016): Celiac Disease – the Situation on the Slovak Market, Potravinárstvo Scientific Journal for Food Industry 10 (1), 323-331 (doi:10.5219/582)
- Penagini, F., Dilillo, D., Meneghin, F., Mameli, C., Fabiano, V., Zuccotti, G.V. (2013) Gluten-Free Diet in Children: An Approach to a Nutritionally Adequate and Balanced Diet. Nutrients 5(11), 4553-4565
- Penagini, F., Dilillo, D., Meneghin, F., Mameli, C., Fabiano, V., Zuccotti, G.V. (2013): Gluten-Free Diet in Children: An Approach to a Nutritionally Adequate and Balanced Diet. Nutrients 5 (11), 4553-4565.

Příbylová, P. (2012): Bezlepková dieta pro praxi. *Medicína pro praxi* 9 (2), 78-81.

Rostom, A., Dubé, C., Cranney, A., Saloojee, N., Sy, R., Garritty, C., Sampson, M., Zhang, L., Yazdi, F., Mamaladze, V., Pan, I., Macneil, J., Mack, D., Patel, D., Moher, D. (2005): The Diagnostic Accuracy of Serologic Tests for Celiac Disease: A Systematic Review. *Gastroenterology* 128, 38–46.

Salmi, T.T., Hervonen, K., Kautiainen, H., Collin, P., Reunala, T. (2011): Prevalence and incidence of dermatitis herpetiformis: a 40-year prospective study from Finland. *Brit J Dermatol.* 165: 354-359

Sapone, A., Bai, J.C., Ciacci, C., Dolinsek, J., Green, P.H.R., Hadjivassiliou, M., Kaukinen, K., Rostami, K., Sanders, D.S., Schumann, M., Ullrich, R., Villalta, D., Volta, U., Catassi, C., Fasano, A. (2012): Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. *BMC Medicine* 10, 13-25.

Saturni, L., Ferretti, G., Bacchetti, T. (2010) The Gluten-Free Diet: Safety and Nutritional Quality. *Nutrients* 2(1), 16-34

Saturni, L., Ferretti, G., Bacchetti, T. (2010): The Gluten-Free Diet: Safety and Nutritional Quality. *Nutrients* 2 (1), 16-34.

Segura, M.E.M., Rosell, C.M. (2011): Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads. *Plant Foods for Human Nutrition* 66 (3), 224-230.

Staudacher, H.M., Gibson P.R. (2015): How healthy is a gluten-free diet? *British Journal of Nutrition* 114 (10), 1539-1541.

Tack, G.J., Verbeek, W.H.M., Schreurs, M.W.J., Mulder, C.J.J. (2010): The spectrum of celiac disease: epidemiology, clinical aspects and treatment. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology* 7, 204-213.

Tatham AS, Shewry PR (2008): Allergens in wheat and related cereals. *Clinical and Experimental Allergy* 38, 1712-1726.

Taylor, J. R. N., & Parker, M. L. (2002). Quinoa. In P. S. Belton & J. R. N. Taylor (Eds.), *Pseudocereals and less common cereals: grain properties and utilization* (pp. 93–122). Berlin: Springer-Verlag

Větvička V. (2009): Beta Glukan - Tajemství přírody. Gynpharma s.r.o., Praha.

Volta, U., Caio, G., Tovoli, F., De Giorgio, R. (2013): Non-celiac gluten sensitivity: questions still to be answered despite increasing awareness. *Cellular & Molecular Immunology* 10, 383-392.

Wijngaard, H. H., & Arendt, E. K. (2006). Buckwheat. *Cereal Chemistry*, 83(4), 91–401

Literatura ke kapitole 4.3

Comino, I., de Lourdes Moreno, M., Sousa, C. (2015): Role of oats in celiac disease. *World J. Gastroenterol.* 21(41), 11825-11831.

Comino, I., Bernardo, D., Bancel, E., de Lourdes-Moreno, M., Sanchez, B., Barro, F., Suligoi, T., Ciclitira, P.J., Cebolla, A., Knight, S.C., Branlard, G., Sousa, C. (2016): Identification and molecular characterization of oat peptides implicated on coeliac immune response. Food & Nutrition Research 60, Article Number: 30324.

Daou, S., Zhang, H. (2012) Oat Beta-Glucan: Its Role in Health Promotion and Prevention of Diseases Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 11, 355-365. (doi: 10.1111/j.1541-4337.2012.00189.x)

Farage, P., Boas, G.V., Gandolfi, L., Oratesi, R., Puppini Zandonadi, R. (2014): Is the Consumption of Oats Safe for Celiac Disease Patients? A Review of Literature. Journal of Food and Nutritional Disorders 3 (3). (<http://dx.doi.org/10.4172/2324-9323.1000138>)

Frič, P., Gabrovská, D., Nevoral, J. (2011): Celiac disease, gluten-free diet, and oats. Nutr. Rev. 69(2), 107-115.

Chmelová, D., Ondrejovič, M., Havrlentová, M., Hozlár, P (2015): Antioxidant activity in naked and hulled oat (*Avena sativa* L.) varieties. J. Microbiol. Biotech. Food Sci. 4, 63-65.

Kasarda D.D., Okita T.W., Bernardin J.E., et al. (1984): Nucleic acid [cDNA] and amino acid sequences of α -type gliadin from wheat [*Triticum aestivum*]. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America – Biological Sciences 81, 4712-4716.

Koenig, R., Dickman, J.R., Kang, Ch., Chu, Y.F., Li, L. (2014): Avenanthramide supplementation attenuates exercise-induced inflammation in postmenopausal women. Nutrition Journal 13, 21.

La Vieille, S., Pulido, O.M., Abbot, M., Koerner, T., Godefroy, S. (2016): Celiac disease and gluten-free oats: A Canadian position based on a literature review. Canadian Journal of Gastroenterology and Hepatology, Article Number: 1870305. (<http://dx.doi.org/10.1155/2016/1870305>)

Pawlovska, P., Diowks, A., Kordialik-Bogacka, E. (2012): State-of-the-Art incorporation of oat into a gluten-free diet. Food Reviews International 28 (2), 330-342.

Real, A., Comino, I., de Lorenzo, I., Merchan, F., Gil-Humanes, J., Gimenez, M., Lopez-Casado, M.A., Torres, M.I., Cebolla, A., Sousa, C., Barro, F., Piston, F. (2012): Molecular and Immunological Characterization of Gluten Proteins Isolated from Oat Cultivars That Differ in Toxicity for Celiac Disease. Plos ONE 7 (12), Article number: 48365.

Silano, M., Pozo, E.P., Uberti, F., Manfredelli, S., Del Pinto, T., Felli, C., Budelli, A., Vincentini, O., Restani, P (2014): Diversity of oat varieties in eliciting the early inflammatory events in celiac disease. European Journal of Nutrition 53 (5), 1177-1186.

Singh, R., De, S., Belkheir, A. (2013): *Avena sativa* (Oat), a potential nutraceutical and therapeutic agent. An overview. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 53(2), 126-144.

Sjöberg, V., Hollen, E., Pietz, G., Magnusson, K.E., Magnusson, K.F., Sundström, M., Holmgren Peterson, K., Sundström, O., Hernell, O., Hammarström, S., Högberg, L., Hammarström, M.L.

(2014): Noncontaminated Dietary Oats May Hamper Normalization of the Intestinal Immune Status in Childhood Celiac Disease. *Clinical and Translation Gastroenterology* 5(6), Article number: e58.

Tapsas, D., Fälth-Magnusson, K., Högbergh, L., Hammersjö, J.A., Hollén, E. (2014): Swedish children with celiac disease comply well with a gluten-free diet, and most include oats without reporting any adverse effects: a long-term follow-up study. *Nutrition Research* 34, 436-441.

Thompson, T. (2004): Gluten Contamination of Commercial Oat Products in the United States. *New England Journal of Medicine* 351 (19), 2021-2022.

5. Bezlepkové suroviny v pekárenských výrobcích, podrobný výčet

Objem výroby bezlepkových pekárenských výrobků i směsí pro domácí pečení stále narůstá, rozšiřuje se i škála vhodných surovin.

Mezi tradiční bezlepkové suroviny se řadí rýže setá (*Oryza sativa*), kukuřice setá (*Zea mays*), proso seté (*Panicum miliaceum*), pohanka setá (*Fagopyrum esculentum*), sója luštinatá (*Glycine max*), brambor hlíznatý, rozšířilo se i používání lupiny (*Lupinus angustifolius*, *Lupinus albus*). Jako součást výrobků mohou být v menším množství (kvůli výrazné chuti) přidávány i mouky z luštěnin, zejména z cizrny (*Cicer arietinum*), hrachu setého (*Pisum sativum*), čočky jedlé (*Lens culinaris*) a fazolu obecného (*Phaseolus vulgaris*) (Příhoda a kol. 2004; Prugar a kol. 2008; Pelikán a kol. 2016).

Nutričně bohatými a chuťově zajímavými jsou v Evropě dříve nevyužívané „dávné plodiny“ z Afriky, Jižní Ameriky a Asie jako je quinoa, teff a amarant. V USA je široce využíván širok zrnový.

Rýže

Rýže setá (*Oryza sativa*) je travina, pocházející z tropických oblastí Afriky a zejména Asie, v Číně byla domestikována před 8200-13500 lety. Je z hlediska objemu produkce nejrozšířenější světovou obilovinou.

Dalším pěstovaným druhem je rýže africká (*Oryza glaberrima*) pěstovaná v povodí Nigeru.

Na trhu se vyskytuje více odrůd rýže, lišících se tvarem a délkou zrna, jeho úpravou apod. Pro bezlepkové pekařské výrobky je vhodná mouka z pololoupané rýže ve směsi s moukou z rýže loupané. Nutričně nejbohatší je „indiánská rýže“ (*Zizania*) s úzkými dlouhými černými obilkami, má sušinu 92 %, obsahuje kolem 77 % sacharidů, až 15 % bílkovin, vlákniny 6 %, z prvků zinek, draslík, hořčík, železo a vitaminy skupiny B (kyselina listová, B2, B3, B6).

Vyrábí se rovněž rýžový bílkovinný koncentrát (80 % bílkovin) včetně koncentráту bílkovin z hnědé rýže (70 % bílkovin).

Kukuřice

Kukuřice setá pravá (*Zea mays* subsp. *mays*) je jednou z nejpěstovanějších bezlepkových obilnin. V Jižní i Severní Americe byla domestikována již před 5600 lety. Pěstuje se více druhů kukuřice, např. cukrová (vyšší obsah sacharosy), pukancová (s tuhou slupkou), škrobnatá (vyšší obsah amylosy), vosková (vyšší obsah amylopektinu).

Kukuřičné zrna má v průměru sušinu téměř 90 %, 75-80 % sacharidů, 9-10 % bílkovin (nejsou plnohodnotné kvůli nedostatku esenciálních aminokyselin lysinu a tryptofanu). Obsah

vlákniny je přes 7 %, z nutričně významných minerálních látek obsahuje selen, draslík, železo a zinek a dále vitaminy skupiny B (B1, B3, B2).

Žluté zrna obsahuje i β -karoteny, vitamin A a karotenoid lutein. Tuku je v zrna kukuřice vyšší množství - až 5 %, z toho monoenoových mastných kyselin (MUFA) průměrně 1,3 % a polyenoových (PUFA) kolem 2,2 %.

Považení kukuřice s vápnem nebo jinou zásaditou látkou (např. při výrobě mouky na tortily), pomáhá k oddělení slupky, zvyšuje biologickou dostupnost tryptofanu a niacinu, zvyšuje nutriční hodnotu kukuřice a činí ji chutnější a stravitelnější. Bezlepkovým pekařským výrobkům dodává kukuřičná mouka ze žlutého zrna příjemnou barvu, je vhodné ji kombinovat s dalšími surovinami.

Proso

Proso seté (*Panicum miliaceum*) je travina patřící k nejstarším kulturním plodinám. Jeho pěstování započalo již na samém počátku neolitu v Mandžusku a Mongolsku, bylo jednou z hlavních plodin pěstovaných Slovany. V pekárenství se používá loupané zrna – jáhly.

Jáhly obsahují přes 90 % sušiny, 10-11 % bílkovin s nízkým obsahem lysinu, 4 % tuku, z čehož 0,8 % tvoří MUFA a 2,1 % PUFA. Mají vysoký obsah vlákniny až 12 %, z minerálních látek je zastoupeno železo (2,9 mg/100 g) a zinek (1,7 mg/100 g). Jsou přítomny vitaminy skupiny B (foláty, B1, B3, B2, B6).

Čirok zrnový

(*Sorghum bicolor* var. *Eusorghum*)

Pochází ze střední Afriky, kde začal být využíván před více než 4000 lety, odkud se dostal do Indie a Pákistánu. V současnosti se pěstuje hlavně v USA, Nigérii, Indii a Mexiku. V Africe, Asii a Latinské Americe je hojně využíván jako potravina.

Čirok obsahuje 12 % bílkovin, které však podobně jako ostatní obiloviny mají nízký obsah esenciální aminokyseliny lysinu. Obsah tuku je přes 3 %, z čehož je 1 % MUFA a téměř 1,5 % PUFA. Obsah vlákniny je 6 %, obsahuje větší množství vitaminu B6, menší množství B3, B1 a B2. Z minerálních látek má vysoký obsah hořčíku, vyšší obsah železa a draslíku.

Mouku z loupaného bílého zrna lze použít v bezlepkové chlebové směsi v podílu 60 % i výše. U čiroku je problém s vysokým obsahem taninu, který způsobuje hořkou chuť a je považován za antinutriční látku. Pro potravinářské účely se vybírají odrůdy s nízkým obsahem taninů. Odrůdy s tmavým zrnem je nutné zbavit slupek, obsah taninů se sníží i fermentačními postupy.

Pohanka setá

Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum* Moench) je jednoletá dvouděložná, teplomilná rostlina, která patří do čeledi rdesnovitých (Polygonaceae). Tato pseudoobilovina se na našem území hojněji pěstovala od 16. století, a to zejména v horských oblastech a na chudých

půdách. Pohanka patřila v minulosti k významným plodinám, v některých regionech byla velmi oblíbená a tvořila součást každodenní stravy obyvatel. Postupně však její význam klesal. Renesance nastala v 90. letech 20. století v souvislosti s jejím uplatněním v ekologických systémech hospodaření. Nažky jsou zdrojem kvalitních bílkovin s vysokým obsahem esenciálních aminokyselin, hlavně lysinu a vynikají vysokým obsahem vitaminů, zejména skupiny B, vitaminu C a E, minerálních látek, zejména hořčíku, draslíku, fosforu a některých mikroprvků (např. měď, zinek a selen).

Nejvíce je pohanka ceněna jako bezlepková surovina a přírodní zdroj bioflavonoidu rutinu. Rutin je významná látka, která má velice příznivé účinky na zvýšení pružnosti cév, na léčbu oběhových problémů a aterosklerózy, na snížení krevního tlaku a má stimulační vliv na využití vitaminu C v organismu. Obsah rutinu v pohance je závislý na genotypu, podmínkách pěstování, vývojové fázi, části rostliny a ročníku.

Do bezlepkového chleba lze přidávat krupky i mouku v množství 10-30 % na suchou směs, vynikající jsou pohankové slady, hvozděné při 55 °C a karamelové slady hvozděné při 105 °C, v přídávku 10-20 %. Bezlepkové výrobky je možné obohatit též koncentráty pohankových bílkovin.

Pohanka tatarská, tatarka

Pohanka tatarská (*Fagopyrum tataricum Gaertn*) je příbuzná více známé a používané pohance seté. Tatarka je však odolnější vůči chladu a suchu, je schopná lépe využívat minerální látky z půdy a je vhodná pro pěstování v okrajových zemědělských oblastech. Její původní vlasti je východní Asie, pěstuje se ve vysokohorských oblastech Číny, Nepálu, Indie a Japonska, kde je schopna vegetace až do nadmořské výšky 4400 m n. m. Může být využita jako medonosná rostlina.

V chemickém složení je významný zejména vyšší obsah rutinu oproti klasické pohance. Nať tatarky obsahuje v sušině až 3 % rutinu a v nažkách bylo nalezeno 0,8-1,7 % rutinu v sušině. Oproti pohance seté je zde i vyšší obsah vitaminů skupiny B. V oblastech tradičního pěstování je tatarka využívána jako listová zelenina, jako surovina pro přípravu mouky, na přípravu místního piva i jako léčivá rostlina. Mouka z tatarky obsahuje v sušině asi 10 % bílkovin, 1,8 % popela, 2,5 % tuku a 6 % vlákniny potravy. Mouka se může v omezené míře (cca 20 %) přidávat do pečiva nebo těstovin. Hlavní těžiště využití tatarky však zatím zůstává v léčebné oblasti a v kosmetice.

Quinoa

Quinoa, merlík čilský, (*Chenopodium quinoa*) patří také do skupiny pseudoobilovin. Již před 5000 roky ji využívali jako potravinu Inkové v pohoří And na území dnešního Peru a Chile, název znamená „matka zrno“. Po kolonizaci těchto oblastí její pěstování upadlo. Od 70. let minulého století je opět pěstována, zejména na vývoz, hlavně v Bolívii a Peru. Je označována za „superpotravinu“. Semena mohou mít různou barvu – žlutou, oranžovou, červenou,

hnědou, fialovou, černou. Jsou pokryta pryskyřičnatým povlakem, obsahujícím hořké saponiny, takže musí být obroušena nebo máčena, potom jsou semena bílá.

Semena mají vysoký obsah plnohodnotných bílkovin (14 %), obsahujících všechny esenciální aminokyseliny. Jejich tuk, kterého obsahují 6 %, tvoří přes 3 % PUFA a téměř 2 % MUFA. Vlákniny je v semenech obsaženo 6 %, vysoký je i obsah vitaminů skupiny B (B1, B2, B6 a kyseliny listové). Z minerálních látek je ve větším množství přítomný hořčík, draslík a zinek.

Mouka z quinoi je vhodná jak pro slané, tak sladké pekařské výrobky v množství 20-30 % v suché směsi.

Teff

Teff – milička habešská (*Eragrostis tef*) je travina pocházející z Etiopie, kde byla domestikována před více než 8000 lety. V Etiopii dodnes slouží jako potrava a je pěstována ve velkém měřítku. Barva semen je od smetanově bílé přes červenou po černou.

Semena mají vysokou nutriční hodnotu, obsahují hodnotné dobře stravitelné bílkoviny s vysokým obsahem lysinu, bohaté na methionin a cystin. Obsah bílkovin je 13 %, tuku přes 2 %, vlákniny 8 %. Je zdrojem vitaminů B1, B6, B3. Z minerálních látek je významný obsah železa, hořčíku, zinku, draslíku. Do pekařských výrobků lze přidávat až 30 % teffové mouky na suchou směs.

Laskavec (amarant)

Tato pseudoobilovina pochází ze Střední Ameriky, byl pěstován Aztéky a Inkové na území Mexika, Guatemala a Peru již před třemi tisíci lety. Pro produkci semen jsou nejvíce využívány druhy *Amaranthus hypochondriacus* L., *Amaranthus caudatus* L. a *Amaranthus cruentus* L.

Laskavec (amarant) je v našich podmínkách jednoletá bylina z čeledi laskavcovitých (*Amaranthaceae*). Jedná se většinou o mohutné rostliny až 2 m vysoké, s vejčitými listy a květy v kloubících uspořádaných do klasů nebo lat. Plody jsou drobné nažky velikosti do 1,7 mm, hnědé, černé a u kulturních odrůd béžové barvy.

Laskavec je plodina původně teplomilná, která s výjimkou počátečního vývoje poměrně dobře snáší nedostatek vláhy v průběhu vegetační sezóny. Rostliny však nejsou mrazuvzdorné. Výhodou laskavce je, že se jeho pěstování daří i v méně úrodných a zasolených půdách. Laskavec je rostlina všestranného využití. Podařilo se prosadit pěstování laskavce na zrna a na trhu se objevily výrobky obsahující mouku z laskavce nebo upravené zrna. Využívají se tak zejména kulturní formy *A. cruentus*, *hypochondriacus* a *caudatus*.

Laskavec má ve srovnání s obilovinami vyšší výživovou hodnotu v důsledku vyššího obsahu bílkovin, tuku, některých vitaminů a minerálních látek a vlákniny. Biologická hodnota bílkovin laskavce je vyšší než u běžných obilovin vzhledem k vyššímu obsahu esenciálních aminokyselin lysinu.

Unikátní je složení lipidového podílu laskavcového zrna. Vedle nenasycených mastných kyselin s převahou kyseliny olejové a linolové obsahuje laskavcový olej až 8 % skvalenu. Tato látka s antioxidačními účinky podporuje imunitní systém a regenerační schopnosti organismu. Další užití má skvalen při výrobě kosmetiky. Škrob izolovaný z laskavce má velmi malá zrna a vysoký obsah amylopektinu. Do potravinářských výrobků vnáší takový škrob jemnou a krémovitou texturu, soudržnost a stabilitu.

Sortiment výrobků z laskavce se pomalu rozšiřuje, výrobky jsou většinou označovány jako "amarantové". V prodeji je celé zrno, které má však omezené použití, nebo zrno pufované. Pufované zrno se přidává do cereálních müsli směsí, müsli tyčinek a pufovaných chlebů. Celozrnná laskavcová – amarantová mouka je v maloobchodním prodeji k dispozici samostatně nebo ve směsích na přípravu pečiva. Tyto výrobky jsou často určeny pro bezlepkovou dietu. Ve výrobě se amarantová mouka přidává v množství cca 10 % do speciálních druhů chleba, pečiva a do sušenek. Ve směsi s kukuřicí nebo rýží je možno amarantovou mouku zpracovávat extruzí. Vedle křupek a potahovaných nebo jinak ochucených kuliček se extruzí získají instantní a zahušťovací směsi. V nabídce je i amarantová mouka odtučněná. Na trhu se objevily také amarantové těstoviny v bezvaječné variantě. Vedle klasických potravin je možno hlavně v prodejnách zdravé výživy a v lékárnách zakoupit doplňky stravy vyrobené z laskavce. Jedná se o vlákninové koncentráty ze zrna i z biomasy, amarantový olej se skvalenem, čaj s přídavkem listů laskavce nebo extrakty z listů s obsahem bioflavonoidů a vitamínu C. Do směsí lze použít amarantovou mouku až do 30 % hmotnosti suché směsi.

Sója

Sója luštinatá (*Glycine max*) je olejnína (podle FAO), dříve luštěnina. Pochází z východní Asie a její plody jsou široce využívány. Mají vysoký obsah bílkovin – 36,5 % při sušině 91,5 %, nízký obsah sacharidů 30 %; obsah vlákniny zpravidla přes 9 % a tuků 20 % je vysoký. Tuky tvoří 4,4 % MUFA a 11,3 % PUFA. Sója je i bohatým zdrojem železa, draslíku, hořčíku, selenu, obsahuje rovněž vápník. Jsou přítomny vitaminy skupiny B – foláty, B1, B2, B6, přírodní emulgátor lecitin a fytoestrogeny.

V pekárenství je využívána zejména odtučněná sójová mouka, sójové vločky, lecitin, sójový izolát s 90 % bílkovin a sójový koncentrát se 70 % bílkovin. Nevýhodou sóji jsou její alergenní účinky na disponované jedince.

Lupina

Jedná se o jednoletou bylinu z čeledi bobovitých (*Fabaceae*). Pro potravinářské využití se pěstují lupina bílá (*Lupinus albus*, *white lupin*), lupina žlutá (*L. luteus*, *yellow lupin*), lupina úzkolistá (*L. angustifolius*, *blue lupin*) a lupina andská (*L. mutabilis*, *pearl or tarwi lupin*). Lupina je pro potravinářství využívána ve formě surové i tepelně stabilizované mouky, šrotu, granulátu, vlákniny, bílkovinných koncentrátů a izolátů. Dále jsou některé složky využívány

jako emulgátory, pěnotvorné látky, přísady zvyšující vaznost nebo tvořící gel, tj. jako náhrada vajec, másla, mléka.

Lupina má vhodné technologické vlastnosti, neutrální chuť, příjemnou barvu a vhodné nutriční složení. Semena lupiny obsahují 15-45 % bílkovin, 40 % vlákniny potravy, 1-2 % sacharidů, 10-20 % tuku s vysokým obsahem kyseliny linolové a linolenové. Z minerálních látek je nejvíce zastoupen hořčík a draslík, dále železo a v menším množství vápník. Lupina obsahuje velké množství kyseliny listové, má vyšší obsah vitamínu B1 a nižší obsah vitaminů B2, B6, B3.

Přidává se v množství až 20 % do snacků, těstovin, chleba, sušenek, kávy, vegetariánských výrobků, instantních výrobků, bezlepkových výrobků. V pekárenství je používána lupinová mouka buď nativní, nebo chutnější tepelně ošetřená, která plně sensoricky i technologicky nahrazuje mouku sójovou. Využívané jsou též lupinové izoláty a koncentráty. I lupina může mít na disponované jedince alergenní účinky.

Cizrna beraní

Cizrna beraní (*Cicer arietinum* L.) je teplomilná luštěnina vhodná i do sušších oblastí. Rozlišují se dva typy cizrny. Jeden je charakteristický tmavými a menšími semeny, druhý tvoří větší semena smetanově bílé barvy.

V minulosti se pěstovala na jižní Moravě a na Slovensku. Konzumována jsou celá zrna nebo se připravuje cizrnová mouka. Ve Středomoří se připravuje kaše nebo pražená cizrna. Je možné ji vařit jako samostatnou přílohu. Pražená cizrna se přidávala do kávy.

Cizrna obsahuje 15-30 % bílkovin s vysokým obsahem lysinu. Tuk tvoří 6-7 %, množství vlákniny se pohybuje mezi 5-19 %. Cizrna je bohatým zdrojem vápníku a železa. Stejně jako ostatní luštěniny obsahují i semena cizrny antinutriční látky nepříznivě ovlivňující stravitelnost. Jejich účinky je možné eliminovat namáčením a tepelným zpracováním semen.

Hrách

Hrách setý (*Pisum sativum*) je luštěnina v Evropě známá od neolitu. Obsah sušiny je přes 90 %, vysoký obsah bílkovin přes 20 % (ovšem s nízkým obsahem methioninu) a vlákniny přes 15 %, zbytek tvoří převážně sacharidy, z toho jednoduchých cukrů bývá kolem 8 %. Z vitaminů jsou nejvíce zastoupeny kyselina listová a vitamin B1, v menším množství vitamin B2 a K. V pekárenství je využívána hrachová mouka a hrachový izolát (až 85 % bílkovin).

Fazole

Fazole (*Phaseolus*) pocházejí z Ameriky, zejména Mexika z doby před objevením Ameriky. Rod zahrnuje více než 50 druhů, v ČR se pěstuje fazol obecný (*Phaseolus vulgaris*) a šarlatový (*Phaseolus coccineus*).

Fazole jsou bohaté na vlákninu (15 %) při sušině až 90 % a bílkoviny (nepřehodnotné) (přes 20 %). Sacharidů obsahují fazole přes 60 %, tuku velmi malé množství, méně než 1 %. Z minerálních látek je vysoký obsah železa, draslíku, hořčíku, nižší je obsah vápníku a zinku

oproti ostatním luštěninám. Největší podíl vitaminů zaujímá kyselina listová, nižší je obsah B1, B2 a B3.

Fazolovou mouku lze použít jen jako složku pekařských výrobků, vyrábí se i koncentrát fazolových bílkovin.

Čočka

Čočka jedlá (*Lens culinaris*) pochází z přední Asie, kde byla využívána již od neolitu. Semena této luštěniny mohou být žlutá, červená, zelená, hnědá, černá a liší se i velikostí.

Má vysoký obsah bílkovin – přes 20 % a vlákniny 15 % při sušině 90 %. Sacharidů obsahuje přes 60 %, obsah tuků je nízký – kolem 1 %. Z minerálních látek obsahuje železo, zinek a draslík. Z vitaminů je nejvyšší obsah kyseliny listové a B1, obsah B2 a B6 je nižší.

Mouku lze použít jako přídatek do směsí. Oblibu si v poslední době získává mouka z červené čočky.

Brambory

Bramborová mouka obsahuje nízký podíl bílkovin 7 %, tuku cca 0,3 %, vysoký podíl škrobu 80 % a má nižší obsah vlákniny 4 % při sušině přes 90 %. Z minerálních látek obsahuje vysoké množství draslíku, z vitaminů má vyšší obsah B6 a nízký obsah B3 a B1.

Nevýhodou brambor může být v jejich případě možný obsah alkaloidů solaninu a chakoninu, které se vyskytují zejména pod slupkou a jejichž obsah se zvyšuje účinkem slunečního světla na skladované hlízy. Obsah solaninu je u moderních odrůd nižší než 0,2 mg/g.

Výhodou využití bramborové mouky v pekárenství je její příjemná chuť, z texturního hlediska ji lze použít jen v omezené míře jako jednu ze složek bezlepkových směsí.

6. Technologie výroby bezlepkových potravin

6.1. Výroba bezlepkového pečiva

V běžné pekárenské a pečivářenské výrobě mají zejména bílkoviny pšenice, jak již bylo naznačeno v úvodu studie, svou specifickou technologickou funkci. Pojem lepek je zde chápán jinak (tradičně) na rozdíl od definice lepku jako toxické bílkovinné frakce při celiakii. Při hnětení s vodou dochází k bobtnání pšeničných bílkovin gliadinů a gluteninů a za současného přístupu kyslíku vzniká složitý, trojrozměrný viskoelastický systém (gel – lepek v původním technologickém slova smyslu), který zajišťuje požadované viskoelastické vlastnosti těsta. Vzniká trojrozměrná dostatečně pevná a pružná spojitá síť schopná udržet velký objem plynu a tak i zabezpečit dostatečný objem, tvar a texturu pečiva. Pšeničné těsto a pečivo je právě díky těmto svým vlastnostem zcela jedinečné.

V případě těsta z žitné mouky se neuplatní žitné bílkoviny, protože nevytvářejí prostorovou strukturní síť (byť z hlediska speciální výživy jsou pro nemocné celiakii a dalšími formami intolerance stejně toxické jako ty pšeničné). Základ struktury žitného těsta zastává komplex sacharidů obsahující zejména škroby a pentosany - arabinoxylany, které jsou schopné navázat velké množství vody a posléze společně vytvořit specifickou gelovitou strukturu, která poskytuje ovšem žitnému těstu a pečivu zcela jiné vlastnosti, než jaké vykazuje pšeničné těsto. Žitné pečivo je hutnější a není zdaleka tak vláčné a lehké jako pšeničné (Sluková a kol. 2014, Skřivan 2014).

Žitnopšeničný (pšeničnožitný) chléb českého typu do jisté míry vlastnosti obou chlebových obilovin – pšenice a žita – propojuje.

Při výrobě bezlepkového pečiva a chleba je třeba specifické vlastnosti pšenice a žita nahradit. Bezlepkové obiloviny jsou v řadě zemí světa základem stravy (zejména rýže, kukuřice nebo čirok), ale málokde slouží k výrobě chleba a pečiva našeho typu. Pokud se z nich vyrábí mouka, zpracovává se pekárensky spíše do formy různých kvašených i nekvašených placek.

Technologické vlastnosti pšenice a žita je při výrobě bezlepkového chleba a pečiva nutno nahradit jiným způsobem – přidavkem specifických surovin ze skupiny hydrokoloidů.

Vedle základních bezlepkových surovin jako jsou bezlepkové mouky a škroby, je třeba přidávat technologicky a výživově funkční složky jako jsou hydrokoloidy jiného než obilného původu, různé typy rostlinné vlákniny z mnoha netradičních zdrojů a některé další zlepšující prostředky, aby bylo dosaženo dostatečného objemu pečiva, vláčnosti střídky a trvanlivosti. Přídavek vlákniny svou hydratací ovlivňuje kvalitu chleba. Kromě příznivých zdravotních účinků vláknina zlepšuje texturu, senzorickou jakost a údržnost. Je to způsobeno schopností vázat vodu, tvořit gel a zahušťovat. Rozpustná vláknina zlepšuje těsto, hrubá vláknina snižuje retenci plynu (Tsatsaragkou a kol. 2016).

Vedle toho je trendem využívat při pečení chleba fermentační procesy, tak, aby se výrobky přiblížily svými senzorickými vlastnostmi kvasovým chlebům. Jedná se o kvasy vedené

z bezlepkových surovin (mouk). Působením mléčných bakterií kvasu se tvoří vedle organických kyselin i volné aminokyseliny jako prekurzory chuťových látek, současně se odbourávají fytáty, mění se využitelnost škrobu a rozpustnost vlákniny. Vznikající organické kyseliny a antibakteriální látky prodlužují údržnost chleba. Některé mléčné bakterie produkují exopolysacharidy, které mohou ovlivnit reologické vlastnosti těsta.

Mikrostruktura bezlepkového pečiva se sleduje stejnými metodami jako u pečiva běžného. Většina struktur je menší než 100um, proto se volí kromě světelné mikroskopie také další zobrazovací techniky – SEM (scanning electron microscopy), TEM (transmission electron microscopy), CLSM (confocal laser-scanning microscopy), AFM (atomic force microscopy), MRI (magnetická rezonance), NMR (nukleární magnetická rezonance), X-ray μ CT (rentgenová mikrotomografie) (Mert a kol. 2016). Vliv zahušťovadel běžně používaných do receptur rýžových bezlepkových chlebů na množství a velikost pórů byl sledován mikrotomografií, tj. technologií umožňující prostorové zobrazení vzorku (Demirkesen a kol. 2014).

6.2. Výroba bezlepkových těstovin

Těstoviny jsou typem potravin, která je v bezlepkové dietě ještě hůře nahraditelná než pečivo a chléb. V těstovinách z tvrdé pšenice (*Triticum durum*), k jejichž výrobě se používá jemná krupice z této pšenice zvaná semolina, se lepek uplatňuje při tvorbě struktury výrobků naprosto zásadním způsobem. Lepek v průběhu hnětení těsta nabobtná a při zahřevu pak koaguluje a vytvoří síť zachycující částice škrobu. Při vaření proniká voda do těstoviny a dochází k mazovatění škrobu. Amylóza z povrchu se vyluhuje do vody a způsobuje lepivost povrchu. Čím rychleji při varu koaguluje bílkovina, tím méně je výluhu a tím méně těstovina přijme vody. S tím také souvisí vyšší pevnost a menší lepivost povrchu výrobku. Lepek tak zajišťuje nejen tvar, ale celou strukturu, pevnost, soudržnost a pružnost.

V bezlepkových těstovinách místo lepku plní strukturní funkci škrob. Amylóza po zmazovatění retrograduje a tvoří formace stabilizované vodíkovými vazbami, které zadržují nabobtnalá a poškozená zrna škrobu. Pak je amyλόza stabilní i při teplotách nad 100°C. To je klasický princip výroby asijských těstovin, kde se využívá zahřev na předželatinaci rýžového škrobu a ten je po ochlazení míchán s vodou a zbytkem rýžové mouky, pak dochází k tvarování nudlí. Takže ideální škrob na bezlepkové těstoviny musí mít silný sklon k retrogradaci. Takové vlastnosti mají vysokoamylózové nebo luštěninové škroby.

Škrobové nudle jsou běžnou součástí asijské kuchyně. V doslovném překladu se označují jako „celofánové“ nebo „skleněné“, což dobře vystihuje jejich vzhled. Tradičně se připravují ze škrobu vigny (mung bean) a vyznačují se krátkou dobou přípravy, pevností a nelepivostí.

Vigna (mungo bean, *Vigna radiata*) je nejlepší surovinou pro výrobu škrobových nudlí, protože obsahuje vysoký podíl amyλόzy a po želatinaci škrob jen omezeně bobtná. Druhou nejvhodnější surovinou je hrachový škrob, jeho teplota mazovatění a bobtnavost se liší podle odrůdy hrachu. Vhodná je kombinace škrobu z hrachu a čočky (Laleg a kol. 2016, Rosa-Sibakov a kol. 2016, Padalino a kol. 2015).

Průmyslově se pro výrobu škrobových nudlí používá také škrob ze sladkých brambor, často nahrazuje drahý škrob z viny. Použitelný je i bramborový škrob, který se od ostatních škrobů významně liší velikostí a tvarem škrobových zrn, v poslední době se vedou také pokusy se škrobem kukuřičným (Bastos a kol. 2016, Flores –Silva a kol. 2015).

Ve Vietnamu se připravují tradičním postupem nudle ze škrobu z oddenků dosny (edible canna, *Canna edulis*). Nejdříve se propaří škrobové těsto, ze zmazovatělého materiálu se vytvoří tenké placky, které se suší na vzduchu na bambusových rámech a suché se řezou na konečný tvar. Škrob dosny je bohatý na amylózu a dobře retrograduje (Tan a kol. 2009).

Často se bezlepkové těstoviny dělají z rýže, a to nejlépe z rýže dlouhozrnné obsahující více amylózy. Nebo je možné využít parboiled rýže, která má částečně želatinovaný povrch. Při této úpravě se tvoří komplex tuků a amylózy, což má vliv na bobtnavost a ztráty při varu.

Obecně musí být rýžový nebo kukuřičný škrob částečně předželatinován, aby se mohla vytvořit potřebná strukturní síť. Jinou možností je propaření hotových nudlí nebo záhřev při extruzi. Tam škrob želatinuje, pak retrograduje a vytvoří pevnou síť. Kukuřice obsahuje sice 40 % amylózy, ale její želatinace neproběhne úplně a retrogradace amylózy je pak omezená. Pokud je kukuřice jedinou surovinou na výrobu těstovin, musí se přidat předželatinovaná mouka nebo škrob. Speciálně pro kukuřici platí, že kvalita těstovin je přímo úměrná obsahu amylózy (Gomez a Sciarini 2015, Ascheri a da Silva 2016, Bouasla a kol. 2016, De Moura a kol. 2016).

Další používanou surovinou je pohanka. Pohankové těstoviny ale mají při sušení sklon k hnědnutí díky Maillardově reakci při sušení a výsledkem je tmavá barva, která může být hůře přijatelná pro konzumenta (Rosa kol. 2015, Kahlon a kol. 2015).

Mouky z quinoj nebo amarantu snižují pevnost těstovin, které pak mají tendenci se rozvářet. Proto je většinou vhodné tepelné ošetření před vlastní extruzí (Gimenéz a kol. 2016). Do bezlepkových těstovin byl přidáván i čirok (Marengo a kol. 2015).

Podobně jako při výrobě pečiva se i v případě bezlepkových těstovin uplatní přídavky hydrokoloidů, například guarové gumy a xanthanu (Kaur a kol. 2015), derivátů celulózy (Ko a kol. 2015) nebo inulinu (Mastromatteo a kol. 2012).

6.3. Výroba bezlepkového piva

Než se vrátíme k hlavnímu směru výroby bezlepkových potravin, pekárenské technologii, a provedeme základní výčet hydrokoloidů nahrazujících vlastnosti lepku v chlebu a pečivu, dotkneme se ještě jedné významné oblasti výroby bezlepkových potravin – piva.

Pro celiaky, kterým není klasické pivo z ječmene či pšenice doporučováno, je k dispozici pivo bezlepkové. Existují čtyři možnosti náhrady základní suroviny obsahující lepek (Obr. 3):

1. Ječmen je nahrazen bezlepkovými cereáliemi a pseudocereáliemi jako jsou čirok, pohanka, kukuřice, jáhly (proso), amarant (De Meo a kol. 2011), quinoa (Zarnkow a kol. 2007a, De

Meo a kol. 2011), teff (Zarnkow a kol. 2008) a rýže (Usansa a kol. 2011). Tyto náhrady se nazývají surogáty.

2. Použitím specifických peptidáz z bakterií nebo hub, případně vlastních cereálních peptidáz, které naštěpí prolaminy tak, že vzniknou kratší fragmenty, takže je detekovaný obsah lepku v pivu nižší než 20 mg/kg. Proteázy mohou být gluten-specifické peptidázy, prolyl endopeptidázy, aj.
3. Použití výchozích surovin, které neobsahují cereální proteiny, např. cukerné sirupy (Nakatani, 2007; Hager a kol. 2014).
4. Je možné použít rovněž pšenici či ječmen, v nichž byly celiakálně aktivní proteiny odstraněny genetickou modifikací nebo konvenčním šlechtěním (Tanner a kol. 2016). Tato možnost je zatím teoretická, navíc se v tomto případě narazí na problém genetické modifikace potravinářské suroviny.

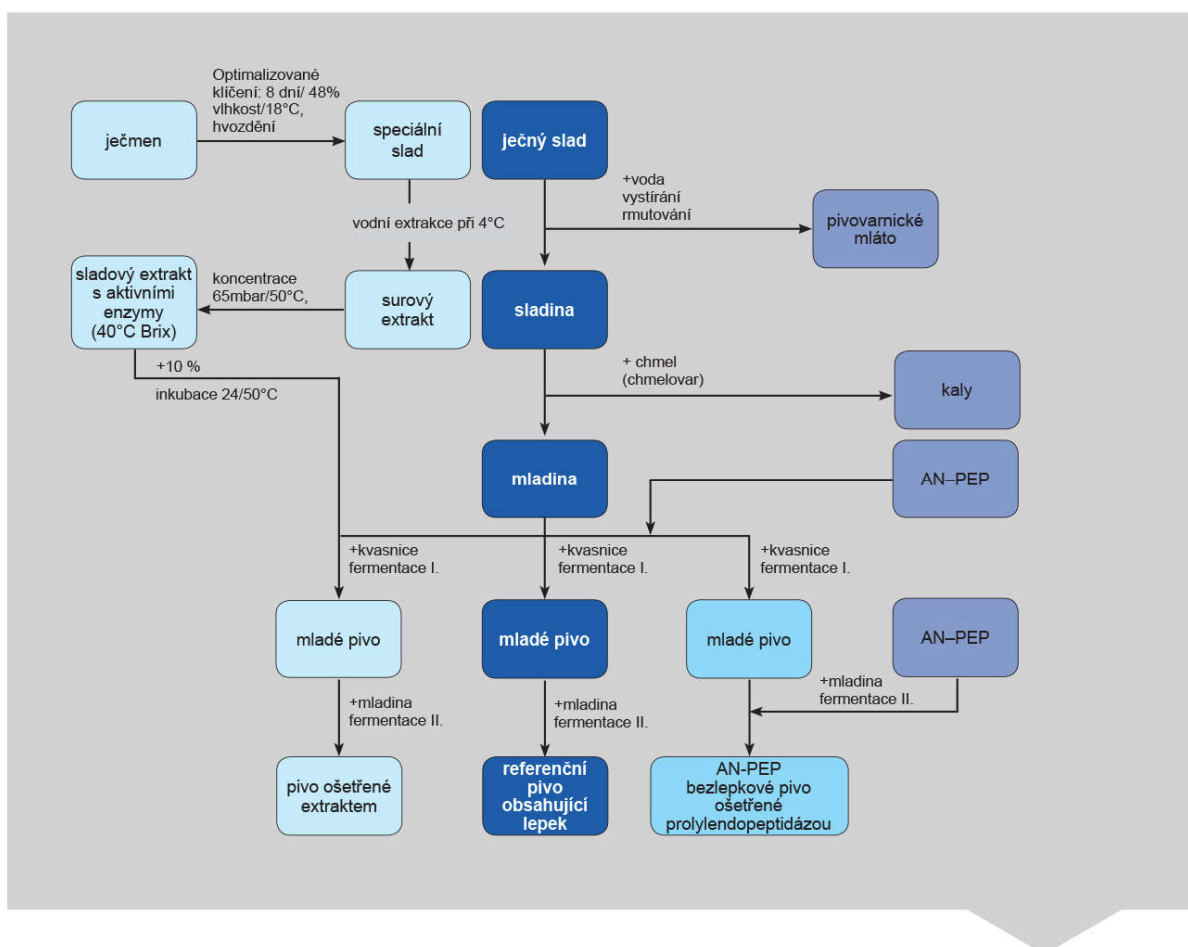


Obr. 3: Různé přístupy výroby bezlepkového piva (Zdroj: Hager a kol. 2014)

1. Bezlepkové obiloviny vyžadují častokrát prodloužené časy klíčení v porovnání s ječmenem, což však může vést k větším ztrátám a vzniku plísní (Usansa a kol. 2011). V takovém případě je nutné přidat průmyslový enzymový preparát, sirup z invertního cukru, agávosý sirup nebo kukuřičnou drť. De Meo et al. (2011) sledovali při využití čiroku, pohanky, quino a amarantu kvalitu jejich sladů, přičemž zjistili, že amarantový slad nevykazuje dostatečnou kvalitu s ohledem na parametry sladu, neboť má nízký obsah volného aminodusíku (FAN) a nedostatečnou schopnost fermentace. Amarantová mladina má nízkou schopnost fermentace s 22,4 % zdánlivého extraktu. Amarantové pivo však bylo neprůhledné, mělo žlutou barvu se silně hořkou chutí a stabilita jeho pěny nebyla uspokojivá (Zweytik et

Berghofer, 2009). Alternativní metodou klasickému máčení je alkalické máčení (v zředěném NaOH), při němž dochází ke zlepšení diastatické síly a FAN, mobilizaci proteinů a sacharidů a menším ztrátám při sladování. NaOH totiž degraduje molekulární strukturu neškrobových polysacharidů buněčné stěny, čímž umožňuje rychlejší příjem vody a zároveň brání mikrobiální kontaminaci. Teff se v Etiopii kromě výroby placky injera používá i na výrobu lokálního piva „Shamit“ (Tatham a kol. 1996). (Optimální vlhkost máčení je 44 % pro proso, 61 % pro čirok, 40-47 % pro pohanku, 46 % pro quinou a 54 % pro amarant (Zarnkow a kol. 2007b, Dewar a kol. 1997; Wijngaard et Arendt, 2006; Zarnkow a kol. 2005, 2007a). Autoři Dewar et al. (1997) zjistili, že máčení čiroku neobsahujícího taniny ve zředěném alkalickém roztoku vede ke zvýšenému příjmu vody během máčení a ke zlepšení kvality sladu, což se týká diastatické síly a volného aminodusíku. Máčení čiroku s vysokým obsahem taninů ve zředěném alkalickém roztoku nicméně nezlepšilo kvalitu sladu. Rozdíly mezi čirokem a ječmenem spočívají ve výrazně vyšší teplotě želírování škrobu a nižší hladině beta-amylázové aktivity čirokového sladu. Čirokové pivo se vyrábí v mnohých afrických zemích s použitím kultur *Saccharomyces cerevisiae* a *Lactobacillus* (Lyumugabe a kol. 2012). Má spíše viskózní charakter. Pro proso byl optimální slad dosažen po 5. dni klíčení při teplotě máčení a klíčení 22 °C (Zarnkow a kol. 2007b). Pro rýži byly optimální podmínky sladování následující: teplota klíčení 30 °C, stupeň máčení 44 % a 8 dní.

2. Cereální peptidázy „přirozeně“ hydrolyzují glutenové proteiny bohaté na aminokyseliny prolin a glutamin. Prolyl endopeptidáza (AN-PEP) z *Aspergillus niger* je vysoce aktivní serínová peptidáza, která štěpí proteiny na karboxylovém konci prolinových zbytků a je aktivní v rozsahu pH 2-8. Autoři Knorr et al. (2016) realizovali výrobu piva s použitím peptidáz: komerční vysoko aktivní prolyl endopeptidázy z *Aspergillus niger* a s použitím enzymově aktivního sladového extraktu vyrobeného ze speciálního ječného sladu s vysokou gluten-specifickou peptidázovou aktivitou (EAME) (viz Obr. 4). Jak AN-PEP, tak EAME byly schopny degradovat celiakálně aktivní peptidy v pivu. AN-PEP byla stabilnější než sladové enzymy v podmínkách různých teplot a obsahu etanolu. Analýza obsahu lepku kompetitivní ELISA metodou ukázala, že vyrobená piva neobsahovala gluten. Aroma a chuť byly významně lepší v porovnání s komerčními bezlepkovými pivy z prosa. Bezlepková piva měla porovnatelnou kvalitu jako referenční (klasické) pivo, s výjimkou nižší stability pěny piva ošetřeného EAME. Stabilita pěny referenčního piva a piva ošetřeného AN-PEP byla porovnatelná. Pivo ošetřené EAME mělo vyšší obsah alkoholu, vyšší kalorickou hodnotu a tmavší barvu v porovnání s referenčním a AN-PEP ošetřeným pivem, jež byly v těchto parametrech téměř identické.



Obr. 4: Schéma produkce piva klasickou cestou a s použitím prolyl endopeptidázy z *Aspergillus niger* (AN-PEP) (Zdroj: Knorr a kol. 2016)

- Do kategorie bezlepkových piv, která neobsahují cereální proteiny, patří japonské výrobky, založené na fermentovaných cukerných sirupech, s kvasničným extraktem jako zdrojem aminokyselin, chmelem pro chuť a karamellem pro barvu a s proteiny z hrachu, sóji a kukuřice (Nakatani, 2007), případně je možné použít dva zdroje sacharidů, a to med a melasu.

Shrnutí VII:

Klíčem k výrobě pečiva a chleba nebo těstovin z bezlepkových surovin je nahradit jedinečné vlastnosti pšeničného lepku, který pečivu a chlebu dodává vláčnost a lehkost a pravým těstovinám jejich požadovanou strukturu. Toho zejména u pečiva a chleba nelze dosáhnout jinak, než přidávkem specifických zlepšujících látek zejména ze skupiny hydrokoloidů. Při výrobě piva je třeba odstranit z nápoje zbytky lepku, pokud pivo vyrábíme z ječného sladu, nebo je nezbytné použít bezlepkové suroviny (suroviny).

Vsuvka II – Hydrokoloidy v bezlepkovém těstě a pečivu

Škrob

Nativní škroby jsou nedílnou součástí receptur bezlepkového pečiva, kde se významně podílejí na tvorbě textury. Nejvíce se používá škrob kukuřičný, tapiokový, rýžový, bramborový a speciálně upravený (deproteinovaný) pšeničný škrob. V období, kdy došlo k výraznému zpřísnění limitu obsahu lepku v bezlepkových potravinách (20 mg/kg – viz kapitola o legislativě), bylo používání deproteinovaného (bezlepkového) pšeničného škrobu poněkud na ústupu. Pak bylo zvládnuto přečištění pšeničného škrobu tak, aby splňoval daný limit. Přečištění je podle náznaků výrobců dáno intenzitou vypírání škrobu. Pro lepší odstranění zbytkové bílkoviny na obalu škrobových zrn byly provedeny pokusy s využitím enzymové hydrolýzy. Byly připraveny peptidázy z otrub z naklíčené pšenice, dvouzrnky a ječmene a pak peptidázy z *Aspergillus niger*. Tyto peptidázy byly testovány na odstranění zbytkového lepku při výrobě deproteinovaného pšeničného škrobu s obsahem lepku nižším jak 20 mg/kg vzorku. Peptidázy z *A. niger* byly schopny na rozdíl od enzymů z obilovin efektivně degradovat lepek pod hodnotu 20 mg/kg, přitom byly kromě poklesu viskozity zachovány vlastnosti nativního škrobu (Walter a kol. 2014).

Náhrada pšeničného škrobu jiným škrobem je sice možná, ale produkt pak nedosahuje často původní kvality (Collar a kol. 2015). Škroby různého původu se liší významně velikostí škrobových zrn. Největší jsou zrna bramborového škrobu (36,7 μm), dále je škrob pšeničný (19,9 μm), tapiokový škrob s průměrem 18,1 μm , kukuřičný škrob (12,9 μm) a ještě drobnější je škrob rýžový (12,3 μm). U menších zrn však často dochází k agregaci a tvorbě větších částic. Bramborový a pšeničný škrob obsahují i B granule, které jsou menší než tzv. A škrob. Bramborový škrob obsahuje i v suchém stavu nejvíce vlhkosti (18 %) a největší podíl amylózy – kolem 54 %.

Škroby se liší i teplotou mazovatění, teplota želatinace závisí mimo jiné na poměru amylóza/amylopektin, na obsahu tuku ve škrobu, stupni poškození škrobu aj. Viskozita škrobového roztoku až po teplotu želatinace roste, s pokračováním záhřevu ale dochází zejména u bramborového a tapiokového nativního škrobu k hlubokému poklesu viskozity. Tato skutečnost se projeví i při zpracování bezlepkového těsta. Chleby s lepší střídkou byly z pšeničných škrobů obsahující větší A škrobová zrna. Obsah tuku brání želatinaci škrobu, tj. méně tuku v kukuřičném škrobu znamená horší stabilizaci textury, praskání sítě a tvorbu větších pórů. Objem pečiva je vyšší, ale vyšší jsou i ztráty vlhkosti při pečení. Chléb s rýžovým nebo tapiokovým škrobem měl nepravidelnou texturu a velké póry. Chléb z bramborového škrobu byl v porovnání s obilnými škroby tužší, asi z důvodu vysokého obsahu amylózy. Poměr amylóza/amylopektin a rychlá krystalizace amylózy a pomalá retrogradace amylopektinu mají vliv na tvrdnutí bezlepkového chleba spolu s velikostí částic škrobu, bobtnavostí a obsahem tuku. Takže pšeničný škrob obsahující nejméně amylózy naopak působí kladně na vláčnost chleba. Celkově byl jako nejlepší vyhodnocen pšeničný bezlepkový škrob a pak škrob

bramborový. Škroby tapiokový a rýžový pekařské vlastnosti spíše zhoršily. V praxi se využívá vlastností jednotlivých škrobů v kombinaci s přísadami vlákniny různého původu a dalších hydrokoloidů jako zahušťovadel (Rodriguez-Sandoval a kol. 2015, Pongjaruvat a kol. 2014, Horstmann a kol. 2016).

Na trhu je také široká nabídka modifikovaných škrobů speciálně vyráběných podle požadovaných funkčních vlastností, které mohou významně ovlivňovat reologické vlastnosti těsta a výslednou strukturu a stárnutí produktů. Podobně se používají i extrudované nebo předželatinované mouky (Rothschild a kol. 2015, Martínez a kol. 2013, Marston a kol. 2016).

Přírodní hydrokoloidy z dalších rostlinných a mikrobiálních zdrojů

Guarová guma

Mezi nejvíce používané hydrokoloidy do bezlepkového pečiva patří **guarová guma** E412. Jedná se o mouku z endospermu semen bobovité rostliny *Cyamopsis tetragonolobus* pěstované v teplých oblastech Asie a Ameriky, především v Indii, ale také například v USA. Tvóří 35-40 % hmotnosti semene. Obsahuje galaktomanan, tedy polysacharid složený z d-mannózy a d-galaktózy. Používá se jako stabilizátor, zahušťovadlo a emulgátor. Guarová guma je dobře rozpustná ve vodě na viskózní roztoky a lze ji dobře kombinovat s dalšími zahušťovadly. Jako stabilizátor se přidává do mraženého ovoce a ovocných nápojů, jako zahušťovadlo do teplých a studených nápojů. Stabilizuje emulze při výrobě majonéz a mléčných výrobků, u mražených výrobků se přidává z důvodu zlepšení textury a zvýšení odolnosti vůči tepelným výkyvům. Zvyšuje trvanlivost některým pekařským výrobkům a zamezuje drobitosti střídky. Pro pečení se dávkuje 0,1-1 % guarové gumy na konečný výrobek (Sanquinetti a kol. 2015, Kaur a kol. 2015, Mohammadi a kol. 2015).

Guarová guma je považována za bezpečnou látku. Jako rozpustná vláknina má řadu zajímavých účinků na organismus. Může snižovat hladinu cholesterolu, napomáhá při redukci hmotnosti, protože potlačuje pocit hladu. Částečně hydrolyzovaná guarová guma při denní konzumaci 6 g při každém jídle zlepšuje metabolismus a má ochranný účinek proti diabetu II. typu. Ovlivňuje hladinu glukózy, snižuje hladinu LDL a zvyšuje podíl HDL lipoproteinů v krvi. Je dobře tolerována bez vedlejších účinků. Pouze ve vysokých koncentracích může u některých jedinců způsobovat nadýmání a projímavé účinky. U citlivých jedinců může vyvolat alergickou reakci (<http://www.zdravapotravina.cz/seznam-ecek/E412>, Kapoor a kol. 2016).

Xanthanová guma

V kombinaci s guarovou gumou se, velmi často používá xanthanová guma (xanthan E415) (Sanquinetti a kol. 2015; Ozkoc a Seyhun 2015; Dogan a kol. 2016). Jedná se o přírodní polysacharid tvořený fermentací glukózy nebo fruktózy bakteriemi *Xanthomonas campestris* jako jejich extracelulární produkt. Hlavní řetězec je tvořen D-glukózovými jednotkami, molekula se stáčí do jednoduché nebo dvojité šroubovice. V potravinářském průmyslu je xanthanová guma využívána jako zahušťovadlo nebo stabilizátor v mléčných a masných

výrobci, zálivkách, omáčkách nebo výrobcích se sníženým obsahem tuku. V těstě na bezlepkové pečivo upravuje viskozitu a lepivost těsta. Jde o bezpečnou látku bez vedlejších účinků, i když jsou známy i ojedinělé případy alergie na xanthan. V potravinách se používá přídavek xanthanu v rozmezí 0,05-0,7 %. (Petri 2015, Hojjatoleslami a Azizi 2015, Roshidi a kol. 2016, Naji-Tabasi a Mohebbi 2015, Anjum a kol. 2015)

Psyllium

Další velmi často používanou vlákninou, která slouží současně jako zahušťovadlo, je psyllium. Psyllium je označení pro vlákninu z rostliny *Plantago ovata*, která je rozpustná ve vodě a tvoří gel. Má malou schopnost fermentace. Tato vlastnost se využívá v medicíně, kde psyllium slouží jako laxativum zvyšující objem stolice. Kromě toho je psyllium doporučováno jako ostatní vlákniny na snížení hladiny cholesterolu a glukózy v krvi. Je považováno za bezpečné. Asi 15-20 % psyllia tvoří vysoce fermentovatelná vláknina, 10-15 % nefermentovatelná a 55-60 % je slabě fermentovatelná vláknina. Hůře fermentovatelné frakce se podílejí na tvorbě gelu. Psyllium obsahuje 59 % xylózy, 22,3 % arabinózy, 6,1 % uronové kyseliny, 3,7 % galaktózy, 3,5 % glukózy, 3 % rhamnózy a 1,6 % mannózy (<https://examine.com/supplements/psyllium/>). Psyllium do pečiva přidávali například Mancebo a kol. (2015) nebo Cappa a kol. (2013).

Inulin

Velmi často využívanou složkou pro přípravu bezlepkového pečiva je inulin. Inulin je polymer obsahující fruktózové jednotky lineárně spojené $\beta(1,2)$ glykosidovou vazbou zakončené jednotkou glukózy. Fruktany jsou polysacharidy složené z řetězců fruktosy a zakončené jednotkou glukosy napojené vazbou $\alpha(1,2)$. Obecně se dělí na inuliny, kde jsou fruktosové jednotky vázány glykosidovou vazbou $\beta(1,2)$, a na levany s vazbou fruktosových jednotek $\beta(2,6)$ (González-Herrera a kol. 2015).

Počet takto spojených jednotek fruktózy a případné větvení se liší podle původu inulinu od oligomeru po polymery. Stupeň polymerace (DP) má výrazný vliv na funkční vlastnosti inulinu. Inulin z rostlinných zdrojů má DP do 200 podle druhu rostliny a klimatických podmínek, bakteriální inulin je o 15 % více rozvětvený a dosahuje hodnot DP 10000-100000 (Shoaib a kol. 2016).

Inulin je zásobním polysacharidem, vyskytuje se proto v kořenech a hlízách rostlin. Nejvíce inulinu, až 35 %, je obsaženo v jakonu (*Smallanthus sonchifolius*), vyšší množství inulinu je v topinamburech, kořenech čekanky, cibuli, česneku a dokonce v zrna ječmene a pšenice. Čekanka se také využívá k průmyslové výrobě inulinu.

Nízká energetická hodnota, předpokládaný vliv na hladinu krevních lipidů a možnost částečného odbourávání inulinu střevní mikroflórou jsou důvodem používání inulinu jako zdraví prospěšné prebiotické vlákniny. Příznivý účinek na složení mikroflóry v GI traktu se

využívá také v případech chronických zánětlivých stavů střevní sliznice (Capriles a kol. 2016, Capriles a Areas 2013).

Karob

Karob (locust bean gum) je směs vysokomolekulárních polysacharidů galaktomannanů o molekulové hmotnosti 50-3000 kDa, která se získává ze semen stromu rohovníku *Ceratonia siliqua* (L.) Taub.

Slouží jako emulgátor, stabilizátor a želírující látka. Je částečně rozpustný ve studené vodě, zcela se rozpustí ve vodě horké (typický záhřev na 85 °C po dobu 10 minut). Do pečiva je doporučována dávka 0,2 % (Kawamura 2008).

Lusky z rohovníku –dřeň představuje 90 % karobu a je zdrojem cukrů, vlákniny a mnoha významných minoritních látek. Významný je obsah hořčíku, železa a zinku. Karobové lusky obsahují 5-7 % pinitolu (derivát inositolu) v sušině a množství polyfenolických látek zvyšujících antioxidační aktivitu. Vysoký podíl vlákniny má pro konzumenty zdravotně preventivní význam. Sušený nebo pražený karob má využití jako ochucovadlo, sladidlo, zahušťovadlo, antioxidant (Nasar-Abbas a kol. 2016). Používá se i jako složka schopná vázat vodu a také jako náhrada kakaa (Rosa a kol. 2015).

Karagenan

Karagenan(E407 & E407a) je přírodní polysacharid vyskytující se v červených mořských řasách. Ve struktuře převažuje galaktóza a 3,6 – anhydrogalaktóza. Karagenan je odolný proti hydrolýze a chemické degradaci. Ve vodném prostředí má schopnost tvořit husté roztoky nebo gely zastudena už při nízkých koncentracích. Gel je tepelně reverzibilní a při skladování stabilní. V kombinaci s jinými zahušťovadly vznikají gely pružné a schopné zadržet vodu. Karagenany se nabízejí ve dvou formách. Kappa karagenan pochází z řas čeledí *Gigartinales*, *Solieriales*, *Hypniales* and *Furcellariales*, z jejich extraktů se sráží alkoholy. Iota karagenan se izoluje z řas *Eucheuma spinosum*. Iota je stabilní při zmrazování. V koncentracích pod 0,2 % velmi dobře váže vodu.

Alginát

Alginát sodný E401 je sodná sůl alginové kyseliny, která je přítomná ve struktuře hnědých mořských řas z čeledi *Phaeophyceae* (tvoří z 18-40 % hmotnosti sušených řas) (Velíšek a Hajšlová 2009). Složením a tím i funkčními vlastnostmi se liší podle druhu řasy, řasy rostoucí v proudící vodě obsahují více alginátu než řasy z vody stojaté. Tvoří ve vodě husté roztoky a gely. Výrobci obvykle zpracovávají směsi hnědých řas, aby zajistili variabilitu použití alginátu.

Agar

Agar E 406 je hydrokoloid extrahovaný z červených mořských řas třídy *Rhodophyceae*, jako je *Gelidium*, *Pterocladia* a *Gracilaria* (Velíšek a Hajšlová 2009). Při normální teplotě je agar gel, při 65 °C ztrácí pevnost a při 85 °C taje. Je odolný ke střízným silám.

Arabská guma

Arabská guma 414 je sušený exudát ze stromů *Acacia senegal* (L.) Willdenow, *Acacia nilotica* a *Acacia seyal* (Velíšek a Hajšlová 2009). Obsahuje vápenaté, hořečnaté a draselné soli vysokomolekulárních polysacharidů s vysokým obsahem arabinózy, galaktózy, rhamnózy a glukuronové kyseliny. Jedná se o hmotu oranžové barvy sklovitého vzhledu, křehčí než arabská guma. Je rozpustná ve vodě, nerozpouští se v ethanolu.

Pektin

Průmyslovým zdrojem pektinů (E440) jsou citrusové slupky a jablečné výlisky. Citrusové slupky mají vyšší obsah pektinu a lepší barvu. Surovina nesmí být ošetřena enzymy, které by mohly napadnout molekuly pektinu. Dalšími surovinami pro získání pektinu je cukrová řepa a slunečnice. Pektin je komplexní polysacharid složený hlavně z esterifikované D-galakturonové kyseliny spojené α -(1-4) vazbami, esterifikované methoxy- skupinou, acetylem nebo jen s volnou hydroxyskupinou. Pektin je většinou používán pro přípravu džemů a želé, ale do těsta i ve formě výlisků (O'Shea, a kol. 2015). Z důvodu vysoké stability při nízkém pH je velmi vhodný pro kyselé potraviny.

Konjac Gum

Konjac Gum je přírodní hydrokoloid obsahující převážně glukomannan a glukózu spojené β -1,4 vazbou, částečně acetylované. Molekulová hmotnost dosahuje 200-2000 kDa. Získává se z hlíz rostlin rodu *Amorphophallus*, slouží jako zahušťovadlo, stabilizátor, emulgátor a želírující látka. Ve studené vodě se disperguje při pH 4-7 a za tepla rozpustnost roste. Po přidávku hydroxidu tvoří velmi tepelně stabilní gely (Behera a Ray 2016).

Chia semena

V posledních letech se jako zahušťovadlo do bezlepkových potravin přidávají semena chia. Šalvěj hispánská (chia, *Salvia hispanica* L.) je dvouletá bylina z čeledi hluchavkovitých. Její semena obsahují 25-40 % oleje, který má ve spektru mastných kyselin 60 % omega-3 a 20 % omega-6 mastných kyselin. Obsah bílkovin je 15-25 %, sacharidů 26-41 %, vlákniny 18-30 %, popela 4-5 %, vysoký je obsah antioxidantů. Předpokládá se kladný účinek látek z chia semen na lidské zdraví, zejména účinek kardioprotektivní (Norlaily a kol. 2012, Boichichio a kol. 2015).

Semena lze používat celá, po odlisování oleje a mletá do potravin. Celá semena jsou složením stabilní. Denní dávka chia oleje by měla být 6,9-7,9 g nebo dávka semen 22,5-26,5 g.

Chia se dá použít jako funkční složka do pekařských výrobků, v bezlepkových výrobcích do chleba, tyčinek a sušenek (Steffolani a kol. 2014, Huerta a kol. 2016). Do potravin se chia přidává jako zahušťovadlo a stabilizátor (Moreira a kol. 2013), do pečiva jako náhrada vajec nebo oleje. Gel z chia semen je použitelný pro nanokompozitní materiály ve farmacii nebo jedlé obaly. Do pečiva je lepší použití celých semen než použití mouky, ideální dávka dosahuje cca 3 %. Semena obsahují mukopolysacharidy, které se chovají jako rozpustná vláknina a jsou schopny tvořit gely. Tyto gely mají vzhledem k bobtnání sytívací účinek, v zažívacím traktu zpomalují odbourávání sacharidů, mají vliv na probiotika a regulují hladinu glukózy v krvi a obsah cholesterolu.

Deriváty celulózy

Velmi často jsou používány nejrůznější deriváty celulózy (viz Tab. II). Celulóza je velmi rozšířený polysacharid složený z molekul glukózy. V lidském zažívacím traktu se chová jako nerozpustná vláknina schopná do jisté míry vázat vodu. Neštěpí ji trávicí enzymy, ale v tlustém střevě je částečně rozkládána střevní mikroflórou. Není považována za prebiotickou vlákninu. Celulóza je pro účely potravinářského průmyslu modifikována na formy použitelné jako emulgátory, plnidla nebo zahušťovadla, s rozdílnou rozpustností ve vodě (Riek a Aurnhammer 2014). Ve farmacii slouží modifikovaná celulóza jako laxativum.

Při výrobě bezlepkového pečiva se používají jako hydrokoloidní složky zejména metylcelulóza, hydroxypropylmethylcelulóza, karboxymethylcelulóza (Riek a Aurnhammer 2014, Kakaei a kol. 2013, Dapčević a kol. 2013, Kim a kol. 2015, Nicolae a kol. 2016).

Tab. II Přehled nejvýznamnějších derivátů celulózy
 (<http://www.nutrientsreview.com/carbs/insoluble-fiber-cellulose.html>)

Typ celulózy	Použití	Bezpečnost	Rozpustnost
<i>bakteriální celulóza</i>	aditiva	možné GMO	ne
<i>karboxymethyl celulóza (CMC)</i>	aditiva, laxativum	E466 ; GRAS, GMO	ano ¹
<i>enzymaticky štěpená karboxymethyl celulóza</i>	aditiva	E469, GMO	ano
<i>sodná sůl karboxymethyl celulózy</i>	aditiva	GRAS, GMO	ano
<i>acetylcelulóza, acetát celulózy (CA)</i>	aditiva, vaznost	E460, GRAS, GMO	ne
<i>ethyl celulóza (EC)</i>	aditiva, vaznost	E462; GRAS, GMO	ne
<i>ethyl hydroxyethyl celulóza (EHEC)</i>	vaznost		ne
<i>hydroxypropyl celulóza (HPC)</i>	aditiva	E463, GMO	
<i>hydroxypropyl methyl celulóza (HPMC)</i>	aditiva	E464; GRAS, GMO	
<i>methyl celulóza (MC)</i>	aditiva, vaznost	E461; GRAS, GMO	ano
<i>ethyl methyl celulóza (EMC)</i>	aditiva	E465, GMO	ano
<i>mikrokrystalická celulóza (MCC)</i>	aditiva, vaznost	E460i, GMO	ne
<i>prášková celulóza</i>	aditiva, vaznost	E460ii; FDA, GMO	ne
<i>obaly z regenerované celulózy (RCC)</i>	obalové vrstvy uzenin	FDA, GMO	

E466 a další E kódy povoleno v EU

GRAS deklarováno jako bezpečné U.S. Food and Drug Administration (FDA)

7. Pomocné a přídatné látky při výrobě bezlepkových výrobků

7.1. Příklady funkce a použití hydrokoloidů

Látky hydrokoloidní povahy se používají vesměs pro své schopnosti vázat vodu a bobtnat. Mezi hydrokoloidy řadíme prakticky všechny polysacharidy a proteiny. Ty, které jsou uvedeny v předchozím výčtu, mají tyto schopnosti obzvláště rozvinuté. Používají se jako součást pekařských zlepšujících prostředků v běžné technologii, ale při výrobě bezlepkového pečiva hrají zásadní roli.

V praxi se vedle guarové a xanthanové gumy a jejich směsí hojně používá výše uvedených derivátů celulózy. Jejich účinky lze shrnout do několika hlavních podskupin:

- podíl na samotné tvorbě struktury bezlepkového těsta jak pro výrobu pečiva a chleba, tak pro výrobu těstovin,
- zlepšení textury střídy pečiva, zlepšení její pórovitosti, vláčnosti i elasticity,
- prodloužení údržnosti výrobků (zpomalení stárnutí),
- v případě bezlepkových těstovin jsou to hydrokoloidy, které umožňují udržení jejich tvaru a struktury, velkou roli zde hraje předželatinace škrobu,
- v případě smažených výrobků zadržují absorpci oleje do těsta.

7.2. Fermentační procesy – výroba kvasů

Standardní chlebový kvas je směs žitné mouky a vody spontánně fermentovaná mléčnými bakteriemi a kvasinkami. Spontánně v tom smyslu, že mikroflóra kvasu se nachází v žitné mouce a správnou úpravou podmínek – přidavkem dostatečného množství vody, které vede k vytvoření optimálního substrátu, teplotou a konzistencí (v pekařské terminologii výtěžností) suspenze postupně zfermentuje. Vedle sebe zde probíhá mléčné kvašení a to jak homo-, tak heterofermentativní, nesené bakteriemi mléčného kvašení reprezentovanými především rodem *Lactobacillus*, ale i dalšími a současně etanolové kvašení, jehož původci jsou přítomné kvasinky. Produktů je celé spektrum, ale převládají kyselina mléčná, octová, ale vyskytují se také další organické kyseliny, vedle etanolu se vyskytují v kvasech i další alkoholy, aldehydy a ketony a vzniká oxid uhličitý (kvasný plyn).

Všechny tyto látky, pokud je kvas veden správně a nacházejí se ve správném poměru, mají svůj senzorický, technologický i nutriční význam. Kvasný plyn kypí těsto, organické kyseliny mají senzorický význam, poskytují chlebu jeho typickou nakyslou chuť, ale mají také konzervační baktericidní, ale hlavně protiplísňové účinky (vedle kyseliny mléčné také např. minoritně se vyskytující kyselina propionová), způsobují lepší využitelnost některých vitaminů (např. kys. listové) a minerálních látek. Naopak mohou eliminovat některé antinutriční složky mouk. V kyselém prostředí se mění využitelnost některých složek vlákniny. Ostatní látky (aldehydy a ketony) mají také svůj senzorický význam.

Mezi látky s protiplísňovým účinkem vznikajících v průběhu fermentace chlebového kvasu se řadí nižší organické kyseliny (mravenčí, propionová a máselná), oxid uhličitý, peroxid

vodíku, diacetyl, cyklické dipeptidy, kyselina benzoová, deriváty mastných kyselin, reuterin a fungicin a další. Tyto složky samy o sobě vykazují v kvasu minimální koncentrace, ale zřejmě zde působí komplexní synergický mechanismus proti plísním (Cortés-Zavaleta a kol., 2014, Klewicka a Lipinska 2016).

Producentem takových látek je i kmen *Lactobacillus reuterii* R29, který byl testován v kvasu z pšeničné, rýžové nebo quinoové mouky. Produkce účinných látek závisí mimo jiné právě na druhu substrátu, nicméně se ukázalo, že *L. reuterii* je vhodnou kulturou pro produkci bezpečkového kvasu s protiplísňovými látkami (Axel 2015).

Činností mléčných bakterií se štěpí nejen sacharidy, ale dochází také k proteolýze a vzniku volných aminokyselin a peptidů, které se při pečení podílejí na vzniku aromatických látek. Proto může mít typ startovací kultury vliv na výslednou chuť chleba (Arendt 2009, Moroni 2009).

Z těchto mnoha důvodů hraje kvas a kvasné procesy obecně při výrobě chleba a pečiva obrovskou roli. Tak jako pšeničný lepek a žitné pentosany spolu se škrobem poskytují těstu a pečivu jeho základní kostru, kvasné procesy strukturu, chuť a vůni dotvářejí. Vedle spontánně vedených kvasů se pro iniciaci fermentačních procesů v běžné pekárenské technologii používají startovací kultury. Nejstarší a nejrozšířenější je samozřejmě droždí, tvořené čistou kulturou kvasinek *Saccharomyces cerevisiae* Hansen, které startuje a nese etanolové kvašení v běžném pečivu. Droždí se používá jak v přímém vedení těsta, kde se všechny suroviny včetně droždí smísí naráz (tzv. vedení „na záraz“), tak pro přípravu kvasných stupňů, jako jsou omládek nebo poliš. Preparované kultury (čisté i směsné kultury mléčných bakterií) se používají i pro moderní a zkrácené technologie vedení kvasů s dominantní mléčnou fermentací.

Při výrobě bezpečkového chleba a pečiva je třeba jako substrát kvasných procesů použít jiné druhy mouk než pšeničnou, žitnou či ječnou, které se uplatňují v běžné technologii. Vhodné je používat speciálně přizpůsobené startovací kultury schopné růstu v podmínkách surovin odlišných od běžné pšeničné nebo žitné mouky.

To se prakticky netýká droždí, ale právě startovacích kultur pro vedení kvasů s mléčným kvašením.

Jednou z možností je zárodečný kvas vyvést z žitné nebo pšeničné mouky a opakovat jej přídatkem mouky bezpečkové. Po několika cyklech koncentrace lepku z prvotního kvasu klesne i hluboko pod povolenou hranici 20 mg/kg.

Vedle vyvádění bezpečkových kvasů z kultur žitné nebo pšeničné mouky je další možností vyvádět kvasy i přímo z bezpečkových mouk, pracuje se zejména s pohankovým kvasem, ale také například s kvasem amarantovým (Rózylo a kol. 2015a, 2015b). Vedení kvasů z bezpečkových mouk je velkou výzvou a předmětem současného výzkumu a vývoje.

7.3. Zlepšující přípravky

Podobně jako v technologii výroby běžného pečiva i u bezpečkových pekařských výrobků se uplatňují zlepšující přípravky, které vedle již diskutovaných hydrokoloidů, mají ve výrobě

bezlepkového pečiva specifickou roli, obsahují další významné složky. Zatímco látky vstupující do oxidoredukčních dějů (kyselina L-askorbová (E300), nebo L-cystein), které mají významný vliv na vlastnosti a strukturu pšeničného lepku, se v bezlepkové technologii uplatňují pouze okrajově, významnou roli hrají enzymové preparáty i emulgátory.

Enzymové preparáty

Pro lepší kvalitu bezlepkového pečiva je možné využívat podobné enzymové preparáty, jaké se používají v běžné technologii - zejména amylázy, hemicelulázy, případně též proteázy nebo lipázy (Martínez a kol. 2013; Palabiyik a kol. 2016). Jejich rolí je zlepšovat objem, texturu, stabilitu a údržnost pečiva.

Relativně novým enzymem použitým specificky v technologii výroby bezlepkového pečiva je mikrobiální transglutamináza (Renzetti a Rosell 2016, Arendt 2009). Mikrobiální transglutaminázy jsou enzymy, které katalyzují deaminaci nebo transaminaci bílkovin, umožní se tím vznik nových vazeb mezi řetězcí bílkovin a ovlivní se tak funkční vlastnosti bílkovin v potravinách. (V potravinářství nacházejí poměrně široké uplatnění.)

Systém bezlepkového těsta nemá strukturní síť schopnou zachytit plyn při pečení, přídavky transglutaminázy mají podpořit tvorbu agregátů napodobujících lepek a modifikujících funkci bílkovin. Struktura chleba je při použití tohoto enzymu kompaktnější, mění se vhodně plasticita těsta (Moore a kol. 2006).

Elektroforéza skutečně prokázala výskyt bílkovin s vyšší molekulovou hmotností jako následek zesítění. Enzym se uplatnil jak u těst na bázi pohanka/rýže, tak u těst z kukuřičné mouky. Zlepšující účinky nebyly naopak pozorovány u výrobků z čiroku či teffu. Na podporu vzniku proteinové sítě je možný též přídavek bílkovin (hrách, sója, syrovátka, syrovátkové frakce, vaječný albumin).

Používání transglutamináz může mít však zřejmě přinášet i problémy a jejich potenciální používání je třeba podrobit kritickému zkoumání. Tyto enzymy pocházejí ze stejné skupiny enzymů jako tkáňová transglutamináza (tTG), která se transaminací lepku podílí na mechanismu vzniku celiakie jako autoimunitní choroby. Pokusy s moukou upravenou transaminací na dospělých pacientech ukázaly, že část celiaků může být na tento materiál citlivá a tvořit proti němu specifické protilátky (Lerner a Matthias 2015).

Emulgátory

Emulgátory se v technologii výroby bezlepkového pečiva uplatňují podobně jako v běžné technologii. I zde jde o lepší homogenizaci těst, provázání hydrofilních a hydrofobních částí molekul, lepší vpravení tuku do těsta, lepší schopnost zadržení vody, zpomalení retrogradace škrobu, a tím ve výsledku zvýšení vláčnosti těsta a pečiva, a zvýšení údržnosti (zpomalení stárnutí pečiva).

Používají se mono- a diacylglyceroly, lecitin, estery mono- a diacylglycerolů s kyselinou vinnou, nebo stearoyllaktát sodný.

Shrnutí VIII:

Podobně jako v běžné technologii ani při výrobě bezlepkových surovin se nevyhneme použití přídatných látek. Jejich použití, pokud je s nimi nakládáno podle jasně stanovených a závazných pravidel (EFSA) nepřináší žádná rizika. Bez jejich použití a bez použití některých enzymových preparátů by výroba kvalitních potravin pro lidi s intolerancí lepku nebyla možná.

Literatura ke kapitole 5, 6 a 7

Anjum, E., Soomro, A.H., Mumtaz, A., Shaikh, S.A. (2015): Physico-chemical and organolaptic evaluation of gluten free chapatti made from mung bean and rice composite flour. Pakistan Journal of Food Science 25 (1), 43-50.

Arendt, E. (2009): Development of gluten-free cereal products. Baking +biscuit 1, 38-40.

Axel, C. (2015): Isolation and characterization of antifungal compounds from lactic acid bacteria and their application in wheat and gluten-free bread. PhD Thesis, University College Cork.

Behera, S.S., Ray, C.R.: Konjac glucomannan, a promising polysaccharide of Amorphophallus konjac K. Koch in health care. Int. J. Biol. Macromol., 92, 2016, 942-956

Bochicchio, R., Philips, T.D., Lovelli, S., Labella, R., Galgano, F., Di Marisco, A., Perniola, M., Amata, M. (2015): Innovative Crop Productions for Healthy Food: The Case of Chia (Salvia hispanica L.) In Vastola, A.: The Sustainability of Agro-Food and Natural Resource Systems in the Mediterranean Basin. Springer Link.com, Potenza, 397.

Burešová, I., Masaříková, L., Hřivna, L., Kulhanová, S., Bureš, D. (2016): The comparison of the effect of sodium caseinate, calcium caseinate, carboxymethyl cellulose and xanthan gum on rice-buckwheat dough rheological characteristics and textural and sensory quality of bread. LWT- Food Science and Technology 68 (5), 659-666.

Cappa, C., Lucisano, M., Mariotti, M. (2013): Influence of Psyllium, Sugar beet fiber and water on gluten-free dough properties and bread quality. Carbohydrate Polymers, 98(2), 1657-1666.

Capriles, V., Areas, J. (2013): Effect of prebiotic inulin-type fructans on structure, quality, sensoric acceptance and glycemic response of gluten-free breads. Food and Function 4, 104-110.

Capriles, V., dos Santos, F., Areas, J.A.G. (2016): Gluten-free breadmaking: Improving nutritional and bioactive compounds. Journal of Cereal Science 67, 83-91.

Capriles, V.D., Areas, J.A.G. (2016): Approaches to reduce the glycemic response of gluten-free products in vivo and in vitro studies. Food and Function 7 (3), 1226-1272.

Cellulose Definition and Structure staženo 5.10.2016

<http://www.nutrientsreview.com/carbs/insoluble-fiber-cellulose.html>

Collar, C., Conte, P., Fadda, C., Piga, A. (2015): Gluten-free dough-making of specialty breads: Significance of blended starches, flours and additives on dough behavior. *Food Science and Technology International* 21 (7), 523-536.

Cortés-Zavaleta, O., López-Malo, A., Hernández-Mendoza, A., García, H.S. (2014): Antifungal activity of lactobacilli and its relationship with 3-phenyllactic acid production. *International Journal of Food Microbiology* 173, 30-35.

Dapčević Hadnaděv, T.R., Torbica, A., Hadnaděv, M.S. (2013): Influence of Buckwheat Flour and Carboxymethyl Cellulose on Rheological Behaviour and Baking Performance of Gluten-Free Cookie Dough. *Food Bioprocess Technology* 6 (7), 1770-1781.

Demirkesen, I., Kelkar, S., Campanella, O.H., Sumnu, G., Sahin, S., Okos, M. (2014): Characterization of structure of gluten-free breads by using X-ray microtomography. *Food Hydrocolloids* 36, 37-44.

Dogan, I.S., Yildiz, O., Meral, R. (2016): Optimization of corn, rice and buckwheat formulations for gluten-free wafer production. *Food Science and Technology International* 22 (5), 410-419.

González-Herrera, S.M., Herrera, R.R., López, M.G., Rutiaga, O.M., Aguilar, C.N., Esquivel, C.C. (2015): Inulin in food: prebiotic and functional ingredient. *British Food Journal* 117 (1), 371-387.

Hojjatoleslami, M., Azizi, M.H. (2015): Impact of Tragacanth and Xanthan Gums on the Physical and Textural Characteristics of Gluten-free Cake. *Nutrition and Food Sciences Research* 2 (2), 29-37.

Horstmann, S.W., Belz, M.C.E., Heitmann, M., Zannini, E., Arendt, E. (2016): Fundamental Study on the Impact of Gluten-Free Starches on the Quality of Gluten-Free Model Breads. *Foods* 5 (2), 30. (www.mdpi.com/journal/foods)

http://www.celiachia.it/public/bo/upload/eventi_progetti%5Cdoc/E-Arendt.pdf Replacing gluten as a functional constituent in baked goods, Elke K. Arendt Funding Irish Government under the National Development Plan 2006-2010. Enterprise Ireland

<http://www.zdravapotravina.cz/seznam-ecek/E412> staženo 12.8.2016

Huerta, K., dos Santos Alves, J., Coelho da Silva, A., Kubuota, E.H., Severo da Rosa, C. (2016): Sensory response and physical characteristics of gluten-free and gum-free bread with chia flour. *Food Science and Technology (Campinas)* 36 (Supl.1), 15-18.

Kakaei, E., Movahhed, S., Chenarbon, H.A. (2013): Effect of hydroxy propyl methyl cellulose gum on organoleptic properties and staling rate of gluten free baguette. *Annals of Applied Biology* 4 (3), 86-90.

Kapoor, M.P., Ishihara, N., Okubo, T. (2016): Soluble dietary fibre partially hydrolysed guar gum markedly impacts on postprandial hyperglycaemia, hyperlipidaemia and incretins metabolic hormones over time in healthy and glucose intolerant subjects. *Journal of Functional Foods* 24 (6), 207-220.

- Kaur, M., Sandhu, K.S., Arora, A., Sharma, A. (2015): Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of various gums: Physicochemical and sensory properties. *LWT- Food Science and Technology* 62 (1), 628-632.
- Kawamura, Y. (2008): Carob bean gum (CTA) Page 1(6) Draft prepared for the 69th JECFA. (http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jecfa/cta/69/Carob_bean_gum.pdf)
- Kim, J., Shin, W.K., Kim, Y. (2015): Effects of HPMC (Hydroxypropylmethylcellulose) on oil uptake and texture of gluten-free soy donut. *LWT- Food Science and Technology* 62 (1), 620-627.
- Klewicka, E., Lipinska, L. (2016): Antifungak activity of lactic acid bacteria of *Lactobacillus* genus. *ZYWNOSC-Nauka Technologia Jakosc* 1 (104), 17-31.
- Lerner, A., Matthias, T. (2015): Food Industrial Microbial Transglutaminase in Celiac Disease: Treat or Trick. *International Journal of Celiac Disease* 3 (1), 1-6.
- Mancebo, C.M., San Miguel, M.A., Martínez, M.M., Gómez, M. (2015): Optimization of rheological properties of gluten-free doughs with HPMC, psyllium and different levels of water. *Journal of Cereal Science* 61 (1), 8-15.
- Marston, K., Khouryieh, H., Aramouni, F. (2016): Effect of heat treatment of sorghum flour on the functional properties of gluten-free bread and cake. *LWT- Food Science and Technology* 65, 637-644.
- Martínez, M.M., Marcos, P., Gómez, M. (2013): Texture development in gluten-free breads: effect of different enzymes and extruded flour. *J. Texture Studies* 44, 480-489.
- Mert, I.D., Sumnu, G., Sahin, S. (2016): Microstructure of Gluten-Free Baked Products In Imaging Technologies and Data Processing for Food Engineers, Part of the series Food Engineering Series, 197-242.
- Mohammadi, M., Azizi, M. M., Neyestani, T.R., Hosseini, H., Mortazavian, A.M. (2015): Development of gluten-free bread using guar gum and transglutaminase. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 21 (1), 1398-1402.
- Moore, M.M., Heinbockel, M., Dockery, P., Ulmer, H.M., Arendt, E. (2006): Network Formation in Gluten-Free Bread with Application of Transglutaminase. *Cereal Chemistry* 83 (1), 28–36.
- Moreira, R., Chenlo, F., Torres, M.D. (2013): Effect of chia (*Sativa hispanica* L.) and hydrocolloids on the rheology of gluten-free doughs based on chestnut flour. *LWT - Food Science and Technology* 50 (1), 160-166.
- Moroni, A.V., Dal Bello, F., Arendt, E.K. (2009): Sourdough in gluten-free bread making: An ancient technology to solve a novel issue? *Food Microbiology* 26, 676-684.
- Naji-Tabasi, S., Mohebbi, M. (2015): Evaluation of cress seed gum and xanthan gum effect on macrostructure properties of gluten-free bread by image processing. *Journal of Food Measurement and Characterization* 9 (1), 110-119.

- Nasar-Abbas, S.M., eHuma, Z., Vu, T.H., Khan, M.K., Esbenshade, H., Jayasena, V. (2016): Carob Kibble: A Bioactive-Rich Food Ingredient. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 15, 63-72.
- Nicolae, A., Radu, G.L., Belc, N. (2016): Effect of sodium carboxymethyl cellulose on gluten-free dough rheology. *Journal of Food Engineering* 168 (1), 16-19.
- Norlaily, M.A., Swee, K.Y., Wan, Y.H., Boon, K.B., Sheu, W.T., Soon, G.T (2012): The Promising Future of Chia, *Salvia hispanica* L. *J. Biomed. Biotechnol.*, doi:10.1155/2012/171956 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3518271/>
- ÓShea, N., Rossle, C., Arendt, E., Gallagher, E. (2015): Modelling effects of orange pomace using response surface design for gluten free baking. *Food Chemistry* 166 (1), 223-230.
- Ozkoc, S.O., Seyhun, N. (2015): Effect of Gum Type and Flaxseed Concentration on Quality of Gluten-Free Breads Made from Frozen Dough Baked in Infrared-Microwave Combination Oven. *Food and Bioprocess Technology* 8 (12), 2500-2506.
- Palabiyik, I., Yidiz, O., Toker, O.S., Cavus, M., Ceylan, M.M., Yurt, B. (2016): Investigating the addition of enzymes in gluten-free flours – The effect on pasting and textural properties. *LWT-Food Science and Technology* 69 (6), 633-641.
- Pelikán J., Knotová D., Hofbauer J. (2016): Méně známé druhy zemědělských plodin. ISBN 978-80-88000-06-8. VÚP Troubsko.
- Petri, D.F.S. (2015): Xanthan gum: A versatile biopolymer for biomedical and technological applications. *Journal of Applied Polymer Science* 132 (23).
- Pongjaruvat, W., Methacanon, P., Seeterpan, N., Fuonfuchat, A., Gamonpilas, Ch. (2014): Influence of pregelatinised tapioca starch and transglutaminase on dough rheology and quality of gluten-free jasmine rice bread. *Food Hydrokoloids* 36, 143-150.
- Prugar J. a kol. (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. ISBN 978-80-86576-28-2. VÚPS Praha.
- Příhoda, J., Skřivan, P., Hrušková, M. (2004): Cereální chemie a technologie I. VŠCHT Praha.
- Psyllium – Scientific Review on Usage, Dosage , Side Effects (<https://examine.com/supplements/psyllium/>).
- Renzetti, S., Rosell, C.M. (2016): Role of enzymes in improving the functionality of proteins in nonwheat dough systems. *Journal of Cereal Science*, 67, 35-45.
- Riek, T., Aurnhammer, J. (2014): Dietary Fibers & Functional Celluloses – Solutions for Gluten-Free Baked Goods. *Food Marketing & Technology* 14-15.
- Rodriguez-Sandoval, E., Cortes-Rodriguez, M., Manjarres-Pinzon, K. (2015): Effect of hydrocolloids on the pasting profiles of tapioca starch mixtures and the baking properties of gluten-free cheese bread. *Journal of Food Processing and Preservation* 39(6), 1672-1681.

- Rosa, C.S., Tessele, K., Prestes, R.C., Silveira, M., Franco, F. (2015): Effect of substituting of cocoa powder for carob flour in cakes made with soy and banana flours. *International Food Research Journal* 22 (5), 2111-2118.
- Roshidi, M., Wazedi, A., Islam, R., Mahomudi, S., Khatun, H. (2016): Preparation of gluten free bread using the mixture of different cereals grain flour. *International Journal of Advanced Multidisciplinary Research* 3 (5), 9-16.
- Rothschild, J., Rosentrater, K.A., Onwulata, Ch., Singh, M., Menutti, L., Jambazian, P., Omary, M.B. (2015): Influence of quinoa roasting on sensory and physicochemical properties of allergen-free, gluten-free cakes. *International Journal of Food Science & Technology* 50 (8), 1873-1881.
- Rózylo, R., Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Cacak-Pietrzak, G., Mis, A., Rudy S. (2015): Physical properties of gluten-free bread caused by water addition. *Int. Agrophys.* 29, 353-364.
- Rózylo, R., Rudy, S., Krzykowski, A., Dziki, D. (2015): Novel Application of Freeze-Dried Amaranth Sourdough in Gluten-Free Bread Production. *Journal of Food Process and Engineering* 38 (2), 135-143.
- Sanquinetti, A.M., Secchi, N., Del Caro, A., Fadda, C., Fenu, P.A.M., Catzeddu, P., Piga, A. (2015): Gluten-free fresh filled pasta: The effects of xanthan and guar gum on changes in quality parameters after pasteurisation and during storage. *LWT- Food Science and Technology* 64 (2), 678-684.
- Shoaib, M., Shezhad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H.R., Shakeel, A., Ansari, A., Niazi, S. (2016): Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers* 147, 444–454.
- Skřivan, P.: Chemické složení žitné obilky.
<http://www.zitnecentrum.cz/2014/02/10/chemicke-slozeni-zitne-obilky/> staženo 11.8.16
- Sluková, M., Levková, J., Příhoda, J. (2014): Vliv procesu hnětení těsta na strukturu obilných bílkovin. *Pekař cukrář* 7, 23-32.
- Steffolani, E., de la Hera, E., Pérez, G., Gómez, M. (2014): Effect of Chia (*Salvia hispanica* L) Addition on the Quality of Gluten-Free Bread. *Journal of Food Quality* 37 (5), 309-3017.
- Velíšek J., Hajšlová J. (2009): *Chemie potravin I. a II. díl. VŠCHT Praha.*
- Walter, T., Wieser, H., Koehler, P. (2014): Production of gluten-free wheat starch by peptidase treatment. *Journal of Cereal Science* 60 (1), 202-209.

Literatura ke kapitole 6.2

- Ascheri, D.P.R., Moreira da Silva, E.M. (2016): Quality assessment of gluten-free pasta prepared with a brown rice and corn meal blend via thermoplastic extrusion. *LWT- Food Science and Technology* 68, 698-706.
- Bastos, G.M., Júnior, M.S.S., Caliar, M., de Araujo Pereira, A.L., Morais, C.C., Campos, M.R.H. (2016): Physical and sensory quality of gluten-free spaghetti processed from amaranth flour and potato pulp. *LWT- Food Science and Technology* 65, 128-136.
- Bouasla, A., Wojtowicz, A., Zidoune, M.N., Olech, M., Nowak, R., Mitrus, M., Oniszczyk, A. (2016): Gluten-Free Precooked Rice-Yellow Pea Pasta: Effect of Extrusion-Cooking Conditions on Phenolic Acids Composition, Selected Properties and Microstructure. *Journal of Food Science* 81(5), 1070-1079.
- De Moura, C.M.A., Júnior, M.S.S., Fiorda, F.A., Caliar, M., Vera, R., Grossmann, M.V.E. (2016): Cooking and texture properties of gluten-free fettuccine processed from defatted flaxseed flour and rice flour. *International Journal of Food Science & Technology* 51 (6), 1495-1501.
- Flores-Silva, P.C., Berrios, J., Pan, J., Agama-Acevedo, E., Monsalve-González, A., Bello-Pérez, L.A. (2015): Gluten-free spaghetti with unripe plantain, chickpea and maize: physicochemical, texture and sensory properties. *CyTA-Journal of Food* 13 (2), 159-166.
- Gimenéz, M.A., Drago, S.R., Basset, M.N., Lobo, M.O., Sammán, N.C. (2016): Nutritional improvement of corn pasta-like product with broad bean (*Vicia faba*) and quinoa (*Chenopodium quinoa*) *Food Chemistry* 199, 150-156.
- Gómez M, Sciarini LS. Gluten-Free Bakery Products and Pasta. In Arranz E, Fernández-Bañares F, Rosell CM, Rodrigo L, Peña AS (2015) editors. *Advances in the Understanding of Gluten Related Pathology and the Evolution of Gluten-Free Foods*. Barcelona, Spain: OmniaScience; p. 565-604.
- Kahlon, T.S. and Chiu, M.C.M. (2015): Teff, Buckwheat, Quinoa and Amaranth: Ancient Whole Grain Gluten-Free Egg-Free Pasta. *Food and Nutrition Sciences* 6, 1460-1467.
- Kaur, A., Shevkani, K., Singh, N., Sharma, P., Kaur, S. (2015): Effect of guar gum and xanthan gum on pasting and noodle-making properties of potato, corn and mung bean starches. *Journal of Food Science and Technology* 52 (12), 8113-8121.
- Ko, J.A., Kim, H.S., Baek, H.H., Park, H.J. (2015): Effects of Hydroxypropyl Methylcellulose and Temperature of Dough Water on the Rice Noodle Quality. *Food Science and Technology Research* 21 (1), 129-135.
- Laleg, K., Cassan, D., Barron, C., Prabhasanankar, P., Micard, V. (2016): Structural, Culinary, Nutritional and Anti-Nutritional Properties of High Protein, Gluten Free, 100 % Legume Pasta *PLoS One* 7;11 (9), Article number: e0160721.

Marengo, M., Bonomi, F., Marti, A., Pagani, M.A., Elkhaila, A.E.O., Iametti, S. (2015): Molecular features of fermented and sprouted sorghum flours relate to their suitability as components of enriched gluten-free pasta. *LWT- Food Science and Technology* 63, 511-518.

Mastromatteo, M., Iannetti, M., Civica, V., Sepielli, G., Del Nobile, M.A. (2012): Effect of the Inulin Addition on the Properties of Gluten Free Pasta. *Food Science & Nutrition* 3, 22-27.

Padalino, L., Mastromatteo, M., Lecce, L., Spinelli, S., Conte, A., Del Nobile, A.M. (2015): Optimization and characterization of gluten-free spaghetti enriched with chickpea flour. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 66 (2), 148-158.

Rosa-Sibakov, N., Heinico, R.L., Cassan, D., Holopainen-Mantila, U., Micard, V., Lantto, R., Sozer, N. (2016): Effect of bioprocessing and fractionation on the structural, textural and sensory properties of gluten-free faba bean pasta *LWT- Food Science and Technology* 67, 27-36.

Rosa, C.S., Prestes, R.C., Tessele, K., Crauss, M. (2015): Influence of the different addition levels of amaranth flour and rice flour on pasta buckwheat flour. *International Food Research Journal* 22(2), 691-698.

Tan, H.Z., Li, Z.G., Tan, B. (2009): Starch noodles: History, classification, materials, processing, structure, nutrition, quality evaluating and improving. *Food Research. International* 42, 551-576.

Literatura ke kapitole 6.3

De Meo, B., Freeman, G., Marconi, O., Booer, C., Perretti, G., Fantozzi, P. (2011): Behaviour of malted cereals and pseudocereals for gluten-free beer production *Journal of the Institute of Brewing* 117 (4), 541-546.

Dewar, J., Orovan, E., Taylor, J.R.N. (1997): Effect of alkaline steeping on water uptake and malt quality in sorghum. *Journal of the Institute of Brewing* 103, 283-285.

Hager, A.-S., Taylor, J.P., Waters, D.M., Arendt, E.K. (2014): Gluten free beer – a review. *Trends Food Science & Technology* 36, 44-54.

Knorr, V., Wieser, H., Koehler, P. (2016): Production of gluten-free beer by peptidase treatment. *European Food Research and Technology* 242, 1129-1140.

Lyumugabe, F., Gros, J., Nzungize, J., Bajyana, E., Thonart, P. (2012): Characteristics of African traditional burs brewed with sorghum malt: a review. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment* 16(4), 509-530.

Nakatani, K. (2007): Beer in Japan – present and future trends. *Brewer and Distiller International* 3 (5), 54-57.

Tanner, G.J., Blundell, M.J., Colgrave, M.L., Howitt, C.A. (2016): Creation of the first ultra-low gluten barley (*Hordeum vulgare* L.) for coeliac and gluten-intolerant populations. *Plant Biotechnology* 14 (4), 1139-1150.

Tatham, A.S., Fido, R.J., Moore, C.M., Kasarda, D.D., Kuzmicky, D.D., Keen, J.N. et al. (1996): Characterization of the mayor prolamin of tef (*Eragrostis tef*) and finger millet (*Eleusine coracana*). *Journal of Cereal Science* 24 (1), 65-71.

Usansa, U., Burberg, F., Geiger, E., Back, W., Wanapu, C., Arendt, E.K., Kreisz, S., Boonkerd, N., Teaumroong, N., Zarnkow, M. (2011): Optimization of malting conditions for two black rice varieties, black non-waxy rice and black waxy rice (*Oryza sativa* L. Indica). *Journal of the Institute of Brewing* 117 (1), 39–46.

Wijngaard, H.H., Arendt, E.K. (2006): Optimisation of mashing program for 100 % malted buckwheat. *Journal of the Institute of Brewing* 112, 57-65.

Zarnkow, M., Almaguer, C., Burberg, F., Back, W., Arendt, E.K., Kreisz, S. (2008): The use of response surface methodology to optimise malting conditions of Teff (*Eragrostis tef* L.) as a raw material for gluten-free foods. *Brewing Science* 61, 94-104.

Zarnkow, M., Geyer, T., Lindemann, B., Burberg, F., Back, W., Arendt, E.K., Kreisz, S. (2007a): The use of response surface methodology to optimise malting conditions of quinoa (*Chenopodium quinoa* L.) as raw material for gluten-free food and beverages. *Brewing Science* 60, 118-126.

Zarnkow, M., Keßler, M., Burberg, F., Back, W., Arendt, E.K., Kreisz, S. (2007b): The use of response surface methodology to optimise malting conditions of proso millet (*Panicum miliaceum* L.) as a raw material for gluten-free foods. *Journal of the Institute of Brewing* 113 (3), 280–292.

Zweytik, G., Berghofer, E. (2009): Production of gluten-free beer. In: E.Gallagher (Ed.), *Gluten-free food science and technology*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell.

8. Stanovení lepku

Při stanovení lepku se využívají imunochemické metody založené na vazbě antigen-protilátka. Ve stanovení lepku jsou v současné době ELISA metody metodami první volby. Na trhu jsou dostupné ELISA kity využívající velmi rozdílné způsoby přípravy vzorku před vlastní analýzou a také protilátky v kitech mají rozdílnou specifitu. Stejně protilátky využívají výrobci pro konstrukci kvalitativních setů imunochromatografických metod. Nejdéle jsou využívány Skeritovy protilátky namířené proti omega-gliadinu (Allred a Ritter 2010), byly základem kitů firmy Tepnel (Neogen). V evropském prostředí jsou nejvíce využívány ELISA soupravy a prostředky na detekci lepku založené na tzv. R5 protilátce. Jedná se o monoklonální protilátku získanou imunizací pokusných zvířat ethanolickým extraktem ze žita obsahujícím sekalin. Specifita této protilátky směřuje proti repetitivním epitopům QQPFP,QQQFP, LQPFP, and QLFPF obsaženým v bílkovinách zrna pšenice, ječmene a žita a jejich hybridů, jako je triticales nebo tritordeum (Kahlenberg a kol. 2006). R5 protilátka nezachytí bílkoviny ovsa. Kity založené na této protilátce od různých výrobců (RBiopharm, Ingenasa, Neogen) v sendvičovém uspořádání jsou považovány za současný standard pro stanovení stopových množství lepku v potravinách spolu s kvalitativními testy se stejnou protilátkou (Lacorn a kol. 2016, Sherf a kol. 2016). Pro malé fragmenty lepku vzniklé hydrolýzou například při výrobě piva nebo sójových omáček jsou určeny kompetitivní ELISA kity založené rovněž na R5 protilátce (Scherf a Poms 2016). Jako jeden z imunotoxických peptidů byl identifikován tzv. 33-mer peptid z alpha-2 gliadinu. Proti tomuto peptidu jsou namířeny monoklonální protilátky nové generace označované jako G12. Tyto protilátky tvoří nyní základ ELISA kitů na stanovení lepku a LFD (lateral flow device) kvalitativních testů firmy Romer Labs a Biomedal (Slot a kol. 2015).

Velkým úskalím při porovnávání a hodnocení imunochemických metod stanovení alergenů je vzájemná obtížná porovnatelnost výsledků. Výsledky analýzy jsou jednak ovlivněny parametry ELISA kitu, jednak povahou analyzovaného vzorku. Některé potravinové matrice jsou obtížně zpracovatelné a extrahovatelné, u jiných je nebezpečí křížových reakcí nebo obsahu látek blokujiících protilátku v ELISA kitu. Typickým příkladem jsou vzorky s vysokým podílem tuku nebo matrice obsahující vysoký podíl polyfenolických látek. V těchto případech nezbyvá než vzorek odtučnit či rozšířit extrakční proceduru o přidavek sušeného mléka nebo rybí želatiny na vyvázání polyfenolických sloučenin. Speciální extrakční roztoky jsou patentově chráněné a obsahují alkohol, povrchově aktivní látky a denaturační činidla na uvolnění gliadinu z potravinové matrice (Diaz Amigo a Popping 2013, Torok 2015). Přesto bylo v poslední době publikováno několik prací, které se zabývají vývojem a validací nových kvantitativních i kvalitativních kitů nebo srovnáním existujících komerčních kitů. Byla například analyzována skupina potravin zahrnujících mouku, pečivo, výrobky se sójou a směsné tepelně opracované výrobky. Na analýzu byly využity ELISA kity obsahující protilátku R5 nebo G12. Ukázalo se, že výsledky stanovení s využitím obou kitů jsou srovnatelné (Hochegger a kol. 2015). V práci Slot a kol. (2015) je porovnána funkčnost 14 ELISA kitů jako reprezentativního výběru z komerčních kitů. Bylo konstatováno, že ani jedna ze souprav včetně soupravy s R5 protilátkou není vhodná pro všechny typy potravinových matic. Pozornost by podle autorů měla být zaměřena na vývoj kompetitivního formátu, na vylepšení extrakční procedury a detekci vybraných peptidů.

Don a Koehler (2014) se zabývali spolehlivostí výsledků dosažených s využitím ELISA kitů a interpretací výsledků kontrolních stanovení. Potvrdili vhodnost sendvičového typu ELISA kitu pro stanovení intaktního lepku a využití kompetitivního kitu na analýzy piva a dalších vzorků obsahujících hydrolyzáty lepku. Kompetitivní souprava zatím dosahuje vyšších hodnot chyb měření, vyšší hodnoty limitu detekce a menší výtěžnosti stanovení a bude asi předmětem dalších studií.

Metody PCR a Real Time PCR jsou stejně spolehlivé na stanovení stop lepku jako metody imunochemické. Základem metody je ovšem detekce DNA. Také u metody PCR se mohou projevit vlivy matrice na kvalitu stanovení (Martin-Fernandez a kol. 2016). Byly testovány modelové matrice zahrnující sóju, rýži a kukuřici, stanovovány byly sekvence kódující 2-gliadin, agglutinin Tri a 18 a thioredoxin h s využití techniky TaqMan real-time PCR. Pro sekvenci 2-gliadinu byla metoda nejcitlivější v rýži (5mg/kg) a nejméně citlivá v přítomnosti sóje (50mg/kg).

Kapalinová chromatografie s hmotnostní detekcí je vysoce selektivní a citlivá metoda s limitem detekce menším jak 0,03mg peptidů /kg. Detekovány jsou ovšem peptidy a nikoli lepek a nejsou k dispozici detailní metody pro detekci jednotlivých obilovin.

Většinou se užívá o kombinace kapalinové chromatografie na reverzní fázi (RP HPLC) nebo gelové permeační chromatografie (GP) v kombinaci s hmotnostní detekcí (Manfredi a kol. 2015, Colgrawe a kol. 2015, Goma a Boye 2015, Panda a kol. 2015, Acanski a kol. 2015)

Novou metodiku představuje využití imunosenzorů, aptamerů a multiplexových stanovení (Amaya-Gonzales a kol. 2015, Eksin a kol. 2015, Soler a kol. 2016). Stále však trvá potřeba referenční metody a obecně použitelného referenčního materiálu (Sherf a Poms 2016). Firma 6SensorLabs ze San Franciska začala vyrábět přenosné testovací zařízení na obsah lepku pod názvem Nima využitelné pro laiky. Výsledky poskytuje během několika minut a lze jím otestovat všechny potraviny, nezachytí ale peptidy z hydrolyzátů lepku. Malý vzorek potraviny se vloží do speciální jednorázové kapsle, kapsle se uzavře a vsune do hlavní testovací jednotky. Zobrazením emotikonu na displeji Nima za dvě až tři minuty upozorní uživatele na závadnost nebo nezávadnost potraviny. Přístroj používá kombinaci chemického a mechanického procesu – zašroubování víčka kapsle rozdrtí vzorek, směs enzymů a protilátek v kapsli jej zpracuje, obsah se vypustí na testovací proužek, ze kterého výsledek odečte optický senzor. Citlivost je nastavena na rozeznání koncentrace 20 mg/kg, podle výrobce je přesnost měření 99,5 %. Byla ověřena srovnáním s testy na dalších přístrojích měřících obsah lepku na 2 000 vzorcích různých potravin (<https://nimasensor.com/>)

Modifikací klasických imunochemických metod je xMAP technologie (Extended MultiAnalyte Profiling), kdy jsou vazebné protilátky navázány na částice polystyrenu nebo na částice s paramagnetickou vrstvou. Magnetické kuličky zjednodušují automatizaci promývání při vazbě analytů, protilátek a značených protilátek. Tato metoda umožní detekci více alergenů současně, jako například v práci Cho a kol. (2015), kteří detekovali současně 14 alergenů a lepek s citlivostí 5 ng/ml.

Shrnutí IX:

Rozvoj metod stanovení lepku v různých surovinách a potravinách zaručuje osobám trpícím různými formami intolerance podstatně vyšší bezpečí a komfort. Metody je jistě třeba dále propracovávat a hledat nové a pokud možno jednoduché cesty, které by celiakům a dalším nemocným umožnily do jisté míry samostatně získat kontrolu nad tím, co kupují a konzumují.

Literatura ke kapitole 8

Acanski, M.M., Vujic, D.N., Psodorov, D.B. (2015): Practical method for the confirmation of authentic flours of different types of cereals and pseudocereals. Food Chemistry 172, 314-317.

Allred ,LK., Ritter, B.W. (2010): Recognition of gliadin and glutenin fractions in four commercial gluten assays. Journal of AOAC International 93 (1), 190-196.

Amaya-Gonzales, S., de los Santos-Alvarez, N., Miranda-Ordiers, A.J., Lobo-Castanon, M.J. (2015): Sensitive gluten determination in gluten-free foods by an electrochemical aptamer-based assay. Analytical and Bioanalytical Chemistry 407 (20), 6021-6029.

Colgrawe, M.L., Goswami, H., Byrne, K., Blundell, M., Howit, C.A., Tanner, G. (2015): Proteomic Profiling of 16 Cereal Grains and the Application of Targeted Proteomics To Detect Wheat Contamination. Journal of Proteome Research 14 (6), 2659-2668.

Diaz-Amigo, C., Popping, B. (2013): Accuracy of ELISA Detection Methods for Gluten and Reference Materials: A Realistic Assessment. Journal of Agricultural and Food Chemistry 61, 5681-5688.

Don, C., Koehler, P. (2014): Enzyme-Linked Immunosorbent Assays for the Detection and Quantitation of Gluten in Cereal-Based Foods. Cereal Foods World 59 (4), 171-178.

Eksin, E., Congur, G., Erdem, A. (2015): Electrochemical assay for determination of gluten in flour samples. Food Chemistry 184 (10), 183-187.

Gomaa, A., Boye, J. (2015): Simultaneous detection of multi-allergens in an incurred food matrix using ELISA, multiplex flow cytometry and liquid chromatography mass spectrometry (LC-MS). Food Chemistry 175, 585-595.

Hochegger, R., Mayer, W., Prochaska, M. (2015): Comparison of R5 and G12 Antibody-Based ELISA Used for the Determination of the Gluten Content in Official Food Samples. Foods 4 (4), 2015, 654-664.

Cho, C.Y., Nowatzke, W., Oliver, K., Garber, E.A.E. (2015): Multiplex detection of food allergens and gluten. Analytical and Bioanalytical Chemistry 407 (14), 4195-4206

Kahlenberg, F., Sanchez, D., Lachman, I., Tuckova, L., Tlaskalova, H., Mendez, E., Mothes, T. (2006): Monoclonal antibody R5 for detection of putatively coeliac-toxic gliadin peptide. European Food Research and Technology 222 (1), 78-82.

Lacorn, M., Scherf, K., Uhlig, S., Weiss, T. (2016): Determination of Gluten in Processed and Nonprocessed Corn Products by Qualitative R5 Immunochromatographic Dipstick: Collaborative Study, First Action 2015.16, Journal of AOAC International 99 (3), 730-737.

Manfredi, A., Mattarozzi, M., Gianetti, M., Careri, M. (2015): Multiplex liquid chromatography-tandem mass spectrometry for the detection of wheat, oat, barley and rye prolamins towards the assessment of gluten-free product safety. Analytica Chimica Acta 895 (10), 62-70.

Martin-Fernandez, B., Costa, J., Oliveira, M.B.P.P., Lopez-Ruiz, B., Mafra, I. (2016): Combined effects of matrix and gene marker on the real-time PCR detection of wheat. International Journal of Food Science & Technology 51 (7), 1680-1688.

Panda, R., Fiedler, K.L., Cho, C.Y., Cheng, R., Stutts, W.L., Jackson, L.S., Garber, E.A.E. (2015): Effects of a Pro line Endopeptidase on the Detection and Quantitation of Gluten by Antibody-Based Methods during the Fermentation of a Model Sorghum Beer. Journal of Agricultural and Food Chemistry 63 (48), 10525-10535

Scherf, K., Poms, R.E. (2016): Recent developments in analytical methods for tracing gluten. Journal of Cereal Science 67, 112-122.

Scherf, K.A., Uhlig, S., Simon, K., Frost, K., Koehler, P., Weiss, T., Lacorn, M. (2016): Validation of a qualitative R5 dip-stick for gluten detection with a new mathematical-statistical approach Qual. Ass. Safety of Crops Foods 8 (2), 309-318.

Slot, I.D.B., Bremer, M.G.E.G., van der Felsklier, R.R. (2015): Evaluating the Performance of Gluten ELISA Test Kits: The Numbers Do Not Tell the Tale. Cereal Chemistry 92 (5), 513-521.

Soler, M., Estevez, M.C., Moreno, M.D., Cebolla, A., Lechuga, L.M. (2016): Label-free SPR detection of gluten peptides in urine for non-invasive celiac disease follow-up. Biosensor Bioelectronic 79 (5), 158-164.

Torok, K., Hajas, L., Bugui, Z., Balasz, G., Tomoskozi, S. (2015): Investigation of the effects of food processing and matrix components on the analytical results of ELISA using an incurred gliadin reference material candidate. Acta Alimentaria 44 (3), 390-399.

<https://nimasensor.com/> staženo 4.9.2016

9. Legislativa

Vývoj legislativy označování bezlepkových potravin

Prvním krokem k definici bezlepkových potravin, lepku a označování bezlepkových potravin bylo vytvoření standardu Codex Alimentarius (*Codex Standard for gluten-free foods 118-1979*) v roce 1979. Tento standard definoval bezlepkové výrobky jako výrobky, které neobsahují gluten v jeho přirozené formě anebo neobsahují více dusíku z netolerovaných cereálií než 0,05 g N/100 g sušiny. Bylo to v době, kdy nebyly žádné analytické metody umožňující stanovení lepku a jediné stanovení nežádoucích bílkovin bylo možné pouze jako stanovení bílkovin Kjeldahlovou metodou, a to u stanovení kontaminace deproteinovaného škrobu používaného pro výrobu bezlepkových pekařských výrobků.

Vývoj standardu probíhal dále s tím, jak se vyvíjely analytické metody a výzkum v této oblasti. Záslužným činem bylo zcela jistě vytvoření pracovní skupiny „Working Group on Prolamine Analysis and Toxicity“, která se začala této problematice v rámci Codexu Alimentarius systematicky věnovat (při Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses - CCNFSDU) a ve spolupráci s Codex Committee on Methods of Analysis and Sampling.

Jedna z významných změn kodexového standardu pro bezlepkové výrobky byla projednána na 28. zasedání Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses, Podle dokumentu, který byl na tomto zasedání diskutován, došlo ke změnám ve standardu a následující definici bezlepkových výrobků rozdělených do 3 skupin (ALINORM 07/30/26 Rev.; Appendix IV) :

- a) jsou složeny nebo vyrobeny pouze ze surovin, které neobsahují žádné prolaminy z pšenice nebo ostatních druhů *Triticum* jako špalda (*Triticum spelta* L.), kamut (*Triticum polonicum* L.) nebo tvrdá pšenice, ječmene, žita, oves¹ a z jejich křížených odrůd; hodnota glutenu v potravině určené pro přímou spotřebu nepřevyšuje 20 mg/kg výrobku (foods ready for consumption); nebo
- b) obsahují složky z pšenice, žita, ječmene, oves^{*}, špaldy nebo z jejich křížených odrůd; tyto složky jsou považovány jako „gluten-free“ a hodnota glutenu ve finální potravině nepřevyšuje 100 mg/kg výrobku; nebo
- c) jsou směsí 2 složek z bodu a) a b) a jejich hodnota glutenu ve finální potravině nepřevyšuje 100 mg/kg výrobku.

* Oves může být tolerován většinou, ale ne všemi pacienty s celiakií (podrobné vysvětlení viz kapitola Základní bezlepkové suroviny). Z tohoto důvodu bude použití nekontaminovaného ovesa glutenem řešeno odborníky v bezlepkové dietě na národní úrovni.

Vyhláška č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití, řešila bezlepkové potraviny v ČR v části 7. Tato vyhláška vycházela z popisu a údajů v Codexu Alimentarius (ALINORM 06/29/2), pouze údaje byly v mg gliadinu/100 g sušiny a ne glutenu v mg/kg.

Konkrétně zde bylo uvedeno:

§ 18

(1) Pro účely této vyhlášky se rozumí:

- a) glutenem (lepkem) bílkovinná frakce pšenice, žita, ječmene a ovesa a jejich zkřížených odrůd, která je nerozpustná v 0,5 M roztoku NaCl,
- b) prolaminy frakce glutenu, která je extrahovatelná 40-70 % vodným roztokem ethanolu, (prolaminy pšenice se označují jako gliadin, žita sekinin, ječmene hordein a ovesa avenin.). Gluten obsahuje 50 % prolaminů.

(2) Bezlepkovými potravinami se rozumějí:

- a) potraviny, které jsou složeny nebo vyrobeny ze suroviny, které neobsahují žádné složky z pšenice, nebo ostatních druhů *Triticum* jako špalda (*Triticum spelta* L.), kamut (*Triticum polonicum* L.) nebo tvrdá pšenice, ječmen, žito oves a jejich zkřížených odrůd; hodnota gliadinu ve finální potravine není vyšší než 1 mg/100 g sušiny; tyto mohou být označeny jako „přirozeně bezlepkové“ nebo
- b) potraviny, které obsahují složky z pšenice, ječmene, ovesa, špaldy nebo jejich zkřížených odrůd; tyto potraviny jsou považovány za bezlepkové, pokud hodnota gliadinu ve finální potravine není vyšší než 10 mg/100 g sušiny, nebo
- c) nápoje mohou být označeny jako bezlepkové, pokud hodnota gliadinu není vyšší než 10 mg/100 ml.

§ 19

Označování bezlepkových potravin:

(1) Potraviny bezlepkové lze na obalu označit slovy „bez lepku“ nebo „bezlepkové“ pouze v případě, že:

- a) neobsahují více než 10 mg gliadinu nebo 0,05 g dusíku na 100 g sušiny, pocházejícího z obilovin obsahujících lepek jako zejména pšenice, žito, triticales, ječmen a oves,
- b) obsahují škrob pocházející z obilovin obsahujících lepek. Pokud použitý škrob neobsahoval více než 0,3 g bílkovin na 100 g sušiny; rostlinný původ použitého škrobu se označí na obalu.

(2) Tento bod je věnovaný povinným údajům na obale – energetická hodnota, obsah živin a potravních doplňků, obsah lepku.

(3) Potraviny označené „přirozeně bezlepkové“ nesmí mít obsah gliadinu více než 10 mg na 100 g sušiny výrobku.

Ve vyhlášce byl nesoulad mezi § 18 a 19 u přirozeně bezlepkových potravin. V § 18 byl uveden obsah gliadinu 1 mg/100 g sušiny, v § 19 byl uveden obsah gliadinu 10 mg/100 g sušiny.

Přežitkem, který ve vyhlášce zůstal z doby, kdy Codex Alimentarius se začal poprvé zabývat bezlepkovými potravinami, je uvedení obsahu dusíku 0,5 g na 100 g sušiny, pocházejícího z obilovin obsahujících lepek. Tento údaj má smysl pouze u výrobků, které byly a jsou složeny

ze škrobu a jediným možným zdrojem dusíku by byla bílkovina z obilovin obsahujících lepek. U výrobků, kde jsou bílkoviny pocházející z různých rostlinných (případně živočišných) zdrojů, není možné tento údaj použít.

K další revizi Standardu pro bezpečkové potraviny došlo na podzim roku 2007 na dalším zasedání CCNFSDU. Z tohoto zasedání vzešly následující změny:

Potraviny spadající pod tento standard, nyní nazvaný **Standard for food for special dietary use for persons intolerant to gluten**, se dělí do dvou skupin:

1) bezpečkové potraviny, kam patří potraviny:

- a) vyrobené ze surovin neobsahujících pšenici (tj. i ostatní druhy *Triticum*, jako je špalda, kamut nebo tvrdá pšenice), ječmen, žito, oves nebo jejich hybridní variety, s limitem celkového obsahu glutenu 20 mg/kg vztaženo na hmotnost potraviny určené k prodeji/spotřebě;
- b) vyrobené z jedné nebo více surovin obsahujících pšenici (tj. i ostatní druhy *Triticum*, jako je špalda, kamut nebo tvrdá pšenice), ječmen, žito, oves nebo jejich hybridní variety, s limitem celkového obsahu glutenu 20 mg/kg vztaženo na hmotnost potraviny určené k prodeji/spotřebě;

2) potraviny zvlášť zpracované se sníženým obsahem glutenu 20 – 100 mg/kg; tyto se skládají z jedné nebo více surovin obsahujících pšenici (tj. i ostatní druhy *Triticum*, jako je špalda, kamut nebo tvrdá pšenice), ječmen, žito, oves* nebo jejich hybridní variety, které byly speciálně upraveny za účelem snížení celkového obsahu glutenu na 20 - 100 mg/kg vztaženo na hmotnost potraviny určené k prodeji/spotřebě (ALINORM 08/31/26).

Od roku 2005 jsou výrobci potravin povinni uvádět na obale přítomné alergenní složky a tato povinnost měla pacientům s celiakií pomáhat orientovat se ve všech komoditách běžných potravin. I v této oblasti docházelo k častým změnám, což je vidět i z výčtu legislativních dokumentů na evropské úrovni i ČR (Directive 2000/13/EC ; Directive 2003/89/EC; Directive 2005/26/EC; Directive 2007/68/EC; Vyhláška č. 113/2005 Sb., o způsobu označování potravin a tabákových výrobků)

Dne 15. 5. 2008 vešla v platnost vyhláška č. 157/2008 ze dne 24. 4. 2008, o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití (změna vyhlášky č. 54/2004 Sb.).

Změny jsou podtržené

§ 18

(1) Pro účely této vyhlášky se rozumí:

- a) glutenem (lepkem) bílkovinná frakce pšenice, žita, ječmene a ovsa a jejich zkřížených odrůd, která je nerozpustná v 0,5 M roztoku NaCl,
- b) prolaminy frakce glutenu, která je extrahovatelná 40-70 % vodným roztokem ethanolu, (prolaminy pšenice se označují jako gliadin, žita sekalin, ječmene hordein a ovsa avenin.). Gluten obsahuje 50 % prolaminů.

(2) Bezpečkovými potravinami se rozumějí:

- a) potraviny, které jsou složeny nebo vyrobeny ze suroviny, které neobsahují žádné složky z pšenice, nebo ostatních druhů *Triticum* jako špalda (*Triticum spelta* L.), kamut (*Triticum polonicum* L.) nebo tvrdá pšenice, ječmen, žito, oves a jejich hybridních odrůd a u kterých obsah lepku činí nejvýše 20 mg/kg potraviny ve stavu určeném ke spotřebě, tyto mohou být označeny jako „přirozeně bezlepkové“, nebo
 - b) potraviny, které obsahují složky z pšenice, nebo ostatních druhů *Triticum* jako špalda (*Triticum spelta* L.), kamut (*Triticum polonicum* L.) nebo tvrdá pšenice, ječmen, žito oves a z jejich hybridních odrůd, a u kterých obsah lepku činí nejvýše 100 mg/kg potraviny ve stavu určeném ke spotřebě, nebo
 - c) potraviny, které obsahují složky nebo směs složek uvedených v písmenech a) a b) a u kterých obsah lepku činí nejvýše 100 mg/kg potraviny ve stavu určeném ke spotřebě.
- (3) Potraviny bezlepkové jsou určeny pro osoby s vrozenou, geneticky podmíněnou intolerancí pšenice, ječmene, žita a ovsa.

§ 19

Označování bezlepkových potravin

- (1) Potraviny bezlepkové se mohou označit jako „bezlepkové“ nebo „bez lepku“ pouze, pokud splňují požadavky uvedené v § 18 odst. 2.
- (2) Tento bod je věnovaný povinným údajům na obale – energetická hodnota, obsah živin a potravních doplňků, obsah lepku.
- (3) Potraviny se mohou označit jako „přirozeně bezlepkové“ pouze, pokud splňují požadavky uvedené v § 18 odst. 2. písm. a)

Definice lepku ze standardu Codexu Alimentarius byla použita i v **Nariadení Komise (ES) č. 49/2009**, které bylo od tohoto roku platné také pro označování bezlepkových potravin v České republice. Podle tohoto legislativního dokumentu byly rozlišovány dvě kategorie potravin:

- *Bez lepku* – 20 mg lepku /kg potraviny ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli,
- *Velmi nízký obsah lepku* – 100 mg lepku /kg potraviny ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli.

Oves obsažený v potravinách pro osoby s nesnášenlivostí lepku musí být speciálně vyroben, připraven a/nebo zpracován tak, aby bylo zamezeno kontaminaci pšenicí, žitem, ječmenem nebo jejich kříženci, přičemž obsah lepku v ovsu nesmí být vyšší než 20 mg/kg .

Obě skupiny potravin byly lépe a více srozumitelně popsány na základě dotazů metodiky SZPI následovně:

Označení „BEZ LEPKU“: Je určeno primárně pro potraviny z přirozeně bezlepkových surovin a je povoleno jak u potravin určených pro zvláštní výživu, tak u běžných potravin.

Obsah lepku musí činit nejvýše 20 mg/kg v potravine ve stavu, v němž je prodávána konečnému spotřebiteli.

Označení „VELMI NÍZKÝ OBSAH LEPKU“: Je určeno pro označení potravin obsahujících jednu nebo více složek ze speciálně upravené pšenice, ječmene, ova, žita nebo jejich kříženců. Údaj „velmi nízký obsah lepku“ není možné použít v označení běžných potravin (je možné použít pouze pro potraviny pro zvláštní účely) a rovněž v označení potravin, které neobsahují žádnou složku z pšenice, ječmene, ova, žita nebo jejich kříženců. Obsah lepku musí činit nejvýše 100 mg/kg v potravine ve stavu, v němž je prodávána konečném spotřebiteli. Pod pojmem „složka z pšenice“ se rozumí např. pšeničný deproteinovaný škrob, který je jako složka z pšenice používán nejčastěji.

V roce 2011 vyšel legislativní dokument, který zrušil **všechny** předešlé evropské dokumenty týkající označování potravin včetně alergenů a bezpečkových potravin. Jedná se o **NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 1169/2011** ze dne 25. října **2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům**, které od 13. 12. 2014 řeší povinnosti provozovatelů potravinářských podniků a označování potravin včetně alergenů (kapitola IV povinné informace o potravinách, článek 9) a řeší také nově bezpečkové potraviny v části věnované dobrovolnému označování v kapitole V, článku 36. Toto nařízení je platné v celé EU a jejím uvedením v platnost došlo i ke zrušení některých legislativních dokumentů ČR (Vyhláška č. 157/2008 ze dne 24. 4. 2008, o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití).

Vzhledem ke zrušení Nařízení Komise (ES) č. 49/2009 a pro zachování kontinuity označování bezpečkových potravin vstoupilo v platnost od 20. 7. 2016 – Prováděcí nařízení Komise (EU) č. 828/2014 ze dne 30. července 2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům (provádění nařízení k nařízení č. 1169/2011). Díky těmto změnám se označování bezpečkových potravin dostává do roviny obecného potravinového práva a do kategorie dobrovolného označování potravin na rozdíl od označování alergenů, které patří mezi povinné údaje na obalech potravin.

K poslední změně v dokumentech věnovaných bezpečkovým potravinám došlo v roce 2015 a to ve standardu Codexu Alimentarius. Změna se týkala zpřesnění definice dříve používaného názvu pšenice „kamut“ – místo tohoto názvu je uvedeno: khorasan, která je také označována pod různými obchodními značkami jako např. KAMUT

V České republice došlo na základě dotazů týkajících se pšeničného deproteinovaného škrobu k dohodě mezi MZe, SVS a SZPI podle které:

Deproteinovaný pšeničný škrob není alergen a nemusí být ve složení zvýrazněno slovo **pšeničný. Podmínkou však vždy je uvést, proč se o alergen nejedná (v tomto případě je uvedeno, že se jedná o deproteinovaný škrob).**

Pro splnění toho, že se jedná o alergen, musí být splněny 2 podmínky – musí se jednat o obilovinu vyjmenovanou v bodě 1. přílohy II nařízení (EU) č. 1169/2011 a zároveň taková obilovina musí obsahovat lepek (viz. díkce „obiloviny obsahující lepek, konkrétně: pšenice, žito ...“). Tato skutečnost je uvedena v aktualizované publikaci PK ČR „Otázky a odpovědi k nařízení (EU) 1169/2011 o poskytování informací spotřebitelům“.

Logo přeškrtnutého klasu

V roce 1988 založila národní asociace celiaků z Velké Británie, Španělska, Itálie a Francie společnou evropskou asociaci (AECS, Association of European Coeliac Societies) jako organizaci prosazující zájmy celiaků na evropské úrovni. K této organizaci se postupně připojovaly další národní asociace. Česká republika je v AECS zastoupena od roku 1990. Organizace se snaží prosazovat své zájmy vůči výrobcům a lobuje za úpravy evropské legislativy. Postupně se podílela na prosazení deklarace lepku na obalech výrobků, na snížení limitu obsahu lepku v bezpečkových potravinách i na všeobecném uznání R5 ELISA metody na stanovení gliadinu v potravinách.

Symbol přeškrtnutého klasu byl původně registrován společností Coeliac UK (tj. sdružením britských celiaků), a to jako národní ochranná známka Spojeného království Velké Británie a Severního Irska, posléze jako Ochranná známka Společenství. V současné době je Symbol přeškrtnutého klasu (The Crossed Grain symbol) registrovanou obchodní známkou v Evropské unii, Švýcarsku, Norsku, Chorvatsku, Srbsku, Bosně a Černé Hoře. Slouží jako vizuální informace pro pacienty s bezpečkovou dietou při výběru a nákupu zboží, významně usnadňuje orientaci při nákupech potravin v zahraničí. Známky měly být odlišeny kódem země v pravém dolním segmentu. Po předchozím jednání s AOECs Sdružení celiaků ČR zaregistrovalo v roce 1998 českou národní ochrannou známku tvořenou symbolem přeškrtnutého klasu doplněným písmeny CZ. Další ochranná známka identického vyobrazení byla registrována v roce 2008, a to pro širší okruh výrobků a služeb:



Licencované produkty musí být opatřeny registračním číslem, které udává kód země, kód výrobce a číslo výrobku. Evropský licenční systém umožňuje udělit známku ve třech verzích - výrobkům s obsahem lepku do 20 mg/kg, s obsahem lepku do 100 mg/kg, případně deklarovat i přítomnost ova.

Dle § 8 odst. 1 zákona č. 441/2003 Sb., o ochranných známkách ve znění pozdějších předpisů má Sdružení celiaků ČR, jakožto vlastník ochranných známek, výlučné právo užívat ochranné známky ve spojení s výrobky nebo službami, pro něž jsou chráněny.

Dle ustanovení § 8 odst. 2 téhož zákona nesmí nikdo v obchodním styku bez souhlasu vlastníka ochranné známky užívat označení shodné s ochrannou známkou pro výrobky nebo služby, které jsou shodné s těmi, pro které je ochranná známka zapsána, ani označení, u něhož z důvodu jeho shodnosti nebo podobnosti s ochrannou známkou a shodnosti nebo podobnosti výrobků nebo služeb označených ochrannou známkou a označením existuje pravděpodobnost záměny na straně veřejnosti, včetně pravděpodobnosti asociace mezi označením a ochrannou známkou.

Pro výrobce toto značení není povinné, ale mnozí z nich vnímají tuto ochrannou známku jako službu spotřebitelům a jako konkurenční výhodu oproti výrobci bez tohoto označení. Používání této známky je podmíněno získáním licence a splněním kritérií Standardu AECS (2015). Znamku udělují jednotlivé národní asociace za splnění přísných podmínek. Výrobce musí nechat testovat svoje výrobky ve vybrané, nejlépe akreditované laboratoři a v pravidelných intervalech nechat testování opakovat. Pro analýzu je doporučována ELISA metoda založená na využití tzv. R5 protilátky. Výrobní prostory procházejí každoročním auditem. Součástí standardu jsou i pokyny pro posuzování HACCP. Za udělení známky se platí licenční poplatky. Neoprávněné využívání ochranné známky je důvodem k postihu.

Ochranná známka je určena pro výrobky složené z více ingrediencí, které prošly výrobním procesem. Ochrannou známku nedostane výrobek tvořený jednou složkou nebo je svým charakterem nezpracovaný. To platí např. pro ovoce, zeleninu, nezpracované maso a ryby, mléko a jogurty bez přísad, med, marmelády a džemy, oleje. Zákaz se týká i nápojů, jako jsou minerální vody, víno, ovocné šťávy, čaj a čistá káva.

Pokud výrobce nechce označovat své výrobky registrovanou ochrannou známkou, nemusí tak učinit. Podle současné platné legislativy stačí, aby výrobek slovně označil slovy „bez lepku“. Pak tento výrobek musí splňovat normu do 20 mg/kg. Případně může výrobek označit slovy „velmi nízký obsah lepku“. Takový výrobek pak musí splnit normu pro obsah lepku do 100 mg/kg.

Literatura ke kapitole 9

ALINORM 06/29/2

ALINORM 07/30/26 Rev.; Appendix IV)

ALINORM 08/31/26

AOECS Standard for Gluten-Free Foods, AOECS Standard November 2015, Association Of European Coeliac Societies, Brussels, www.aoecs.org (staženo 22.8.2016)

Codex Standard 118-1979 (Codex Standard for gluten-free food) – do roku 2007

Codex Standard 118-1979 (Codex Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten – od roku 2007

Logo přeškrtnutého klasu, (<http://www.celiac.cz/>), (staženo 22.8.2016)

Nařízení Komise (ES) č. 49/2009 O složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku.

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (EU) č. 1169/2011 ze dne 25.října 2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům

Prováděcí nařízení Komise (EU) č. 828/2014 ze dne 30.července 2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům

Vyhláška č. 54/2004 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití

Vyhláška č. 157/2008 ze dne 24. 4. 2008, o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití (změna Vyhlášky č. 54/2004)

Vsuvka III – Práce VÚPP na problematice bezlepkové diety

Návrhy bezlepkových potravin chráněné užitnými vzory:

Nemléčné dezerty (UV 2008-19142)

Nemléčná pomazánka sladká (UV 2010-21612)

Nemléčná pomazánka slaná (UV 2010-21712)

Bezlepková směs z přirozeně bezlepkových surovin (UV2012-24072)

Bezlepková směs na přípravu bezlepkových výrobků (UV 2004-14836)

Nemléčný slunečnicový nápoj (UV 2010-22020)

Pohankový slad karamelový a barvící (UV 2012-23774)

Odhořčený koncentrát amarantových bílkovin se zvýšeným obsahem vápníku a hořčíku (UV 25359, P 2013-304782)

Pracovníci VÚPP jsou autory dalších užitných vzorů na výrobky, které sice primárně nejsou určeny pro bezlepkovou dietu, ale svým složením se dají do této diety zařadit. Jedná se o návrhy výrobků s využitím klíčených luštěnin, zeleninové šťávy v různé úpravě, potraviny s přidanými lignany nebo s homogenáty chmele a potraviny s aplikací syrovátkových bílkovin. Do bezlepkové diety je možné zařadit i některé z výrobků navržených v rámci společných projektů s Výzkumným ústavem mlékářským.

Některé návrhy receptur pro bezlepkovou dietu byly realizovány ve spolupráci s výrobními podniky v rámci výzkumných projektů nebo formou zakázek. Jedná se například o těstoviny vyráběné firmou POVA SPECIAL,s.r.o., těstoviny a bezlepkové směsi Jizerka od výrobce Jizerské pekárny, s.r.o., směsi na bezlepkové chleby firmy Adveni Medical, s.r.o. V současné době se řeší projekt TAČR mimo jiné ve spolupráci s firmou Perník, s.r.o.

Řada projektů řešených v minulosti ve VÚPP se týkala stanovení lepku (gliadinu) v bezlepkových potravinách a tedy vlastně bezpečnosti bezlepkové diety. Na počátku stálo zavedení imunoenzymatické metody stanovení gliadinu a validace nového ELISA kitu vyráběného firmou Sedium RD. Ve spolupráci se Sdružením celiaků ČR vznikla současně první verze databáze bezlepkových výrobků veřejně přístupná na Internetu. V dalších letech se VÚPP ve spolupráci se Společností pro bezlepkovou dietu věnovalo také sledování denního příjmu lepku u pacientů s celiakií, k ELISA metodě stanovení lepku přibyla i metoda PCR na průkaz přítomnosti pšenice v potravinách. Mezilaboratorní testování ELISA kitu s vyšší citlivostí bylo náplní práce v rámci mezinárodního programu SAFEFOODERA.

S prací na projektech souvisí i publikační činnost věnovaná problematice lepku a bezlepkové dietě v odborných časopisech, na konferencích a v rámci mezinárodní skupiny WGPAT (Working Group on Prolamin Analysis and Toxicity). Kolektiv autorů z VÚPP se v roce

2015 podílel na vydání publikace „Obiloviny v lidské výživě“, kde jsou komplexním způsobem shrnuty poznatky o lepku jako důležité i problematické složce lidské stravy.

Po řadu let udržuje VÚPP v činnosti databázi bezpečných potravin, v současné době je v provozu její druhá verze. Databáze by měla především sloužit pacientům s celiakií, rodičům dětí s celiakií, dietním sestrám a lékařům. Obsahuje jednak výrobky deklarované jako bezpečné nebo přirozeně bezpečné, jednak běžné potraviny. Na databázi spolupracuje VÚPP také s Českou technologickou platformou pro potraviny při Potravinářské komoře ČR. Od roku 2014 je databáze doplňována v rámci institucionálního příspěvku na rozvoj organizace. Současně jsou do databáze doplňovány výrobky analyzované na zakázku. Nedílnou součástí práce na tomto tématu je také přednášková a poradenská činnost VÚPP pro veřejnost. Poskytujeme odborné konzultace výrobcům a prodejcům bezpečných výrobků, odpovídáme na dotazy laické veřejnosti. Začátkem června 2016 zorganizoval VÚPP ve své budově v Praze Hostivaři Den otevřených dveří věnovaný celiakii a bezpečné dietě. Návštěvníci se seznámili s ukázkami surovin vhodných pro bezpečné potraviny, s problematikou stanovení lepku a mohli sami ochutnat bezpečné výrobky a sami je sensoricky hodnotit. Záznam ze Dne otevřených dveří je uveřejněn i na facebookovém profilu VÚPP.

Shrnutí X:

Přestože drtivá většina populace intolerancí lepku netrpí, i ti, kteří se rozhodnou z jakýchkoli důvodů lepek ze stravy vyloučit, mají právo na plnohodnotnou a kvalitní náhradu. Je povinností pěstitelů, výrobců a také výzkumníků na tomto úkolu nadále pracovat.

Příloha 1: Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: Taxonomický přehled zařazení obilovin (Faměra in: Gabrovská a kol. 2015)

Obr. 2: Přehled nemocí spojených s konzumací lepku (Zdroj: Sapone a kol. 2012)

Obr. 3: Různé přístupy výroby bezlepkového piva (Zdroj: Hager a kol. 2014)

Obr. 4: Schéma produkce piva klasickou cestou a s použitím prolyl endopeptidázy z *Aspergillus niger* (AN-PEP) (Zdroj: Knorr a kol. 2016)

Tab. I: Složení hlavních proteinů obilovin (Gabrovská a kol. 2015)

Tab. II Přehled nejvýznamnějších derivátů celulózy

Příloha 2: Vybrané bezlepkové výrobky a jejich výrobci

Tabulka je zaměřena především na příklady vhodných cereálních výrobků, hlavně pak na suroviny nebo směsi na přípravu pečiva

Bezlepkové mouky	Rýžová mouka hladká pudrová	LABETA, ADVENI MEDICAL, EXTRUDO, PALETA, NATURAL, AMARANTH, PROBIO
	Rýžová mouka polohrubá	ADVENI MEDICAL, PALETA, NATURAL
	Rýžová mouka instantní	NATURAL
	Rýžová celozrnná mouka	PROBIO
	Jemná rýžová krupička	PALETA, EXTRUDO, NATURAL
	Mouka z hnědé rýže	ADVENI MEDICAL
	Kukuřičná mouka hladká	LABETA, NATURAL, AMARANTH, PROBIO, KUKUŘIČNÝ MLÝN MRZKOVICE
	Kukuřičná mouka polohrubá	EXTRUDO, NATURAL, KUKUŘIČNÝ MLÝN MRZKOVICE
	Kukuřičná krupice hrubá	AMARANTH, PROBIO, KUKUŘIČNÝ MLÝN MRZKOVICE
	Kukuřičná mouka instantní	EXTRUDO
	Čočková mouka nativní	EXTRUDO, PROBIO
	Fazolová mouka nativní	EXTRUDO
	Hrachová mouka nativní hrách zelený / žlutý	EXTRUDO, PROBIO
	Lupinová mouka hladká	NATURAL
	Čiroková mouka hladká	ADVENI MEDICAL, NATURAL, PROBIO, KUKUŘIČNÝ MLÝN MRZKOVICE
	Bio kokosová mouka	ADVENI MEDICAL
	Tapioková škrobová mouka	ADVENI MEDICAL
	Mouka z hroznových jadérek	ADVENI MEDICAL
	Amarantová mouka	ADVENI MEDICAL, NATURAL, AMARANTH
	Kokosová mouka	ADVENI MEDICAL
	Quinoa mouka	ADVENI MEDICAL, NATURAL
	Cizrnová mouka hladká	ADVENI MEDICAL, EXTRUDO, AMARANTH
	Cizrnová mouka polohrubá	ADVENI MEDICAL
	Cizrnová mouka instantní	EXTRUDO
	Slzovková mouka	EXTRUDO BEČICE
	Jáhlová mouka	ADVENI MEDICAL, EXTRUDO, NATURAL
	Pohanková mouka, celozrnná / polohrubá / krupice	ADVENI MEDICAL, EXTRUDO, PROBIO ŠMAJSTRLA, NATURAL, AMARANTH
	Teffová mouka světlá / tmavá	ADVENI MEDICAL
	Kurakkanová mouka	ADVENI MEDICAL
	Mouka z vlašských ořechů	ADVENI MEDICAL
	Kaštanová mouka	ADVENI MEDICAL
	Mouka ze „zemních mandlí“ – šáchorová,	ADVENI MEDICAL
	Lněná mouka	ADVENI MEDICAL
	Slzovková mouka	ADVENI MEDICAL
	Mouka ze slunečnicových semínek	ADVENI MEDICAL
	Dýňová mouka	ADVENI MEDICAL

	Maková mouka	ADVENI MEDICAL
	Arašídová mouka	ADVENI MEDICAL
	Mouka z lískových oříšků	ADVENI MEDICAL
	Karobová mouka	ADVENI MEDICAL
	Plantejnová mouka	ADVENI MEDICAL
	Banánová mouka	ADVENI MEDICAL
	Konopná mouka	ADVENI MEDICAL
	Hořčičná mouka	ADVENI MEDICAL
	Nopálová mouka	ADVENI MEDICAL
	Ostropestřec mouka	ADVENI MEDICAL
	Mouka chia	ADVENI MEDICAL, AMARANTH
	Včelníková mouka	ADVENI MEDICAL
	Mandlová mouka	ADVENI MEDICAL
	Sójová mouka hladká / hrubá plnotučná	PALETA, NATURAL
Bezlepkové chleby a směsi	Chléb slunečnicový	LABETA
	Chléb světlý	LABETA, JIPEK, NATURAL
	Chléb tmavý	LABETA, PALETA, JIPEK, NATURAL
	Bezlepkový Delikates chléb se směsí semínek	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový Obsession chléb s kaštanem	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový chléb Inspiration s včelníkem a rakytníkem	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový Detox chléb s ostropestřcem	ADVENI MEDICAL
	Bezlepková směs na pečení BAKE-A-CAKE	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový Everyday chléb s čirokem a dýní	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový Slim chléb s teffem	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový Energy chléb s moukou z chia semínek	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový Azték chléb s nopálovou moukou	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový dětský chléb kaštanek s jedlým kaštanem	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový Benefit chléb s quinoou	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový Beauty chléb s amarantem	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový chléb Talián s amarantem	ADVENI MEDICAL
	Bezlepkový konopný Behappy chléb	ADVENI MEDICAL
	Bezlepková cukrářská směs VERONA - SOFT / STABIL - světlá / tmavá	SEMIX
	Bulka bez lepku	AMARANTH
	Chlebík chia / s amarantem tmavý / světlý kulatý	AMARANTH
	Chlebík trvanlivý toustový bílý / tmavý	AMARANTH
	Chlebík VITAL	AMARANTH
	Veka	AMARANTH
	Semínkový chléb bílý / tmavý trvanlivý BEZ LEPKU KB	JIPEK
	Bílý / tmavý chléb BEZ LEPKU trvanlivý KB	JIPEK
	Bílý / tmavé chlebíky v pečicím sáčku k dopečení	JIPEK
	Vícevrstvná bageta v pečicím sáčku	JIPEK
	Bageta bavorská v pečicím sáčku	JIPEK
	Žemle v pečicím sáčku - k dopečení	JIPEK
	Vícevrstvné žemle	JIPEK
	Žemle	JIPEK
	Pizza korpus trvanlivý	JIPEK
	Bezlepková směs chlebová	PALETA

	Směs na chléb bílý / tmavý bez lepku - balení neobsahuje droždí	JIPEK
	Směs na chléb slunečnicový bez lepku - balení neobsahuje droždí	JIPEK
	Směs na chléb vícezrnný bez lepku - balení neobsahuje droždí	JIPEK
	Směs na třeň a šlehané těsto bez lepku	JIPEK
	Směs na kynuté těsto bez lepku	JIPEK
	JIZERKA - bezlepková směs univerzální ZLATÁ	JIPEK
	JIZERKA - přirozeně bezlepková směs univerzální ZELENÁ	JIPEK
	Směs na langoš a pizzu bez lepku	JIPEK
	Směs na chléb s amarantem	AMARANTH
	SIMPLY ADVENI směs	ADVENI MEDICAL
	UNIMIX Univerzální (moučná) směs	PALETA
	Obalovací směs italská	EXTRUDO
	Bezlepková kukuřičná strouhanka s lupínky	EXTRUDO
	Kukuřičná strouhanka speciál se sladkou paprikou	EXTRUDO
	Strouhanka kukuřičná křupavá	AMARANTH
	Strouhanka	JIPEK
	Kukuřičná strouhanka speciál	NATURAL, AMARANTH
	Kukuřičná strouhanka	PROBIO, KUKUŘIČNÝ MLÝN MRZKOVICE
	Obalovací směs bylinková	AMARANTH
	Falafel bio (Bio sypká směs na přípravu veganského karbanátku)	EXTRUDO
	Falafel (sypká směs na přípravu veganského karbanátku)	EXTRUDO
	Hummus bio směs	EXTRUDO
	Římské placičky	EXTRUDO
	Římské lívanečky	EXTRUDO
	SIMPLY ADVENI Bezlepková směs na pečení	ADVENI MEDICAL
	Jíška světlá bez lepku	LABETA
	Univerzální směs bez lepku	LABETA
	PROMIX Univerzální bezlepková mouka	NOVALIM
	Směs na chléb s lněnou vlákninou	NOMINAL
	Směs na chléb se sójovou vlákninou	NOMINAL
	Směs na chléb rustikální	NOMINAL
	Směs na chléb s pohankovou vlákninou	NOMINAL
	Bezlepková mouka Nomix	NOMINAL
	Bramborové těsto (směs)	NOMINAL
	Jáhlové těsto (směs)	NOMINAL
	Bramborové knedlíky	VITANA
	Chléb bílý	VITANA
	Chléb tmavý	VITANA
	Muffins	VITANA
	Univerzální směs	VITANA
	Na zahušťování a obalování	VITANA
	Bezlepková mouka Michalík I	BEZLEPKOVÁ PRODEJNA
	Bezlepková mouka Michalík II	BEZLEPKOVÁ PRODEJNA
	Bezlepková mouka Michalík III	BEZLEPKOVÁ PRODEJNA
Bez lep	Bábovka vhodná i pro diabetiky	LABETA
	Bezlepkové pudinky	AMYLON

Mazanec	LABETA
Perník	LABETA, PALETA
Dětské řezy	LABETA
Drobený dort	LABETA
Muffins světlý / kakaový	LABETA
Muffins sypaný amarantem / kakaový s čokoládou, sypaný amarantem / mix sypaný amarantem	AMARANTH
Muffins s meruňkovou náplní / straciatella / čokoládové	JIPEK
Bezlepkové palačinky	PALETA
Směs na makovec	PALETA
Směs na univerzální bábovku, dort, koláč	PALETA
Bezlepkový křehký moučník	PALETA
Směs na bábovku	NOVALIM, JIPEK
Bezlepkové piškoty	EXTRUDO, JIPEK, AMARANTH
Amaranth-bar kešu-třešně	AMARANTH
Amaranth-bar lískový ořech	AMARANTH
Loupáky	JIPEK
Šátečky s džemem	JIPEK
Vafle	JIPEK
Dukátové buchtičky v pečicím sáčku - k dopečení	JIPEK
Loupáky v pečicím sáčku - k dopečení	JIPEK
Bábovka straciatella / s tmavou polevou	JIPEK
Chlebiček straciatella	JIPEK
Biskupský chlebiček	JIPEK
Roláda tmavá / s citron. příchutí	JIPEK
Linecká kolečka	JIPEK
Rakvičky	JIPEK
Kakaový dort	JIPEK
Dort harlekýn se šlehačkou	JIPEK
Máslový dort	JIPEK
Kokosové sušenky s citronem	NATURAL
Kokosové sušenky polomáčené (v karobové polevě) (s rýžovým sirupem, bez lepku a vajec)	NATURAL
Kokosové sušenky (s rýžovým sirupem, bez lepku, vajec a mléka)	NATURAL
Skořicové preclíky polomáčené (s rýžovým sirupem bez lepku a vajec)	NATURAL
Brusinkové sušenky (s rýžovým sirupem, bez lepku, vajec a mléka)	NATURAL
Pohankové sušenky jahodové (s rýžovým sirupem, bez lepku, vajec a mléka)	NATURAL
Pohankové sušenky se skořicí (s datlovým sirupem, bez lepku, vajec a mléka)	NATURAL
Skořicové sušenky (s rýžovým sirupem, bez lepku, vajec a mléka)	NATURAL
Pomerančové sušenky polomáčené (s datlovým sirupem, bez lepku, vajec)	NATURAL
Pomerančové sušenky s datlovým sirupem bez lepku, vajec	NATURAL
Karobové sušenky 150 g (s rýžovým sirupem, bez lepku, vajec a mléka)	NATURAL

	Jahelné piškotky (s rýžovým sirupem, bez lepku, vajec a mléka)	NATURAL
	Jahelné piškotky s lesním ovocem (s rýžovým sirupem, bez lepku, vajec a mléka)	NATURAL
	Celiáček	AMARANTH
	Mazanec	AMARANTH
	Laskavky s chia semínky / s mandlemi a medem / se slunečnicí a čokoládou (sušenky)	AMARANTH
	Laskavky s brusinkami a medem / s čokoládou a medem (sušenky)	AMARANTH
Semínka, zrna, olej	Chia olej lisovaný za studena	ADVENI MEDICAL
	Kokosový olej za studena lisovaný jednodruhový	NATURAL
	Olej amarantový	AMARANTH
	Jáhly	ADVENI MEDICAL, NATURAL, AMARANTH, PROBIO
	Slzovka zrno	ADVENI MEDICAL
	Quinoa zrno černé / červené / bílé	ADVENI MEDICAL, AMARANTH
	Quinoa zrno trio 50 % bílá zrna quino, 25 % černá zrna quino, 25 % červená zrna quino	ADVENI MEDICAL
	Quinoa black&white day&night 50 % bílá zrna quino, 50 % černá zrna quino	ADVENI MEDICAL
	Teff zrno světlé/ Teff zrno tmavé	ADVENI MEDICAL
	Amarantové zrno	ADVENI MEDICAL, AMARANTH, PROBIO
	Konopné semínko loupáné	ADVENI MEDICAL
	Chia semínko	ADVENI MEDICAL, NATURAL, AMARANTH
	Čirok bílý zrno	ADVENI MEDICAL, PROBIO
	Sezam loupáný	NATURAL, AMARANTH, PROBIO
	Pohanka loupáná tmavá	NATURAL
	Pohanka loupáná světlá	NATURAL, PROBIO
	Rýže natural neloupaná	NATURAL
	Divoká rýže neloupaná	NATURAL
	Slunečnice loupáná	NATURAL, PROBIO
	Dýňové semínko	NATURAL
	Lněné semínko	NATURAL, AMARANTH, PROBIO
	Mák šedý	PROBIO
	Mák modrý	PROBIO
Bezlepkové müsli, kaše, vločky	Müsli ovocné / čokoládové	LABETA
	Zapečené müsli jogurtové s jahodami a brusinkami / čokoládové / medové / skořicové se švestkami a višněmi	LABETA
	Granola čokoládová / brusinková / jahodová / meruňková / s mandlemi	NATURAL
	Müsli tyčinka bez lepku OVOCENKA s kokosem / s pomerančem / s goji	NATURAL
	Müsli čokoládové / jogurtové s jahodami a brusinkami / medové / skořicové se švestkami a višněmi	AMARANTH
	Müsli tyčinka amarant exotic / ořech / třešeň	AMARANTH
	Rýžové vločky	ADVENI MEDICAL, PROBIO
	Rýžové vločky instantní	NATURAL
	Pohankové vločky	ADVENI MEDICAL, PROBIO
	Pohankové vločky instantní	NATURAL

	Kaštanové vločky	ADVENI MEDICAL
	Bramborové vločky	ADVENI MEDICAL
	Rakytňákové vločky	ADVENI MEDICAL
	Jemné ovesné vločky s klíčky	NATURAL
	Sójové vločky celé	NATURAL
	Jáhelné vločky instantní	NATURAL, AMARANTH
	Rýžové otruby s klíčky	NATURAL
	Adveni kaše s čírokem, jablkem a skořicí	ADVENI MEDICAL
	Adveni kaše s čírokem a kokosem	ADVENI MEDICAL
	Adveni kaše s čírokem, hruškou a zázvorem	ADVENI MEDICAL
	Adveni kaše s čírokem	ADVENI MEDICAL
	Adveni kaše s kaštanem a přírodní vanilkou	ADVENI MEDICAL
	Adveni kaše s quinoou	ADVENI MEDICAL
	Adveni kaše s teffem	ADVENI MEDICAL
	Adveni kaše s amarantem	ADVENI MEDICAL
	Jáhlová kaše instantní	EXTRUDO
	Naturálka kukuřičná	NATURAL
	Polenta Kukuřičná kaše instantní	EXTRUDO, NATURAL, AMARANTH
	Směs kukuřičná polenta s pohankou instantní	NATURAL
	Kaše instantní kukuřičná s amarantem	AMARANTH
	Pohanková kaše instantní	EXTRUDO, NOMINAL
	Naturálka pohanková	NATURAL
	Jáhlová kaše snídaňová	EXTRUDO
	Naturálka jáhelná	NATURAL
	Kaše instantní rýžová	AMARANTH
	Rýžová kaše s jogurtem	EXTRUDO
	Kukuřičná kaše instantní	KUKUŘIČNÝ MLÝN MRZKOVICE
	Pohanková kaše natural / kakaová	ŠMAJSTRLA, NATURAL
	Jáhlová kaše	NOMINAL
	Rýžová kaše	NOMINAL
	Čiroková kaše	NOMINAL
	Lahodná kaše	NOMINAL
Snack, křupky, tyčinky, křehké chleby, cereálie	Rychlý snack jogurt (křupavý chléb v jogurtové polevě)	EXTRUDO
	Rychlý snack kakao (křupavý chléb v kakaové polevě)	EXTRUDO
	Bio kukuřičná křupka natural	EXTRUDO
	Bio pohanková křupka	EXTRUDO
	Cereální hrachová křupka	EXTRUDO, AMARANTH
	Crispins Pizza	EXTRUDO
	Crispins Sýrová	EXTRUDO
	Crispins Amarantová delikates	EXTRUDO
	Crispins Kukuřičná Bio	EXTRUDO
	Crispins Bio Amarantový	EXTRUDO
	Kukuřičný Křupavý vícezrnný plátek	EXTRUDO
	Jarní zelenina Křupavý vícezrnný plátek	EXTRUDO
	Chléb Jarní zelenina Křupavý vícezrnný plátek	EXTRUDO
	KNUSPI chléb Jarní zelenina	
	Chléb Cibulový s pohankou Křupavý vícezrnný plátek	EXTRUDO
	Křehký plátek bio pohankový	EXTRUDO
	Cereální hrachová křupka	EXTRUDO

	Pohankové křupky natural / slané / kakaové / česnekové	ŠMAJSTRLA
	Pop jáhlový	AMARANTH
	Pop pohankový	AMARANTH
	Pop rýžový	AMARANTH
	Křupky česnekové se sýrem / papříkové / rajče a bazalka / zeleninové	AMARANTH
	Křupky long kukuřičné natural / solené	AMARANTH
	Křupky short kukuřičné s amarantem a rýží	AMARANTH
	Polštářky amarantové s karamellem	AMARANTH
	Čokokuličky do mléka	AMARANTH
	Kukuřičné tyčinky	NATURAL
	Jahelné křupky	NATURAL
	Amaranthové tyčinky delikates	NATURAL
	Kukuřičné tyčinky kmínové / vanilkové	NATURAL
	Pohankové lupínky	NATURAL
	Kukuřičné křupky	NATURAL
	Křupky mix	NATURAL
	Kukuřičné křupky jogurt / jogurt-lesní ovoce / jogurt-jahoda / karobové s kokosem / mix	NATURAL
	Pohankové křupky	NATURAL
	Křehké plátky kukuřičné	NATURAL
	Červíci s medem	AMARANTH
	Kroužky jahodové / jogurtové s brusinkami / karamelové	AMARANTH
	Kuličky čokoládové / jahodové / jogurtové s kokosem / medové / s příchutí kávy	AMARANTH
	Oválky čokoládové / medové / oříškové	AMARANTH
	Pecičky skořicové	AMARANTH
	Perličky natur / medové / čokoládové / ovocné	AMARANTH
	Tyčinky amarantové se sýrem	AMARANTH
	Amarantové křehké plátky	AMARANTH
	Kukuřičné křehké plátky	AMARANTH
	Pohankové křehké plátky	AMARANTH
	Tyčinky amarantové se sýrem	AMARANTH
	Jahelné pukance	PROBIO
	Rýžové pukance	PROBIO
	Kukuřičné křupky	KUKUŘIČNÝ MLÝN MRZKOVICE
Bezlepkové polévky a hotová jídla	Gulášová polévka	LABETA
	Zeleninová polévka	LABETA
	Hrachová polévka jemná	EXTRUDO
	Čočková babiččina polévka	AMARANTH
	Fazolová babiččina polévka	AMARANTH
	Hrstková babiččina polévka	AMARANTH
	Rýžová babiččina polévka	AMARANTH
	Rizoto zeleninové	AMARANTH
	Rizoto se žampiony a bazalkou	AMARANTH
Bezlepkové přílohy	Bramborové knedlíky	LABETA, PALETA, AMARANTH
	Chlupaté knedlíky bramborové ve varných sáčcích	LABETA
	Kolínka	LABETA, JIPEK
	Vřetena mix	LABETA
	Směs na knedlíky kynuté	PALETA, JIPEK

	Směs na bramboráčky s pohankou	PALETA
	Pohankové těstoviny	ŠMAJSTRLA
	Tříbarevná vřetena mix	AMARANTH
	Amarantová vřetena	AMARANTH
	Vlasové nudle bezlepkové	JIPEK
	Rýžové těstoviny	NATURAL
	Kukuřičné těstoviny - písmenka / trubky / mušle / fleky / špagety	NATURAL
	Kuskus kukuřičný	NATURAL
	Kuskus pohanka cizrna	NATURAL
	Bramborová kaše	LABETA
	Bramborová kaše s mlékem	LABETA
	Kukuřičná polenta instantní	PROBIO
Ostatní bezlepkové složky potravin	Krystalická fruktóza, Želatina čirá (vepřová), Želatina na vaječnou tlačenkou (vepřová)	LABETA
	Dortové želé čiré / červené	LABETA
	Instantní droždí	LABETA
	Jedlá soda	LABETA
	Kyselina citronová	LABETA
	Sypká kořenící směs Lako k nakládání okurek a zeleniny	LABETA
	Marináda barbecue	LABETA
	Marináda kuře	LABETA
	Skořicový cukr	LABETA
	Topping s příchutí čokoláda	LABETA
	Topping s příchutí jahoda	LABETA
	Topping s příchutí karamel	LABETA
	Vanilínový cukr	LABETA
	Želírfix 2:1 / 1:1 / 1:1 vhodný pro diabetiky	LABETA
	Želírovací cukr 2:1	LABETA
	Želírovací cukr 4:1	LABETA
	Želírovací cukr na jahody / třtinový / vhodný pro diabetiky	LABETA
	Ztužovač šlehačky	LABETA
	Jemný bramborový škrob	ADVENI MEDICAL
	Jemný kukuřičný škrob	ADVENI MEDICAL
	Tapiokový škrob	ADVENI MEDICAL
	Bambusová vláknina	ADVENI MEDICAL
	Vláknina inulin	ADVENI MEDICAL
	Vláknina jablečná hrubá / jemná	ADVENI MEDICAL, NATURAL
	Vláknina Psyllium	ADVENI MEDICAL
	Vláknina bramborová	ADVENI MEDICAL, PALETA
	Kypřící prášek	ADVENI MEDICAL, NATURAL
	Vaječná náhražka	PALETA
	Olej z amarantových zrn	AMARANTH
	Amarantová vláknina	AMARANTH
	Amarantový olej v kapslích	AMARANTH
	Amarantová vláknina obohacená o lecitin	AMARANTH
	Amarantová vláknina obohacená o bioflavonoidy	AMARANTH
	Guarová guma (Indie)	NATURAL
	Xantan	NATURAL

	Agar-agar	NATURAL
	Karobový krém Karobena	NATURAL
	Rýžový sirup	NATURAL
	Kukuřičný sirup	NATURAL
	Čočka červená / velkozrnná	AMARANTH
	Fazole Adzuki / bílá / Mungo / Pinto	AMARANTH

Adresář firem uvedených v tabulce

ADVENI MEDICAL, spol. s r. o.
 Renneská třída 407/29
 639 00 Brno
www.adveni.eu, www.advenimedical.cz, www.bezlepkova.com

AMARANTH LIFE FOOD, s.r.o.
 Happy Food s.r.o.
 Rybkova 23/24
 602 00 Brno
www.amaranthlife.cz

AMYLON, a.s.
 Ronov nad Sázavou 13
 582022 Příbyslav
www.amylon.cz

BENKOR, s.r.o.
 Mělnická Vrutice 72
 277 31 Velký Borek
www.benkor.cz

Bezlepková prodejna
 Nádražní 36/612
 702 00 Moravská Ostrava
www.zdravystal.cz

EXTRUDO BEČICE, s.r.o.
 Bečice 7
 375 01 Týn nad Vltavou
www.extrudo.cz

JIZERSKÉ PEKÁRNY, spol. s r.o.
 třída Gen. Svobody 374,
 460 14 Liberec 13
www.jipek.cz

KUKUŘIČNÝ MLÝN MRZKOVICE – KONKORDIA, spol. s.r.o.
 Mrzkovice 34
 582 91 Světlá nad Sázavou
www.kukuricnymlyn.cz

LABETA, a.s.
 Dřenice 81
 537 01 Chrudim
www.labeta.cz

NOMINAL,
Jamská 2435/3
591 01 Žďár nad Sázavou
www.nominal.cz

NOVALIM, spol. s r.o.
Čárského 3466/1
841 04 Bratislava Slovenská Republika
www.novalim.sk

PALETA, s.r.o.
Lipnice 152
335 61 p. Spálené Poříčí
<http://www.paletalipnice.cz/>

POHANKOVÝ MLÝN ŠMAJSTRLA, s.r.o.,
Kopaná 806, 744 01 Frenštát pod Radhoštěm,
www.pohankovymlyn.com

PROBIO, obchodní společnost, s.r.o.
Lipová 40
788 32 Staré Město, okres Šumperk
www.probio.cz

SEMIX PLUSO, spol. s r.o.
Rybníčky 338, 747 81 Otice
www.semix.cz

VITANA, a.s.
Armády 245
155 00 Praha 5 – Stodůlky
www.vitana.cz

Příloha 3: Vybrané receptury pro bezlepkovou dietu

Recepty pro bezlepkovou dietu

(jestli není uvedeno jinak, je uvedené množství složek v gramech)

Sladké pečivo – řezy nebo korpus

bramborový škrob	84
sojová mouka	90
cukr	90
mléko (ml)	125
prášek do pečiva	6
olej (ml)	60
vejce (ks)	1
voda (ml)	25

Pozn.: doba pečení 27 minut

Sladká buchta z domácí pekárny

pohanková mouka	180
kukuřičný škrob	120
vanilkový cukr	25
skořice	1
suš. citronová kůra	3
prášek do pečiva	15
mléko (ml)	200
žloutek (ks)	1
kryst. cukr	60
olej (ml)	80
voda (ml)	60

Pozn.: na přípravu je využit program na rychlé pečení

Lívance 1

pohanková krupice	100
sůl	1
mléko (ml)	140
cukr	13,5
sušené droždí	1

vejce (ks)	1
------------	---

Lívance 2

pohanková krupice	200
pohankové vločky	200
sůl	4
mléko (ml)	560
cukr	54
sušené droždí	4
vejce (ks)	1

Korpus na pizzu

bílý jogurt (Hollandia selský)	200
pohanková mouka	140
prášek do pečiva	2,5
sůl	1,6

Pozn.: smíchat, peče se na vymazaném plechu nebo pečicím papíře

Knedlíky s pohankovými pukanci 1

pohanková mouka	100
pohankové pukance	40
prášek do pečiva	5
žloutek (ks)	1
sůl	3
voda (ml)	90

Pozn.: Vaří se 20min. Na povrchu měkké, uvnitř více syké. Barva výrazně tmavá, chuť typicky pohanková.

Knedlíky s pohankovými pukanci 2

pohanková mouka	100
Jizerka	50
pohankové pukance	40
bílek (ks)	1
sůl	2,5
prášek do pečiva	5

voda (ml)	90
-----------	----

Korpus s pohankou a tykví

pohanková mouka	175
strouhaná tykev, dýně nebo	
patizon	75
moučkový cukr	90
mléko (ml)	125
prášek do pečiva	6
olej (ml)	30
vejce (ks)	1

Chléb s cizrnovou moukou a chia semínky

Jizerka	400
cizrnová mouka	80
sušené droždí	6
sůl	6-8
chia mleté	5
olej (ml)	20
voda (ml)	370

Příloha 4: Ukázkové jídelníčky

Ukázkový jídelníček s energetickým obsahem 7000 kJ – Univerzální varianta

180 g sacharidů, 100 g bílkovin, 60 g tuků Pitný režim 2-2,5 l neslazených tekutin

Snídaně (alternativy):

Pečivo: bezlepkového pečiva (80 g) / pohankových/amarantových/kukuřičných vloček (55 g) / rýžové / kukuřičné chlebíčky (60 g)

Bílkovina: drůbeží šunky (150 g) / sýra cottage (150 g) / polotučného tvarohu (150 g)/ tvrdého sýra 30 % (80 g)/ polotučný jogurt (150 g) / 2 vejce

Zelenina: paprika 100 g

Svačina:

Ovoce: jablko 100 g

Bílkovina: Polotučný mléčný výrobek (jogurt, zakysaný nápoj) 150 g

Oběd:

Polévka: různé zeleninové

Bílkovina: maso libové (drůbeží, králičí, hovězí) 100 g nebo ryba 150 g

Příloha: brambory vařené (260 g) / bramborová kaše (260 g) / luštěniny vařené (180 g) / rýže vařené (160 g) / bezlepkové těstoviny vařené (130 g)

Zelenina: okurkový salát 200 g + rostlinný olej 10 g

Svačina:

Zelenina banán 100 g

polotučný mléčný výrobek 150 g ev. jiný zdroj bílkoviny

Večeře:

Bílkovina: maso libové (drůbeží, králičí, hovězí) (100 g) nebo ryba (150 g) nebo drůbeží šunka (150 g) /2-3 vejce nebo tvaroh polotučný (150 g)

Příloha: brambory vařené (260 g)/ bramborová kaše (260 g) / luštěniny vařené (180 g) / rýže vařené (160 g) / těstoviny bezlepkové vařené (130 g), pečivo bezlepkové (80 g)

Zelenina: rajčato-cibulový salát 200 g + rostlinný olej 10 g

Příklady konkrétních jídelníčků:

1. Ukázkový jídelníček s energetickým obsahem 7000 kJ

180 g sacharidů, 100 g bílkovin, 60 g tuků

Pitný režim 2-2,5 l neslazených tekutin

Snídaně:

Pečivo: bezlepkového pečiva 80 g + rostlinný tuk 10 g

Bílkovina: drůbeží šunky 150 g

Zelenina: ředkvičky 100 g

Svačina:

Ovoce: mandarinka 100 g

Bílkovina: polotučný jogurt 150 g

Oběd: Drůbeží zapečený plátek s rajčaty

Bílkovina: drůbeží pečený plátek 150 g

Příloha: brambory vařené 260 g

Zelenina: rajčata 150 g + rostlinný olej 10 g

Svačina:

Ovoce: hroznové víno 100 g

tvářohový dezert 150 g

Večeře: Čočka nakyselo s vejcem

Bílkovina: 2-3 vejce

Příloha: čočka nakyselo 180 g

Zelenina: kyselá okurka 200 g

2. Ukázkový jídelníček s energetickým obsahem 7000 kJ

180 g sacharidů, 100 g bílkovin, 60 g tuků

Pitný režim 2-2,5 l neslazených tekutin

Snídaně:

Pečivo: pohankových vloček 55 g

Bílkovina: ovocného jogurtu 150 g

Ovoce: pomeranč 100 g

Svačina:

Ovoce: banán 100 g

Bílkovina: ochucené acidofilní mléko 150 g

Oběd: Pečená ryba s bramborovou kaší

Polévka: zeleninová 150 g

Bílkovina: pečená ryba 150 g

Příloha: bramborová kaše 260 g

Svačina:

Zelenina: salát z hlávkového zelí a mrkve 200 g + řecký jogurt 150 g

Večeře: Rizoto z králíčího masa

Bílkovina:

rizoto z králíčího masa (100 g) a vařené rýže (160 g) s hráškem, mrkví a kukuřicí (150 g)

3. Ukázkový jídelníček s energetickým obsahem 7000 kJ

180 g sacharidů, 100 g bílkovin, 60 g tuků

Pitný režim 2-2,5 l neslazených tekutin

Snídaně:

Pečivo: kukuřičné chlebíčky 60 g

Bílkovina: sýra cottage 150 g

Zelenina: ředkvičky 100 g

Svačina:

Zelenina: rajčata 100 g

Bílkovina: luštěninová pomazánka 100 g, bezlepkové pečivo 80 g

Oběd: Hovězí guláš

Bílkovina: hovězí guláš 100 g

Příloha: bezlepkové těstoviny vařené 130g

Zelenina: paprika 100 g + cibule 50 g

Svačina:

Ovoce: jablko 200g

Smetanovo-tvarohový ovocný dezert 150g

Večeře: Karbanátek s kuskusem

Bílkovina: karbanátek z mletého krůtího masa 100 g

Příloha: zeleninový bezlepkový kuskus 180 g

Zelenina: ledový salát 150 g

4. Ukázkový jídelníček s energetickým obsahem 7000 kJ

180 g sacharidů, 100 g bílkovin, 60 g tuků

Pitný režim 2-2,5 l neslazených tekutin

Snídaně :

Pečivo: bezlepkového chleba 80 g

Bílkovina: drůbeží šunky 150 g, máslo 10 g

Zelenina: ředkev 100 g

Svačina:

Ovoce: jablko 100 g

Bílkovina: tvarohový dezert 150 g

Oběd: pečené kuře s brokolicí

Bílkovina: pečené kuřecí maso (100 g) s brokolicí (100 g)

Příloha: bramborová kaše 260 g

Zelenina: šopský salát 100 g

Svačina:

Zelenina: rajčata 200 g

Bílkovina: budapeštská pomazánka 100 g + bezlepkové pečivo 80 g

Večeře: těstoviny s tuňákem

Bílkovina: tuňák 150 g

Příloha: těstoviny bezlepkové vařené 130 g, kečup, dušené rajské + paprika (150 g), cibule (50 g) + sýr na posypání

5. Ukázkový jídelníček s energetickým obsahem 7000 kJ

180 g sacharidů, 100 g bílkovin, 60 g tuků

Pitný režim 2-2,5 l neslazených tekutin

Snídaně :

Pečivo: bezlepkových vloček 55 g, ořechů 20 g, jahody 50 g

Bílkovina: bílý jogurt 150 g

Svačina:

Zelenina: okurka 100 g

Bílkovina: tvarohová pažitková pomazánka 100 g + plátek bezlepkového chleba 80 g

Oběd: hovězí s rajskou omáčkou

Polévka: brokolicová 150 g

Bílkovina: plátek vařeného hovězího masa 100 g

Příloha: bezlepkové těstoviny 130 g s rajskou omáčkou

Svačina:

Ovoce: banán 100 g

kefír s příchutí 150 g

Večeře: Hemenex

Bílkovina: hemenex ze šunky (100 g) a 2 vajec

Příloha: bezlepkové pečivo 80 g

Zelenina: zeleninový salát 200 g

6. Ukázkový jídelníček s energetickým obsahem 7000 kJ

180 g sacharidů, 100 g bílkovin, 60 g tuků

Pitný režim 2-2,5 l neslazených tekutin

Snídaně:

Pečivo: bezlepkového pečivo 80 g

Bílkovina: tvrdého sýra 80 g, máslo 10 g

Zelenina: rajčata 100g

Svačina:

Ovoce: jablko 100 g

Bílkovina: ovocný jogurt 150g

Oběd: Lívance se šlehaným tvarohem

Polévka: dýňová 150 g

Bílkovina: šlehaný tvaroh s cukrem a borůvkami 150 g + bezlepkové lívance 200 g

Svačina:

Zelenina: paprika 100 g

Tavený sýr 100 g, bezlepkové pečivo 80 g

Večeře: Zapečený lilek s mletým masem

Bílkovina: mleté maso libové (100 g) zapečené v lilku

Příloha: pečivo bezlepkové 80g

Zelenina: tarator 200 g

7. Ukázkový jídelníček s energetickým obsahem 7000 kJ

180 g sacharidů, 100 g bílkovin, 60 g tuků

Pitný režim 2-2,5 l neslazených tekutin

Snídaně::

Pečivo: rýžových chlebíčků 60 g

Bílkovina: pomazánka z tvarohu, rajčat a cibule 150 g

Svačina:

Ovoce: broskev 100g

Bílkovina: ovocný tvaroh 150 g

Oběd: Bezlepkové noky s drůbežím masem a listovým špenátem

Polévka: zeleninová 150 g

Bílkovina: drůbeží maso 100 g

Příloha: bezlepkové bramborové noky 150 g, listový špenát 100 g

Svačina:

Zelenina: okurkový salát 200g

Tvarohová pěna se šunkou 100 g + bezlepkové pečivo 80 g

Večeře: Pomazánka z tuňáka

Bílkovina: tuňák 100 g rozmíchaný v žervé 100 g

Příloha: pečivo bezlepkové 80 g

Zelenina: rajčata 100 g + cibule 50 g

8. Ukázkový jídelníček s energetickým obsahem 7000 kJ

180 g sacharidů, 100 g bílkovin, 60 g tuků

Pitný režim 2-2,5 l neslazených tekutin

Snídaně:

Pečivo: bezlepkového ovocného koláče 80 g

Bílkovina: šlehaného tvarohu 100 g

Ovoce: broskve 80 g

Svačina:

Zelenina: okurka 100 g

Bílkovina: sýrová pomazánka + bezlepkové pečivo 80 g

Oběd: Bezlepkové ovocné knedlíky

Polévka: mrkvová 150 g

Bílkovina: tvaroh na strouhání na posyp 100 g + ovocné knedlíky 200 g

Svačina:

Ovoce: jahody 100 g

kefír 150 g

Večeře: Špagety s masem a cuketou sypané sýrem

Bílkovina: mleté maso 100 g

Příloha: bezlepkové špagety vařené 130 g, sýr 30 g

Zelenina: cuketa dušená do špaget 100 g a brokolice 50 g

9. Ukázkový jídelníček s energetickým obsahem 7000 kJ

180 g sacharidů, 100 g bílkovin, 60 g tuků

Pitný režim 2-2,5 l neslazených tekutin

Snídaně :

Pečivo: bezlepkového pečiva 80 g

Bílkovina: 2 vejce na měkko, rostlinného tuku 10 g

Ovoce: jablko 100 g

Svačina:

Ovoce: mandarinka 50 g

Bílkovina: jogurt 150 g

Oběd: Kuře na paprice

Polévka: bezmasý boršč 150 g

Bílkovina: kuřecí stehno vykostěné 100 g

Příloha: rýže vařená 160 g, omáčka 50 g

Svačina:

Zelenina: rajčata + okurka 200 g

Šunka 150 g + bezlepkové pečivo 80 g + máslo 10 g

Večeře: vaječná omeleta se špenátem

Bílkovina: 3 vejce

Příloha: pečivo bezlepkové 80 g

Zelenina: listový špenát na náplň 150 g

10. Ukázkový jídelníček s energetickým obsahem 7000 kJ

180 g sacharidů, 100 g bílkovin, 60 g tuků

Pitný režim 2-2,5 l neslazených tekutin

Snídaně:

Pečivo: bezlepkového pečiva 80 g

Bílkovina: sýr cottage 150 g

Zelenina: mrkev 100g

Svačina:

Ovoce: kiwi 50g

Bílkovina: ochucené acidofilní mléko

Oběd: Kotlety na houbách

Bílkovina: vepřová kotleta 100 g

Příloha: bezlepkové těstoviny vařené 130 g, houbová omáčka 50 g

Zelenina: salát z červené řepy 100g

Svačina:

Zelenina: rajčata + okurka 200g

hummus 150 g + bezlepkové pečivo 80 g

Večeře:

Bílkovina: rybí pomazánka 150 g

Příloha: pečivo bezlepkové 80 g

Zelenina: paprika 100 g + cibule 50 g

Příloha 5: Kontakty na bezlepková sdružení

Společnost pro bezlepkovou dietu z.s.

Kolářkova 4, Praha 8, 182 00

<http://www.celiak.cz>

celiak@celiak.cz, coeliac@coeliac.cz

Jitka Dlabalová 604 375 448, 283 882 871

Mgr. Jana Čerešňová 222 959 620

Ing. Eliška Dufková 603 119 716

Věra Netušilová 736 102 052

Ing. Ivana Lášková 607 636 349

Sdružení celiaků České republiky

P. O. Box 20, 252 63 Roztoky

Kancelář SCČR, Vyšehradská 49/320 (areál Emauzského kláštera), Praha 2 ; www.celiak.cz

Ing. Blanka Rubínová – předsedkyně výboru (info@celiac.cz)

Dagmar Skyvová – místopředsedkyně výboru (skyvova.dagmar@centrum.cz)

Ing. Libuše Adamczyková - členka výboru (liba@adamczyk.cz) - zahraniční sekce

Patricie Biskupová - členka výboru (tbiskup@raz-dva.cz)

Kateřina Bugárová - členka revizní komise (buginy@seznam.cz)

Renata Karleszová - členka výboru (karlesz@o2active.cz)

Poradna pro celiaky (poradna@celiac.cz); 602 273 173

Klub celiakie Brno

www.klubceliakie.cz

Libušino Údolí 150, 623 00 Brno

Člen Asociace rodičů a přátel zdravotně postižených dětí v ČR, z. s.

info@klubceliakie.cz

Kontaktní osoby:

Ing. Dalibor Ježorek - předseda ; tel.: 603 515 718, e-mail: info@klubceliakie.cz

Milan Peťovský - místopředseda ; tel.: 605 505 825, e-mail: mpetovsky@centrum.cz

Lenka Haiserová - hospodářka ; tel.: 774 672 507, e-mail: lenka.haiserova@centrum.cz

Ing. Michaela Nevrtalová - přihlášky a evidence členů klubu; tel.: 728 920 539, e-mail: michaela.nevrtalova@seznam.cz

Poradkyně pro bezlepkovou dietu:

Lenka Haiserová ; tel.: 774 672 507, e-mail: lenka.haiserova@centrum.cz

Nutriční terapeutka: Marie Myslíková; mariemyslikova@centrum.cz

Sdružení jihočeských celiaků o.s.

www.celiakie-jih.cz

Alešova 336/13

370 01 České Budějovice

Předsedkyně sdružení Ing. Marie Škopková, Ph.D.; skopkova@celiakie-jih.cz

Místopředsedkyně sdružení Šárka Dudová sarkadudova@seznam.cz

Lektorka kurzů vaření Ing. Radka Vrzalová r.vrzalova@seznam.cz

Klub celiakie pro Ostravu a Moravskoslezský kraj

<http://celiatik.webnode.cz/>

Kalužní 181/3

724 00 Ostrava-Proskovice

tel.: 728 749 742

klubcelostrava@seznam.cz

Mgr. Eliška Birková (předsedkyně) - e-mail: klubcelostrava@seznam.cz, 799 510 230

Ing. Robert Vaněk (místopředseda) - e-mail: klubcelostrava.rv@seznam.cz, 799 510 225

Mgr. Hana Weissmannová

Kateřina Kolářová, DiS. - e-mail: klubcelostrava.kk@centrum.cz

Celia – život bez lepku o. p. s.

www.celia-zbl.cz

Nová Ves 198

463 31 Chrastava

IČ: 270 48 861

e-mail: celia.zbl@seznam.cz

telefon: 723 515 377

[www: celia-zbl.cz](http://www.celia-zbl.cz)

Statutární orgán- Ing. Helena Sasová 723 515 377, 602 343 723

Pod toto sdružení spadá

Klub celiakie Litoměřice, o. s. VladimiraHovorkova@seznam.cz

Klub celiakie Jablonec n.N. Koordinátor Kateřina Březinová

Klub celiakie Turnov, o.s. Vedoucí poradny Pavla Kalousková Dis., 737774299

Klub zdraví Sbor Církve adventistů sedmého dne Česká Lípa

<http://ceskalipa.casd.cz>

Čs. armády 1578, Česká Lípa

Kontakt:

Ing. Petr Máška, tel. 777 088 871, e-mail: p.maska@tiscali.cz

Celia Club Rokycany, o.s.

CeliaClubRokycanyos@seznam.cz,

<http://celiaclubrokycanyos.blog.cz/rubrika/nase-cinnost>

Centrum pro zdravotně postižené Plzeňského kraje

Masarykovo náměstí 215/I

NS Žďár
Rokycany
33701

Pravoslava Valentová; Statutární zástupce 722810102
Kateřina Žežulková
Jana Horstienerová

Diacel Písek, sdružení rodičů dětí s diabetem a celiakií, z.s.

Velké náměstí 28
397 01 Písek
<http://www.diacel.cz>
diacel@seznam.cz

Klub celiaků Zlín - Bezlepkově ve Zlíně, z.s.

Křiby 4721, 76005 Zlín
bezlepkovevezline@email.cz, <http://klub-celiaku-zlin.webnode.cz/>
<https://www.facebook.com/bezlepkovevezline>
Tel.: 604 285 472
MUDr. Kateřina Pilko, zástupce pro Vsetín tel.: 735 007 212
Monika Erbenová, předsedkyně - tel.: 604 285 472
Ing. Darja Petrášová, tel.: 605 514 073 členka výboru

Příloha 6: Seznam doporučené literatury

Doporučená literatura ke kapitole 1 a 2

Barone M.V., Troncone R., Auricchio S. (2014): Gliadin peptides as triggers of the proliferative and stress/innate immune response of the celiac small intestinal mucosa. *International Journal of Molecular Sciences* 15, 20518–20537.

Ciclitira P.J., Lundin K.E.A. (2005): Gluten-free diet – what is toxic? *Best Practice and Research Clinical Gastroenterology* 19, 359–371.

Cooper S. E. J., Kennedy N. P., Mohamed B.M., Abuzakouk M., Dunne J., Byrne G., McDonald G., Davies A., Edwards C., Kelly J., Feighery C.F. (2012): Immunological indicators of coeliac disease activity are not altered by long-term oats challenge. *Clinical and Experimental Immunology* 171, 313–318.

Doležal J. (2009): Tráva s trojím věnem. *Vesmír* 9.

Dotlačil, L., Hermuth, J., Stehno, Z., Faberová, I. (2009): Výběr donorů významných znaků z krajových a starých odrůd pšenice. In: *Vliv abiotických a biotických stresorů na vlastnosti rostlin*. VÚRV Praha.

Gatti S., Caporelli N., Galeazzi T., Francavilla R., Barbato M., Roggero P., Malamisura B., Iacono G., Budelli A., Gesuita R., Catassi C., Lionetti E. (2013): Oats in the diet of children with celiac disease: Preliminary results of a double-blind, randomized, placebo-controlled multicenter Italian study. *Nutrients* 5, 4653–4664.

Guandalini S., Assiri A. (2014): Celiac disease: a review. *JAMA Pediatrics* 168. Hauser M., Egger M., Wallner M., Wopfner N., Schmidt G., Ferreira F. (2008): Molecular properties of plant food allergens: A Current Classification into Protein Families. *The Open Immunology Journal* 1, 1–12.

Christensen M.J., Eller E., Mortz C.G., Bindslev-Jensen C. (2014): Patterns of suspected wheat-related allergy: a retrospective single-centre case note review in 156 patients. *Clinical and Translational Allergy* 21, 39.

Janatuinen, E.K., Kempainen, T.A., Julkunen, R.J.K., Kosma, V.-M., Mäki, M., Heikkinen, M., Uusitupa, M.I.J. (2002): No harm from five year ingestion of oats in coeliac disease. *Gut* 50, 332–335.

Kaukinen K., Collin P., Huhtala H., Mäki M. (2013): Long-term consumption of oats in adult celiac disease patients. *Nutrients* 5, 4380–4389.

Kissing Kucek L., Veenstra L.D., Amnuaycheewa P., Sorrells M.E. (2015): A grounded guide to gluten: How modern genotypes and processing impact wheat sensitivity. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 14, 285–302.

Kohout P., Pavlíčková J. (2010): Otázky kolem celiakie. Víte si rady s bezlepkovou dietou. *Forsapi*, Praha, 132.

Lundin K.E.A., Nilsen E.M., Scott H.G., Løberg E.M., Gjøen A., Bratlie J., Skar V., Méndez E., Løvik A., Kett K. (2003): Oats induced villous atrophy in coeliac disease. *Gut* 52, 1649–1652.

Morita E., Matsuo H., Chinuki Y., Takahashi H., Dahlström J., Tanaka A. (2009): Food-dependent exercise-induced anaphylaxis. Importance of omega-5 gliadin and HMW-Glutenin as causative antigens for wheat-dependent exercise-induced anaphylaxis. *Allergy International* 58, 493-498.

Murray J.A. (1999): The widening spectrum of celiac disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 69, 354–65.

Peräaho M., Collin P., Kaukinen K., Kekkonen L., Mietinnen S., Mäki M. (2004): Oats can diversify a gluten-free diet in celiac disease and dermatitis herpetiformis. *Journal of the American Dietetic Association* 104, 1148–1150.

Real A., Comino I., de Lorenzo L., Merchan F., Gil-Humanes J., Gimenez M.J., Lopez-Casado M.A., Torres M.I., Cebolla A., Sousa C., Barro F., Piston F. (2012): Molecular and immunological characterization of gluten proteins isolated from oat cultivars that differ in toxicity for celiac disease. *PLOS ONE* 7 (12), Article Number: e48365.

Sathe S.K., Teuber S.S., Roux K.H. (2005): Effects of food processing on the stability of food allergens. *Biotechnology Advances* 23, 423–429.

Shewry P.R., Sayanova O., Tatham A.S., Tamasi L., Turner M., Richard G., Hickman D., Fido R., Halford N.G., Greenfield J., Grimwade B., Thomson N., Miles M., Freedman R., Napier J. (1995): Structure, assembly and targeting of wheat storage proteins. *Journal of Plant Physiology* 145, 620-625.

Størsrud S., Yman Malmheden I., Lenner R.A. (2003): Gluten contamination in oat products and products naturally free from gluten, *European Food Research and Technology* 217, 481-485.

Špaldon E. (1982): *Rastlinná výroba. Příroda*, Bratislava.

Tatham A.S., Shewry P.R. (2012): The S-poor prolamins of wheat, barley and rye: Revisited. *Journal of Cereal Science* 55, 79-99.

Tsuji H., Kimoto M., Natori Y. (2001): Allergens in major crops. *Nutrition Research* 21, 925–934.

Verdu E.F., Armstrong D., Murray J.A. (2009): Between celiac disease and irritable bowel syndrome: the "no man's land" of gluten sensitivity. *The American Journal of Gastroenterology* 104, 1587-94.

Větvička V. (2009): *Beta Glukan – Tajemství přírody*. Gynpharma s.r.o., Praha.

Doporučená literatura ke kapitole 3 a 4

Anonym (2013): http://www.vimcojim.cz/cs/spotrebitel/zdrava-vyziva/vyvazena-strava/Potravinova-pyramida---navod-na-zdravy-zivotni-styl__s638x7938.html [cit. 2016-08-03].

Drago, S., Asmar, R.E., Di Pierro, M., Clemente, M.G., Tripathi, A., Sapone, A., Thakar, M., Iacono, G., Carroccio, A., D'Agate, C., Not, T., Zampini, L., Catassi, C., Fasano, A. (2006): Gliadin, zonulin and gut permeability: Effects on celiac and non-celiac intestinal mucosa and intestinal cell lines. *Scandinavian Journal of Gastroenterology* 41, 408-419.

Fasano, A. (2011): Zonulin and its regulation of intestinal barrier function: The biological door to inflammation, autoimmunity, and cancer. *Physiological Reviews*. 91, 151-175.

Fasano, A. (2012): Zonulin, regulation of tight junctions and autoimmune diseases. Barriers and channels formed by tight junction proteins II, *Annals of the New York Academy Sciences* 1258, 25-

Fornari, M.C., Pedreira, S., Niveloni, S., González, D., Diez, R.A., Vázquez, H., Mazure, R., Sugai, E., Smecuol, E., Boerr, L., Mauriño, E., Bai, J.C. (1998): Pre- and Post-Treatment Serum Levels of Cytokines IL-1 β , IL-6, and IL-1 Receptor Antagonist in Celiac Disease. Are They Related to the Associated Osteopenia? *The American Journal of Gastroenterology* 93, 413-418.

Frič, P., Gabrovská, D., Nevoral, J. (2011): Celiac disease, gluten-free diet, and oats. *Nutrition Reviews* 69 (2), 107-115.

Frič, P., Keil, R. (2011): Celiakie pro praxi. *Medicína pro praxi* 8 (9), 354-359.

Guandalini, S., Assiri, A. (2014): Celiac disease. A review. *JAMA Pediatrics* 168 (3), 272-278.

Hunt, K.A., Zhernakova, A., Turner, G., Heap, G.A.R., Franke, L., Bruinenberg, M., Romanos, J., Dinesen, L.C., Ryan, A.W., Panesar, D., Gwilliam, R., Takeuchi, F., McLaren, W.M., Holmes, G.K.T., Howdle, P.D., Walters, J.R.F., Sanders, D.S., Playford, R.J., Trynka, G., Mulder, C.J.J., Mearin, M.L., Verbeek, W.H.M., Trimble, W., Stevens, F.M., O'Morain, C., Kennedy, N.P., Kelleher, D., Pennington, D.J., Strachan, D.P., McArdle, W.L., Mein, C.A., Wapenaar, M.C., Deloukas, P., McGinnis, R., McManus, R., Wijmenga, C., van Heel, D.A. (2008): Newly identified genetic risk variants for celiac disease related to the immune response. *Nature Genetics* 40, 395 – 402.

Janatuinen, E.K., Kemppainen, T.A., Julkunen, R.J.K., Kosma, V.-M., Mäki, M., Heikkinen, M., Uusitupa, M.I.J. (2002): No harm from five year ingestion of oats in coeliac disease. *Gut* 50, 332-335.

Kaukinen, K., Collin, P., Huhtala, H., Mäki, M. (2013): Long-term consumption of oats in adult celiac disease patients. *Nutrients* 5, 4380-4389.

Kohout, P. (2008): Novinky v bezlepkové dietě. *Interní medicína pro praxi* 10 (3), 113-115.

Liu, E., Lee, H.-S., Aronsson, C.A., Hagopian, W.A., Koletzko, S., Rewers, M.J., Eisenbarth, G.S., Bingley, P.J., Bonifacio, E., Ville Simell, V., Agardh, D. (2014): Risk of pediatric celiac disease according to HLA haplotype and country. *New England Journal of Medicine* 371, 42-49.

Lionetti, E., Castellaneta, S., Francavilla, R., Pulvirenti, A., Tonutti, E., Amarri, S., Barbatto, M., Barbera, C., Barera, G., Bellantoni, A., Castellano, E., Guariso, G., Limongelli, M.G., Pellegrino, S., Polloni, C., Ughi, C., Zuin, G., Fasano, A., Catassi, C. (2014): Introduction of gluten, HLA status, and the risk of celiac disease in children. *New England Journal of Medicine* 371, 1295-1303.

Lundin, K.E.A., Nilsen, E.M., Scott, H.G., Løberg, E.M., Gjøen, A., Bratlie, J., Skar, V., Méndez, E., Løvik, A., Kett, K. (2003): Oats induced villous atrophy in coeliac disease. *Gut* 52, 1649-1652.

Molberg O., McAdam S.N., Korner R., et al. (1998): Tissue transglutaminase selectively modifies gliadin peptides that are recognized by gut-derived T cells in celiac disease. *Nature Medicine* 4 (6), 713–717.

Mowat, A.M. (2003): Coeliac disease – a meeting point for genetics, immunology, and protein chemistry. *Lancet* 361, 1290-1292.

Nařízení ES (2009) – Nařízení Komise (ES) č. 41/2009 ze dne 20. ledna 2009 o složení a označování potravin vhodných pro osoby s nesnášenlivostí lepku, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:016:0003:0005:CS:PDF> [27.7.2016].

Nařízení Komise (EU) (2014) – Prováděcí nařízení komise (EU) č. 828/2014 ze dne 30. července 2014 o požadavcích na poskytování informací o nepřítomnosti či sníženém obsahu lepku v potravinách spotřebitelům. (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0828&from=CS>)

Příhoda, J., Skřivan, P., Hrušková, M. (2004): *Cereální chemie a technologie I.* VŠCHT Praha.

Rashtak, S., Ettore, M.W., Homburger, H.A., Murray, J.A. (2008): Comparative usefulness of deamidated gliadin antibodies in the diagnosis of celiac disease. *Clinical Gastroenterology and Hepatology* 6 (4), 426–432.

Real, A., Comino, I., de Lorenzo, L., Merchan, F., Gil-Humanes, J., Gimenez, M.J., Lopez-Casado, M.A., Torres, M.I., Cebolla, A., Sousa, C., Barro, F., Piston, F. (2012): Molecular and immunological characterization of gluten proteins isolated from oat cultivars that differ in toxicity for celiac disease. *PLOS ONE* 7 (12), Article Number: e48365.

Rubio-Tapia, A., Van Dyke, C.T., Lahr, B.D., Zinsmeister, A.R., El-Youssef, M., Moore, S.B., Bowman, M., Burgart, L.J., Melton, III, L.J., Murray, J.A. (2008): Predictors of family risk for celiac disease: A population-based study. *Clinical Gastroenterology Hepatology* 6 (9), 983-987.

Sapone, A., de Magistris, L., Pietzak, M., Clemente, M.G., Tripathi, A., Cucca, F., Lampis, R., Kryszak, D., Cartenì, M., Generoso, M., Iafusco, D., Prisco, F., Laghi, F., Riegler, G., Carratu, R., Counts, D., Fasano, A. (2006): Zonulin upregulation is associated with increased gut permeability in subjects with type 1 diabetes and their relatives. *Diabetes* 55 (5), 1443-1449.

Velíšek, J., Hajšlová, J. (2009): Chemie potravin I, II. VŠCHT Praha.

Vernerová, E. (2002): Alergické choroby – etiologie, patogeneze. Lékařské listy: 34/2001, 13.

Doporučená literatura ke kapitole 4.3

AOECS Standard for Gluten-Free Foods Technical requirements for licensing the Crossed Grain Symbol, AOECS Standard November 2015
<http://www.aoecs.org/downloads/AOECS%20Standard%20November%202015.pdf>.

Cooper, S.E.J., Kennedy, N.P., Mohamed, B.M., Abuzakouk, M., Dunne, J., Byrne, G., McDonald, G., Davies, A., Edwards, C., Kelly, J., Feighery, C.F. (2013): Immunological indicators of coeliac disease activity are not altered by long-term oats challenge. Clinical and Experimental Immunology 171 (3), 313-318.

Kaukinen, K., Collin, P., Huhtala, H., Mäki, M. (2013): Long-Term Consumption of Oats in Adult Celiac Disease Patients. Nutrients 5, 4380-4389.

Lerner, A. (2014): The Enigma of Oats in Nutritional Therapy for Celiac Disease. International Journal of Celiac Disease 2 (3), 110-114.

Mickowska, B., Litwinek, D., Gambus, H. (2016): Oat raw materials and bakery products – amino acid composition and celiac immunoreactivity. Acta Scientiarum Polonorum – Technologia Alimentaria 15 (1), 89-97.

NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1160/2011 ze dne 14. listopadu 2011 o schválení a neschválení určitých zdravotních tvrzení při označování potravin, jež se týkají snížení rizika onemocnění.

Pulido, O.M., Gillespie, Z., Zarkadas, M., Dubois, S., Vavasour, E., Rashid, M., Switzer, C., Godefroy, S.B. (2009): Introduction of oats in the diet of individuals with celiac disease: a systematic review. Advances in Food Nutrition Research 57, 235-285.

Doporučená literatura ke kapitolám 5, 6 a 7

Demirkesen, I., Puchulu-Campanella, E., Kelkar, S., Campanella, O.H., Sumnu, G., Sahin, S. (2016): Production and characterisation of gluten-free chestnut sourdough breads. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods 8 (3), 349-358.

Filipčev, B., Šimurina, O., Dapčević Hadnaděv, T., Jevtič-Mučibabič, R., Filipovič, V., Lončar, B. (2015): Effect of liquid (native) and dry molasses originating from sugar beet on physical and textural properties of gluten-free biscuit and biscuit dough. Journal of Texture Studies 46 (5), 353-364.

Furlán, L.T., Pérez Padilla, A., Campderrós, M.E. (2015): Improvement of gluten-free bread properties by the incorporation of bovine plasma proteins and different saccharides into the matrix. Food Chemistry 170, 257-264.

Hatta, E., Matsumoto, K., Honda, Y. (2015): Bacillolysin, papain, and subtilisin improve the quality of gluten-free rice bread. *Journal of Cereal Science* 61, 41-47.

Herranz, B., Canet, W., Jiménez, M.J., Fuentes, R., Alvarez, M.D. (2016): Characterization of chickpea flour-based gluten-free batters and muffins with added biopolymers: rheological, physical and sensory properties. *International Journal of Food Science & Technology* 51 (5), 1087-1098.

Korus, J., Witzcak, T., Ziobro, R., Juszczak, L. (2015): Linseed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage as a novel structure forming agent in gluten-free bread. *LWT- Food Science and Technology*, 62 (1), 257-264.

Korus, J., Witzak, M., Ziobro, R., Juszczak, L. (2015): The influence of acorn flour on rheological properties of gluten-free dough and physical characteristics of the bread. *European Food Research and Technology* 240 (6), 1135-1143.

Krupa-Kozak U., Swiatecka, D., Boczek, N., Brzoska, M.M. (2016): Inulin and fructooligosaccharides affect in vitro calcium uptake and absorption from calcium enriched gluten-free bread. *Food and Function* 4 (7), 1950-1958.

Majzoobi, M., Poor, Z.V., Jamalian, J., Farahnaky, A. (2016): Improvement of the quality of gluten-free sponge cake using different levels and particle sizes of carrot pomace powder. *International Journal of Food Science & Technology* 51, 1369–1377.

Marti, A., Bottega, G., Franzetti, L., Morandin, F., Quaglia, L., Pagani, M.A. (2015): From wheat sourdough to gluten-free sourdough: a non-conventional process for producing gluten-free bread. *International Journal of Food Science & Technology* 50 (5), 1268-1274.

Mert, S., Sahuin, S., Sumnu, G. (2015): Development of gluten-free wafer sheet formulations. *LWT- Food Science and Technology* 63 (2), 1121-1127.

Morais, E.C., Cruz, A.G., Faria, J.A.F., Bolini, H.M.A. (2014): Prebiotic gluten-free bread: Sensory profiling and drivers of liking. *LWT- Food Science and Technology* 55, 248-254.

Nammakuna, N., Barringer, S., Ratanatriwong, P. (2016): The effects of protein isolates and hydrocolloids complexes on dough rheology, physicochemical properties and qualities of gluten-free crackers. *Food Science & Nutrition* 4 (2), 143-156.

Picozzi, C., Mariotti, M., Cappa, C., Tedesco, B., Vigentini, I., Foschino, R., Lucisano, M. (2016): Development of a Type I gluten-free sourdough. *Letters in Applied Microbiology* 62 (2), 119-125.

Rocha Parra, A.F., Ribota, P.D., Ferrero, C. (2015): Apple pomace in gluten-free formulations: effect on rheology and product quality. *International Journal of Food Science & Technology* 50(3), 682-690.

Rózyło, R., Rudy, S., Krzykowski, A., Dżiki, D., Gawlik-Dżiki, U., Rózyło, K., Skonecki, S. (2015): Effect of adding fresh and freeze-dried buckwheat sourdough on gluten-free bread quality. *International Journal of Food Science & Technology* 50(2), 313-322.

Singh, J.P., Kaur, A., Singh, N. (2016): Development of eggless gluten-free rice muffins utilizing black carrot dietary fibre concentrate and xanthan gum. *Journal of Food Science and Technology* 53 (2), 1269-1278.

Trappey, F.E., Khouryiek, H., Aramouni, F., Herald, T. (2015): Effect of sorghum flour composition and particle size on quality properties of gluten-free bread. *Food Science and Technology International* 21 (3), 188-202.

Tsatsaragkou, K., Protonotariu, S., Mandala, I. (2016): Structural role of fibre addition to increase knowledge of non-gluten bread. *Journal of Cereal Science* 67 (1), 58-67.

Tung, M., Kahyaoglu, T. (2016): Improving Rheological and Baking Properties of Gluten-Free Breads Using Defatted Hazelnut Flour with Various Gums. *International Journal of Food Engineering* 12 (4), 343-353.

Ua-Arak, T., Jakob, F., Vogel, R.F. (2016): Characterization of growth and exopolysaccharide production of selected acetic acid bacteria in buckwheat sourdoughs. *International Journal Food Microbiology* (<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.04.009>)

Zhou, W., Hui, Y.H. (2014): *Bakery Products Science and Technology*. Wiley-Blackwell, 776.

Ziobro, R., Witzak, L., Juszczak, L., Korus, J. (2013): Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. *Food Hydrocolloids* 32, 213-220.

Doporučená literatura ke kapitole 6.2

Avebe - Quality improvement in rice noodles. Firemní literatura <http://www.avebe.com/> 12.10.2016

Behera, S.S., Ray, C.R. (2016): Konjac glucomannan, a promising polysaccharide of *Amorphophallus konjac* K. Koch in health care. *International Journal of Biological Macromolecules* 92, 942-956.

Behera, S.S., Ray, R.C. (2016): Nutritional and Potential Health Benefits of Konjac Glucomannan, a Promising Polysaccharide of Elephant Foot Yam, *Amorphophallus konjac* K. Koch: Review. *Food Reviews International* 33 (1), 22-43.

D Amico, S., Mäschle, J., Jekle, M., Tömösközi, S., Langó, B., Schoenlechner, R. (2015): Effect of high temperature drying on gluten-free pasta. *LWT- Food Science and Technology* 63 (1), 391-399.

Darderi, M.: *Gluten-Free Pasta: A Dedicated and Versatile Press* Pavan Group, firemní literatura (<http://www.magazinebbm.com/english/?p=57>)

Imeson, A. (2010): *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*, Blackwell Publishing Ltd., Oxford.

Kaya, N. (2016): Gluten free pasta. (<http://www.slideshare.net/nazmiyekaya/gluten-free-pasta>) staženo 9.10.2016

Larrosa, V., Lorenzo, G., Zaritzky, N., Califano, A. (2015): Dynamic rheological analysis of gluten-free pasta as affected by composition and cooking time. *Journal of Food Engineering* 160, 11-18.

Loubes, M.A., Flores, S.K., Tolaba, M.P. (2016): Effect of formulation on rice noodle quality: Selection of functional ingredients and optimization by mixture design. *LWT- Food Science and Technology* 69, 280-286.

Marti, A., Barbiroli, A., Marengo, M., Fongaro, L., Iametti, S. (2014): Structuring and texturing gluten-free pasta: egg albumen or whey proteins? *European Food Research and Technology* 238 (2), 217-224.

New process to make high-quality starch noodles with Canadian peas developer (<https://www.grainscanada.gc.ca/fact-fait/peas-pois-eng.htm#h1>) (staženo 12.10.2016)

Ray, R.C. (2015): Post harvest handling, processing and value addition of elephant foot yam — An overview. *International Journal Innovative Horticulture* 4 (1), 1-10.

Rozhno, O., Podobiy, O., Yurchak, V. (2016): Rheological properties of gelatine solutions for production of gluten – free pasta. *Ukrainian Food Journal* 5 (2), 290-298.

Sereewat, P., Suthipinittham, Ch., Sumathaluk, S., Puttanlek, Ch., Uttapap, D., Rungsardthong, V. (2015): Cooking properties and sensory acceptability of spaghetti made from rice flour and defatted soy flour. *LWT- Food Science and Technology* 60 (2), part 1, 1061-1067.

Doporučená literatura ke kapitole 6.3

Dostálek, P., Dvořák, J., Hulín, P. (2010): Alergeny v pивu. *Kvasný průmysl* 56 (2), 105-108.

Dostálek, P., Hochel, I., Méndez, E., Hernando, A., Gabrovská, D. (2006): Immunochemical determination of gluten in malts and beers. *Food Additives and Contaminants* 23 (11), 1074-1078.

Guerdrum, L.J., Bamforth, C.W. (2012): Prolamin levels through brewing and the impact on prolyl endopeptidase. *Journal of the American Society of Brewing Chemists* 70, 35-38.

Doporučená literatura ke kapitole 8

Hsin-Yi Yin, Pei-Tzu Chu, Wen-Che Tsai, Hsiao-Wei Wen (2016): Development of a barcode-style lateral flow immunoassay for the rapid semi-quantification of gliadin in foods. *Food Chemistry* 192, 934-942.

- Masiri, J., Benoit, L., Katepalli, M., Mesghi, M., Cox, D., Nadala, C., Sung, S.L., Samadpour, M. (2016): Novel Monoclonal Antibody-Based Immunodiagnostic Assay for Rapid Detection of Deamidated Gluten Residues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64 (18), 3678-3687.
- Moreno, M.D., Munoz-Sauno, A., Lopez-Cesado, M.A., Torres, M.I., Sousa, C., Cebolla, A. (2016): Selective capture of most celiac immunogenic peptides from hydrolyzed gluten proteins. *Food Chemistry* 205 (8), 36-42.
- Morinaga Institute of Biological Science, Inc., firemní literatura, <http://www.mioobs.com/> 25.8.2016.
- Ng, E., Nadeau, K.C., Wang, S.X. (2016): Giant magnetoresistive sensor array for sensitive and specific multiplexed food allergen detection. *Biosensors Bioelectronics* 80, 359-365.
- Pahlavan, A., Sharma, G.M., Pereira, M., Williams, K.M. (2016): Effects of grain species and cultivar, thermal processing, and enzymatic hydrolysis on gluten quantitation. *Food Chemistry* 208 (10), 264-271.
- Sharma, G.M., Rallabhandi, P., Williams, K., Herrmann, M., Sadrieh, N. (2016): Gluten Quantitation in Cosmetic Products by Enzyme-Linked Immunosorbent Assay. *Journal of AOAC International* 99 (3), 586-590.
- Sharma, G.M., Rallabhandi, P., Williams, K.M., Pahlavan, A. (2016): Characterization of Antibodies for Grain-Specific Gluten Detection. *Journal of Food Science* 81(3), 810-816.
- Shewry, P. R., Tatham, A. S., Forde, J., Kreis, M., and Miflin, B. J. (1986): The classification and nomenclature of wheat gluten proteins: a reassessment. *Journal of Cereal Science* 4, 97-106
- Wieser, H. (2007): Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology* 24, 115–119.
- Siglez, M.A., Nocea, B. (2015): GlutenTox (R) Pro Test for the Detection of Gluten in Select Foods and Surfaces. *Journal of AOAC International* 98 (6), 1608-1627.
- Tranquet, O., Lupi, R., Echasserieu-Laporte, V., Pietri, M., Larre, C., Denery-Papiny, S. (2015): Characterization of Antibodies and Development of an Indirect Competitive Immunoassay for Detection of Deamidated Gluten. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63 (22), 5403-5409