

Pekárenské využití netradičních obilovin

Božena Večeřová

Bakalářská práce
2010

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav biochemie a analýzy potravin
akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Božena VEČEŘOVÁ**
Osobní číslo: **T07205**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**

Téma práce: **Pekárenské využití netradičních obilovin.**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte přehled netradičních obilovin
2. Popište princip pekárenské technologie
3. Uvedte obecné požadavky na obiloviny určené k pekárenskému využití
4. Charakterizujte výhody a nevýhody netradičních obilovin jako suroviny pro pekárenský průmysl

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] BELTON, P. S., TAYLOR, J.R.S. Pseudocereals and Less Common Cereals: Grain Properties and Utilization Potential. Berlin, Springer, 2002. 269s. ISBN: 3-540-42939-5.

[2] BUREŠOVÁ, I., MARTINEK, P. Pekařská kvalita tritikale s HMW podjednotkami GLU-D1 5+10. (Breadmaking quality of triticale with HMW subunits GLU-D1 5+10). Nové poznatky z genetiky a šlechtění poľnohospodárskych rastlín, Zborník z 12. odborného seminára, VÚRV, Piešťany 2005, s. 105-109. ISBN 80-88790-43-3.

[3] HAUPTVOGEL, P., ČIČOVÁ, I., MENDEL, L., BIELKOVÁ, S., MAGULOVÁ, M., BIELIKOVÁ, M., KRAIC, J., ANTALÍKOVÁ, G., SCHMIDTOVÁ, L., MÚČKOVÁ, M., MALIAR, T., KOCHAN, J., BAČOVÁ, H., HOZOVÁ, R. Obilniny a pseudoobilniny -- nové zdroje pre výrobu funkčných potravín (funkčné múky). Kvalita, bezpečnosť a funkčnosť primárnych potravinových zdrojov, Zborník z odborného seminára Piešťany, VÚRV, 2005. s. 28-30. ISBN 80-88790-41-7.

[4] PELIKÁN, M., BUREŠOVÁ, I., KUČEROVÁ, J., PETR, J. Možnosti ovlivnění jakosti rostlinných produktů. Žito a tritikale. In PRUGAR, J., BARANYK, P., BÁRTA, J., BJELKOVÁ, M., BRADOVÁ, J. et al. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. Praha 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2,

[5] PETR, J., CAPOUCHOVÁ, I., KALINOVÁ, J. Alternativní plodiny, pseudocerálie a produkty ekologického zemědělství. In PRUGAR, J., BARANYK, P., BÁRTA, J., BJELKOVÁ, M., BRADOVÁ, J. et al. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. Praha 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

[6] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. Základy pekárenské technologie. Praha, Pekař a cukrář s.r.o, 2003. 363s. ISBN 80-902922-1-6

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Iva Burešová, Ph.D.

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

4. února 2010

Termín odevzdání bakalářské práce:

30. května 2010

dne ~~8~~ 04. 2010

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně28.5.2010.....

.....*Večeřová Božena*.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

V posledních letech se ukazuje, že netradiční obiloviny jsou nutričně hodnotné a vhodné při celiakii a řadě dalších onemocnění. Proto se hledají možnosti jejich potravinářského zpracování. Pro pekárenskou výrobu je nutná surovina s vysokým obsahem lepku, což ale tyto plodiny většinou nesplňují. Z toho důvodu se používají ve směsi s pšeničnou moukou nebo se volí změna technologického postupu, dalším přístupem je genová selekce. Práce ukazuje rozdíly v pekárenské kvalitě netradičních obilovin a pseudobilovin v porovnání s pšenicí setou. Hledání způsobů a nových přístupů, jak uplatnit tyto obilniny v pekárenství, má smysl právě pro jejich dietetický přínos.

Klíčová slova: netradiční obiloviny, pseudocereálie, lepek, pekárenská kvalita

ABSTRACT

In recent years have been demonstrated, that less common cereals play an important role in human nutrition and it is possible to use them in celiac diet. Therefore, it is proper to find possibilities of their bread-making use. Cereal resources should contain a high share of gluten for bread-making however these less common cereals don't fulfil this requirement. For this reason they are used as mixtures with wheat or a technological procedure is changed. Another approach is genetic selection. This work demonstrates some differences in bread-making quality of less common cereals and pseudocereals in comparison with wheat. Searching for new methods and approaches, how to apply these cereals in bread-making, has contribution already due to their dietetic value.

Keywords: less common cereals, pseudocereals, gluten, bread-making quality

„Ráda bych poděkovala Mgr. Ivě Burešové PhD. za odborné vedení a cenné rady při sestavování mé bakalářské práce. Také bych ráda poděkovala všem svým blízkým za velkou podporu.“

„Prohlašuji, že tato práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracovala samostatně. Veškerá literatura a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpala, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a v práci řádně citovány. Rovněž prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.“

OBSAH

ÚVOD	10
1 OBILOVINY	11
1.1 TRADIČNÍ OBILOVINY	11
1.1.1 PŠENICE.....	11
1.1.2 RÝŽE	12
1.1.3 ŽITO	13
1.1.4 TRITIKALE.....	13
1.1.5 OVES	14
1.1.6 JEČMEN	15
1.1.7 KUKUŘICE	16
1.2 ALTERNATIVNÍ PLODINY	17
1.2.1 PŠENICE ŠPALDA	17
1.2.2 PROSO	19
1.2.3 BÉR VLAŠSKÝ – ČUMÍZA.....	21
1.2.4 ROSIČKA	22
1.2.5 ČIROK	22
1.3 PSEUDOCEREÁLIE	23
1.3.1 POHANKA.....	23
1.3.2 LASKAVEC – AMARANT.....	25
1.3.3 MERLÍK CHILSKÝ – QUINOA	27
2 PEKÁRENSKÁ TECHNOLOGIE	29
2.1 HISTORIE PEKÁRENSTVÍ	29
2.2 PRINCIPY PEKÁRENSKÉ TECHNOLOGIE	29
2.2.1 SUROVINY	30
2.2.2 PŘÍPRAVA TĚSTA	30
2.2.3 HNĚTENÍ A ZRÁNÍ TĚST.....	32
2.2.4 DĚLENÍ A TVAROVÁNÍ TĚSTA.....	33
2.2.5 DOKYNUÍ A SÁZENÍ TĚST	33
2.2.6 PEČENÍ	34
2.3 VÝROBA PEČIVA	34
2.3.1 TRŽNÍ DRUHY PEČIVA.....	34
2.3.2 TRVANLIVÉ PEČIVO	35
3 OBECNÉ POŽADAVKY NA OBILOVINY	36
3.1 HODNOCENÍ JAKOSTI PŠENICE	36
3.1.1 UKAZATELE JAKOSTI ZRNA PŠENICE.....	37
3.1.2 PARAMETRY JAKOSTI PŠENIČNÉ MOUKY.....	38
3.1.3 PARAMETRY HODNOCENÍ KVALITY PEČIVA	39
4 NETRADIČNÍ OBILOVINY JAKO SUROVINY	40
4.1 VLIV NA LIDSKÉ ZDRAVÍ	40
4.2 VÝHODY A NEVÝHODY PRO PEKÁRENSKÝ PRŮMYSL	41

4.2.1	VÝZNAM LEPKU A JEHO SUBSTITUCE.....	42
4.2.2	VHODNOST TRITIKALE PRO PEKÁRENSTVÍ	43
4.2.3	VHODNOST ŠPALDY PRO PEKÁRENSTVÍ	43
4.2.4	VYUŽITÍ SMĚSÍ OBILOVIN A PSEUDOBILOVIN	43
4.2.5	GENOVÁ SELEKCE	44
	ZÁVĚR	46
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	48
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	51
	SEZNAM OBRÁZKŮ	52
	SEZNAM TABULEK.....	53

ÚVOD

V posledních letech roste zájem o netradiční, maloobjemové, staré nebo alternativní plodiny. Jejich pěstování není dnes běžné, přestože řada z nich hrála v minulosti významnou roli. Jde sice o plodiny málo výnosné, avšak nabízejí řadu pozitivních vlastností, mezi které lze zařadit vysokou nutriční hodnotu, nenáročnost a vhodnost pěstování v méně úrodných oblastech.

Práce je zaměřena na obecnou charakteristiku jednotlivých druhů obilovin. Ty jsou rozděleny na tradiční obiloviny (pšenice, rýže, žito, tritikale, oves, ječmen, kukuřice), alternativní plodiny (pšenice špalda, proso, čumíza, rosička, čirok) a pseudocereálie (pohanka, amarant, quinoa).

Součástí je přehled základních principů pekárenské výroby, kam řadíme činnosti jako je příprava suroviny, příprava těsta, zrání těsta, dále dělení těsta na klonky, jeho odležení a tvarování těsta a nakonec pečení. Díky tomu, že nejrozšířenější obilovinou u nás je pšenice, je část práce věnována hodnocení jakosti pšenice a sledované parametry jsou dále uváděny do vztahu k jiným obilovinám.

Poslední část práce je zaměřená na netradiční obiloviny jako na suroviny pro pekárenství. V posledních letech se ukázalo, že tyto potraviny mají vysokou nutriční hodnotu, tedy pozitivní vliv na lidské zdraví. Jejich hlavní nevýhodou je nízký obsah lepku, což omezuje jejich využití jako surovin zejména pro běžné kynuté výrobky.

Cílem práce bylo popsat výhody a nevýhody netradičních obilovin pro pekárenský průmysl, a zda je jejich využití perspektivní a za jakých podmínek.

1 OBILOVINY

Obiloviny (cereálie) botanicky patří mezi traviny (*Gramineae*). Většina známých obilovin patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*), výjimkou je pohanka, která patří do čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*), dále amarant z čeledi amarantovité (*Amaranthaceae*) a quinoa z čeledi merlíkovitých (*Chenopodiaceae*). Společný botanický původ obilovin čeledi lipnicovité předurčuje jejich značnou vzájemnou podobnost jak ve struktuře a tvorbě zrna, tak v jeho chemickém složení, tj. např. v uspořádání obalových a podobalových vrstev zrna, nebo v zastoupení jednotlivých aminokyselin v obilné bílkovině nebo mastných kyselin v tukových složkách. [1]

Vlivem různých klimatických podmínek a během staletí šlechtění a pěstování se současně vytvořily odlišnosti mezi jednotlivými botanickými rody a druhy obilovin i mezi jednotlivými odrůdami téhož druhu, např. ve složení a obsahu tzv. slizovitých látek, které silně váží vodu, v obsahu tuku, v kvalitě bílkovin. Tímto šlechtěním a pěstováním se postupně zjistila vhodnost různých obilovin pro různá zpracování a jen některé si takto získali své dominantní postavení ve využití pro pekárenské účely. [1]

Podle statistik FAO (Organizace pro výživu a zemědělství) se v poslední době ve světě řadí k obilovinám s největším objemem produkce pšenice a rýže. Z hlediska celkové produkce je objem produkované pšenice zhruba stejný jako u rýže. Rozdílné je ovšem využití, protože na mouku se rýže zpracovává jen sporadicky, takže podíl jejího využití pro pekařské účely je nepatrný. Tradiční evropské obiloviny jsou pšenice, žito, ječmen a oves, na jihu Evropy pak kukuřice. [2]

1.1 Tradiční obiloviny

1.1.1 Pšenice

Pšenice je dominantní obilovinou v řadě zemí světa včetně ČR. Taxonomicky je řazena k rodu *Triticum*. Pěstuje se v mnoha odrůdách, přičemž komerčně nejdůležitější je *Triticum aestivum* (pšenice setá) *subspecies vulgare* (obrázek č. 1) a tvrdá pšenice *Triticum durum*, která se používá téměř výhradně pro výrobu těstovin. Je světově nejrozšířenější obilovinou. Podle údajů FAO se v roce 2003 vyprodukovalo zhruba 556,4 mil. tun pšenice, což představuje více než 30 % světové produkce cereálií. Většina

produkované pšenice je určena pro lidskou spotřebu a vzhledem k jejím jedinečným vlastnostem se z ní vyrábí celá řada nejrůznějších ingrediencí a potravin. [2]



Obrázek 1: Pšenice setá [2]

1.1.2 Rýže

Rýže (*Oryza sativa*) je nejrozšířenější obilovinou pěstovanou pro přímou konzumaci (obrázek č. 2). Pochází z tropické a subtropické jihovýchodní Asie a patří tak mezi nejstarší kulturní rostliny světa. Z hlediska výživy člověka náleží k nejdůležitějším obilovinám a v jídelníčku téměř 60 % světové populace dodnes figuruje jako základní potravin. V Evropě a Americe je rýže oblíbená většinou jako příloha, pro polovinu populace je stěžejní potravinou. Je jednou z nejhodnotnějších potravin, přes 85 % energie tvoří komplexní cukry. Je lehce stravitelná a proto vhodná pro různé typy diet, neobsahuje žádný cholesterol, má pouze stopové množství tuku, neobsahuje sodík ani lepek, hnědá rýže nadto obsahuje vysoké množství vlákniny. [2]



Obrázek 2: Rýže setá [2]

1.1.3 Žito

Žito (obrázek č. 3) na našem území patří k nejstarším zemědělským kulturám využívaným k lidské výživě. Pěstovalo se hojně od pozdního středověku až do počátku 20. století, kdy bylo nejrozšířenější obilovinou. [3]

Je to odolná nenáročná rostlina pěstovaná obvykle v oblastech s chladným, drsnějším klimatem, kde se jiným cereáliím nedaří. Rovněž se může pěstovat ve vyšších nadmořských výškách a relativně suchých oblastech. [2]



Obrázek 3: Žito seté [2]

Na produkci žita má zcela dominantní podíl Evropa. [1]

V období 1898 – 1907, kdy podle záznamů obilniny zahrnovaly v českých zemích 64,5 % orné půdy, bylo jejich rozdělení následující: žito 23,8 %, ječmen 16,8 %, oves 15,7 % a pšenice 8,2 %. Ještě v roce 1938 byla produkce žita na území Čech a Moravy větší (1 577 tis. tun) než pšenice (1 513 tis. tun). Po druhé světové válce (od 50. let) nastal výrazný pokles osevních ploch žita, které neobstálo při nástupu intenzivních způsobu pěstování pšenice, ječmene a kukuřice. Ty odsunuly žito do méně úrodných, nepříznivých podhorských, tzv. marginálních oblastí. [3]

Pokles produkce a semílání žita probíhal sice pomaleji, ale mimořádně prudký pokles nastal po roce 1990, dochází totiž k poklesu spotřeby chleba a často ke zvyšování spotřeby drobného a jemného pečiva, trvanlivého pečiva a cereálních snack výrobků. Výroba žitného chleba je doménou Německa, Polska, ČR a Slovenska. [1]

1.1.4 Tritikale

Pšenice a žito jsou botanicky dosti příbuzné a jejich umělým křížením se podařilo vyšlechtit obilovinu tritikale (česky se někdy používá názvu žitovec), (obrázek č. 4).

Latinský název *Triticale* je složeninou názvů pšenice (*Triticum*) a žito (*Secale*). Pekařské vlastnosti jsou na přechodu mezi pšenicí a žitem. [1]



Obrázek 4: Tritikale [2]

Tritikale jako obilnina je ceněno především pro svou vysokou výnosovou výkonnost v méně příznivých podmínkách, kde předčí pšenici a vyjma určitých oblastí i žito. Má tolerantnost k horší předplodině, ke kyselým a písčítým půdám a vyznačuje se i nižší náročností na agrochemické vstupy. Celosvětové oseední plochy tritikale se od 80. let minulého století do současnosti více než zdvojnásobily a zahrnují plochu přes 3 mil. ha ve 32 státech. Podle statistiky FAO se od roku 1999 každoročně rozšiřují o 200 tis. ha. V ČR pěstování tritikale původně nedoznalo velkého rozšíření, teprve v posledních letech se jeho produkce zvyšuje. V ČR se tritikale pěstuje výhradně pro nepotravinářské využití – krmení, výroba lihu. [3]

Světová produkce se pohybuje mezi 7,5 – 11 mil. tun, největšími producenty jsou Polsko a Německo. [1]

Potravinářské využití tritikale je především pro výrobu mouky na chléb, jehož receptura se ale musí upravovat vzhledem k tomu, že tritikale má nižší obsah lepku než pšenice. Stále nedoceněnou vlastností tritikale je vysoká krmná hodnota jeho zrna, která je dána vyšším obsahem bílkovin a příznivou skladbou aminokyselin, především vyšším obsahem lyzinu. [2]

1.1.5 Oves

Oves má svůj původ pravděpodobně v Malé Asii. Podle některých odborníků byl přenesen do Evropy s pohybem Skythů a slovanských kmenů na západ přibližně v 5. stol. našeho letopočtu. Předpokládá se, že z původních prakultivarů ze středozemí vznikly dva druhy ovsa *Avena sativa* L. a *Avena bizantina* C. Koch, které se navzájem příliš neliší. V Evropě převládá pěstování *Avena sativa* (obrázek č. 5). Tato rostlina patří

k nejodolnějším obilovinám pro sušší chladnější oblasti, proto se jeho pěstování rozšířilo značně na sever Evropy a Kanady. V ČR se produkce v letech 1980-1991 pohybovala mezi 300-400 tis. tun, potom začala postupně klesat, v letech 2000-2001 byla na úrovni 150 tis. tun. Pro přímé potravinářské využití se zpracovávalo obvykle mezi 20–23 tis. tun, v letech 2000 až 2001 se zpracované množství zvýšilo na 24, resp. 26 tis. tun. [1]



Obrázek 5: Oves setý [2]

Oves se zpracovává hlavně na vločky, jejichž spotřeba má stále stoupající tendenci. Dále se vyrábí ovesná mouka, která se uplatňuje v dětské výživě. [2] Ojedinele se vyrábí mírně obroušená hnědá ovesná rýže, jejíž konzumace se ale běžně neujala, neboť i po uvaření zůstává značně tvrdá. Ovesná mouka se přidává do některých druhů speciálního chleba, kde má podobně jako u ječmene příznivý vliv na jeho vláčnost. [1]

1.1.6 Ječmen

Ječmen (obrázek č. 6) patří mezi nejstarší známé obiloviny. Nálezy na blízkém východě ukazují na stáří 5 000 až 10 000 let. Z jednoho botanického druhu *Hordeum vulgare* existuje několik poddruhů a odrůd. [1]



Obrázek 6: Ječmen setý [2]

Podle uspořádání klasu se rozlišují ječmeny dvouřadé, resp. víceřadé (čtyřřadý a šestiřadý). Ječmen nemá mimořádné požadavky na klimatické ani půdní podmínky, má relativně krátkou vegetační dobu. V ČR se pěstuje větší podíl ječmene jarního a využívá se především na krmení hospodářských zvířat. Díky novým vědeckým poznatkům se zvyšuje

zájem o potravinářský ječmen, což se projevuje nejenom rozšířením pěstebních ploch, ale i sortimentu ječných výrobků. Hlavní využití ječmene je tedy na výrobu sladu, dále se z něj vyrábějí kroupy, krupky, mouka, vločky, lupínky, kávové náhražky. [2]

1.1.7 Kukuřice

Kukuřice je jednoletá, jednoděložná, jednodomá cizosprašná rostlina patřící do lipnicovitých (*Poaceae*), skupiny kukuřicovitých (*Maydae*), kam patří rod *Zea* (obrázek č. 7). Pochází z Jižní Ameriky, kde byla pěstována Indiány již před 5000 lety. Hlavním producentem kukuřice je USA, Čína, Brazílie, Mexiko, Argentina, Francie, Indie, Jižní Afrika, Indonésie, Kanada. V ČR od počátku 90. let vzrostla výměra kukuřice z přibližně 30 tis. ha na 85 tis. ha v roce 2003 a u kukuřice na zrno vzrostly za stejné období z přibližně 4,5 t/ha na 5,5 t/ha v roce 2003 a dokonce na 6,4 t/ha v roce 2004. [2]



Obrázek 7: Kukuřice [2]

V dnešní době se pěstuje i geneticky modifikovaná (GM) kukuřice, což vyvolává řadu kontroverzí. Takto upravená kukuřice se hlavně pěstuje v USA, Kanadě, Jihoafrické republice a ve Španělsku. Jde o kukuřici s vloženým genem z půdní bakterie *Bacillus thuringiensis* (odtud Bt-kukuřice), který kukuřici propůjčuje odolnost proti škodlivému zavíječi kukuřičnému (*Ostrinia nubilalis*) nebo bázlivci kukuřičnému (*Diabrotica virgifera*). Produktem tohoto genu je bílkovina, která je nejprve aktivována trávicími enzymy cílového hmyzu a poté se specificky váže na receptory v jeho střevech. Od první poloviny 20. století používají tuto bílkovinu pro kontrolu hmyzu i ekologičtí zemědělci. Využívá se toho, že se tato bílkovina rychle rozkládá v trávicím ústrojí člověka a tím se omezuje riziko alergenních reakcí. [2]

1.2 Alternativní plodiny

Hledáním cest ke zdravé výživě, rozvojem ekologického zemědělství roste zájem o netradiční, maloobjemové, staré nebo alternativní plodiny. Jejich pěstování není dnes běžné, přestože řada z nich hrála v minulosti významnou roli. Jde sice o plodiny málo výnosné, avšak pěstitele i spotřebitele lákají mnoha pozitivními vlastnostmi, mezi které lze zařadit vysokou nutriční hodnotu, nenáročnost, vhodnost pěstování v méně úrodných oblastech a schopnost obejít se bez průmyslových hnojiv a pesticidů. [4]

K alternativním plodinám patří z neznámějších především proso, špalda, okryž (dvouzrnka), křibice, což je žito svatojánské či lesní (pasekové), bér vlašský – čumíza, rosička krvavá, čirok.

1.2.1 Pšenice špalda

Pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) je považována za starou kulturní evropskou pšenici (obrázek č. 8), která byla pěstována již od doby bronzové. Dnes se pěstuje zejména ve Švýcarsku, Německu, Anglii, Skandinávii. Na území České republiky se první informace o pěstování špaldy (užíval se staročeský název samopše) objevují v polovině 18. století, kdy se pěstovala v okolí Litomyšle jako surovina pro výrobu kávovin. Pak postupně z našich polí vymizela. Od 90. let 20. století se počalo s rozšiřováním osevních ploch a ty dnes zaujímají kolem 1 000 – 1 200 ha. [4]



Obrázek 8: Pšenice špalda [5]

Pšenice špalda vznikla křížením mnohoštěpu Tauschova (*Aegilops tauschi* syn. *Squarossa* L.) s pšenicí dvouzrnkou (*Tritium dicocon* L.). Jde o kulturní pluchatou pšenici, která má 42 chromozomů jako pšenice setá (*Triticum aestivum* L.), která z pšenice špalda vznikla mutací. Špalda je méně náročná na podmínky prostředí, ale vyžaduje dostatek vláhy, zvláště v době klíčení a vzcházení, sloupkování a nalévání zrna. Dobře snáší

i extrémní vlhkostní podmínky. Pšenice špalda má dobrou odolnost i proti zimě a ani teplotní extrémy, vyjma vysokých veder v době dozrávání ji neškodí. Vyskytují se ozimé i jarní formy pšenice špaldy, ale pěstují se převážně formy ozimé. Pěstování špaldy lze doporučit do oblastí podmínkami méně vhodnými pro pšenici setou tam, kde již pšenice setá ztrácí efektivnost, nejlépe do horší bramborářské podhorské a horské oblasti. [6]

Co se týká chemického složení a nutriční hodnoty pšenice špaldy, ve srovnání s pšenici setou se vyznačuje špalda vyšším obsahem bílkovin s příznivým aminokyselinovým složením, minerálních látek, tuku, vlákniny, vitamínu a to především thiaminu, riboflavinu, niacinu, významný je i obsah β -karotenu. Srovnání složení je uvedeno v tabulce 1, 2 a 3. [4]

Tabulka 1: Složení sušiny zrna pšenice špaldy a pšenice seté v %. [4]

	N-látky	Tuky	Vláknina	Popeloviny
Pšenice špalda	12,1	1,7	2,3	2,4
Pšenice setá	11,6	1,4	1,8	1,8

Tabulka 2: Obsah minerálních látek v sušině zrna pšenice špaldy a pšenice seté. [4]

	P (mg/kg ⁻¹)	K (mg/kg ⁻¹)	Mg (mg/kg ⁻¹)	Ca (mg/kg ⁻¹)	Na (mg/kg ⁻¹)	Cu (mg/kg ⁻¹)	Zn (mg/kg ⁻¹)	Fe (mg/kg ⁻¹)
Pšenice špalda	4 062	4 740	1 090	425	43,9	5,2	49,8	69,5
Pšenice setá	3 550	4 530	950	437	38,2	4,1	32,8	60,6

Tabulka 3: Rozdíly v zastoupení esenciálních aminokyselin špaldy a pšenice seté v g·na 100g⁻¹ bílkovin. [4]

Aminokyseliny	Pšenice špalda	Pšenice setá
Leucin	9,0	6,0
Methionin	4,0	2,4
Lysin	2,8	
Fenylalanin	7,0	5,0

Zpracování špaldy na potravinářské výrobky má největší tradici v německy mluvících zemích, kde se z ní připravují různé základy nebo přísady do těstovin. Zrna špaldy jsou zpracovávána na kroupy, krupici a vločky, které jsou vhodné do kaší či polévek. Chléb ze špaldové mouky má chlebovou vůni, udržuje si dlouho vláčnost a trvanlivost. Velmi populární je i špaldový bulgur. Je to vysoce nutriční produkt, který je známý asi 4 000 let. V kuchyních se používá na přípravu různých zeleninových pokrmů (pilaf), přidává se i do zeleninových salátů, polévek či jiných masových jídel. [7]

Zrno špaldy pěstované v ČR v podmínkách ekologického systému hospodaření se využívá i na výrobu bioproduktu. Na trhu je nejen tradiční špalda loupaná, špaldová mouka a těstoviny, ale i špaldové vločky, suchary, káva, pukance, kernoto, houbové a zeleninové špaldoto a špaldový bulgur. [4]

1.2.2 Proso

Pod obvykle používaným souhrnným názvem proso se skrývá několik botanických rodů a druhů s příbuznými vlastnostmi. Proso (*Panicum miliaceum*) je nejznámější a pěstované nejvíce v Rusku, Číně a USA (obrázek č. 9). Další jsou *Eleusine coracana*, pěstované hlavně v Africe, Indii a Číně, *Seteria italika* pěstované v Číně a na Blízkém Východě, a dalších nejméně 5 botanických rodů. [1]



Obrázek 9: Proso [2]

Je doloženo, že proso se pěstovalo již ve druhém a třetím století našeho letopočtu, a to hlavně ve východních zemích. V té době se i na našem území stalo jednou z hlavních plodin. Přípravovaly se z něho hlavně kašovitě pokrmy. Pekl se i chleba, ale jen k významným událostem (svatbám). Tím se proso začalo méně využívat jako chlebové obilí a postupně začal převládat chleba žitný a žitno-pšeničný. Nastalé změny ve stravovacích zvyklostech pozvolna omezily i ostatní kašovitě pokrmy, od kterých vývoj pokračoval přes nekvašenou placku ke kvašenému chlebu až k bílému pečivu. To způsobilo, že jeho pěstování ustrnulo na nízkých výnosech a ve druhé polovině 19. století nastal u nás tak silný pokles osevu prosa, že kolem roku 1900 činil jen tři tisíce hektarů. [4]

Proso je někdy označováno za vůbec nejstarší obilovinu kultivovanou člověkem a podle údajů FAO jsou z celkové roční produkce prosa (cca 30 mil. tun) plně dvě třetiny využívány pro lidskou výživu. V ČR došlo po roce 1989 k jisté renesanci prosa, ale ve srovnání s pohankou a špaldou poněkud pomaleji. Produkce je stále nízká a dohromady s čirokem, pohankou a některými minoritními obilovinami představuje asi 10 tis. tun ročně. [2]

Konzumují se hlavně obilky prosa - jáhly, které jsou bohaté na bílkoviny, minerální látky a vitamíny. Poměr základních živin – bílkovin, sacharidů, tuků se blíží doporučenému optimu. Jáhly jsou lehce stravitelné, proto jsou doporučovány i pro dětskou výživu. [2] Lze z nich připravit spoustu pokrmů. Například – kaši, noky, nákypy, placky, rizota, krokety, ale i sladké krémy. Mezi nejznámější jídla u nás patří jahelník. Jáhly neobsahují lepek, a proto pokrmy z nich připravované mohou jíst i lidé, u kterých lepek vyvolává alergii (celiakii). Tato nemoc v ČR postihuje asi 100 tisíc lidí. Jde o celoživotní chorobu, se kterou se dá žít jen při bezlepkové dietě. Dalšími produkty mlýnského zpracování prosa jsou prosná mouka, krupice a vločky. Pěstování prosa je nenáročné. Je to jednoletá teplomilná obilnina s krátkou vegetační dobou. Seje se koncem

dubna a začátkem května a sklízí se již za tři měsíce. Po chemické stránce proso obsahuje 68 – 76 % škrobu, který se skládá z amyly (26,3 – 28,4 %) a amylopektinu (72,0 – 73,7 %). Má vysokou vaznost vody. Obsah cukru činí 0,04 – 0,12 % rafinosy a 0,48 – 0,90 % sacharosy. Obsah bílkovin se pohybuje v rozmezí 10 – 14 %. Z řady domácích analýz bylo získáno dostatečné množství údajů o skladbě aminokyselin prosa. Tyto informace potvrzují jejich příznivý obsah ve srovnání s ostatními obilnými druhy. Proso má tedy vyšší podíl esenciálních aminokyselin než pšenice, žito, ječmen, oves a kukuřice. Obsah tuku v prosu se pohybuje kolem 4 %. Obsah minerálních látek v obilce prosa (průměr šesti odrůd): Ca 0,034, P 0,77, K 0,34, Mg 0,138, Fe 59,0 mg/kg. Proso obsahuje vitaminy skupin B, kromě vitamínu B12. [4]

1.2.3 Bér vlašský – čumíza

Bér vlašský nebo také proso italské (*Setaria italica* L. Beauv.) se u nás dříve pěstoval jen jako krmná pícnina (obrázek č. 10). Po druhé světové válce se k nám z SSSR dostal poddruh bér vlašský velký (*S. italica* ssp. *Maxima*), s používaným názvem čínského původu „čumíza“ z čínského jao – mi – tsa – česky drobné zrnko. Jde o prastarou plodinu doloženou historicky již 5000 let před naším letopočtem. Je to rostlina vysoká jako proso, 100 až 150 cm, s poměrně mohutným lichoklasem s vystupujícími větvičkami. V lichoklasu může být až 3000 obilek s hmotností tisíce zrn (HTS) 2-4 g. Obilky se loupají podobně jako proso a také se podobně připravují i pokrmy. Chemické složení bérů je podobné jako u prosa. Důležitý je obsah lepku, který činí 2,6 – 4,6 mg na 100 g vzorků, přičemž limitní hranice je 10 mg na 100 g. Bylo tedy prokázáno, že obilky i jáhly čumízy jsou vhodné pro dietu při celiakii. Oloupané obilky se melou na mouku a z mouky se pak připravují těstoviny, v Rusku blíny a pirohy. [4]



Obrázek 10: *Setaria italica* [8]

1.2.4 Rosička

Rosička (*Digitaria haller*) má řadu druhů vyskytujících se hlavně v tropických oblastech. Je to tráva nižšího vzrůstu s prstovitě rozpraženými klasy, nachově nafialovělé barvy. Do Evropy ji přivezli Slované s prosem a u nás je nejznámější druh rosička krvavá (*Digitaria sanguinalis* L. Scop). Rosa, jak se lidově nazývala, se loupala na bělavou krupici a byla považována za dietní potravu při vředovém onemocnění žaludku. Dnes již jako potravinářská surovina nepoužívá. Je sice známa z východních Čech, kde se dnes ještě hojně vyskytuje, ale již jenom jako plevel. Přitom pracovníci z ČZU (Česká zemědělská univerzita) v Praze prokázali i u této plodiny vhodnost pro dietu při celiakii (obsah lepku – 1,2 mg na 100 g vzorku). [4]

1.2.5 Čirok

Čirok, který se řadí do jednoho botanického rodu a druhu, má řadu poddruhů a odrůd (obrázek č. 11). Největší podíl zaujímá čirok zrnový (*Sorghum bicolor* L.), který je využíván v Africe a Asii k lidské výživě. Zrno se zpracovává na kroupy a mele na mouku pro výrobu chleba a různého pečiva. Čirok cukrový (*Sorghum saccharatum* L.) je odrůda, u které se zpracovávají celé rostliny k výrobě cukrových sirupů nebo se silážují a zkrmují. Súdánská tráva (*Sorghum sudanense* L.) nebo kříženci čiroku a súdánské trávy (Hyso) se využívají k energetickým účelům. Celosvětová produkce čiroku se pohybuje kolem 55 – 60 mil. tun a mezi významné tradiční pěstitele patří Indie, kde se také intenzivně pracuje na šlechtění. V Evropě se čirok pěstuje na ploše 220 tis. ha. Čirok patří ke skupině teplomilných rostlin, dobře snášející sucho. Vyznačuje se nenáročností a značnou plasticitou. Nesnáší pokles teplot pod 10 °C. Největšími pěstiteli v Evropě jsou Francie, Itálie a Španělsko. Produkce v ČR je zanedbatelná a pěstují se u nás jen odrůdy s krátkou vegetační dobou, která musí proběhnout v nejteplejším období roku. [4]



Obrázek 11: Čirok [2]

Čiroky jsou cizosprašné, ale dobře se opylují i vlastním pylem. Velikost a hmotnost zrna bývá velmi rozdílná (HTS 10 - 70 g). Tvar zrna je kulatý, vejčitý, srdcovitý či oválný. Barva bývá bílá, krémová, žlutá, citronově žlutá, růžová, hnědá nebo fialová. Zrno je podle obsahu a poměru bílkovin a škrobů sklovité, polosklovité nebo moučné. [6]

Zájem o pěstování čiroku ve střední Evropě roste s ohledem na oteplování klimatu, možností využití ke krmným účelům a v lidské výživě pro možnost jeho uplatnění v bezlepkové dietě. [4]

1.3 Pseudocereálie

Pseudocereálie jsou rostlinné druhy, které nejsou příbuzné pravým obilovinám. Řadí se zde tři plodiny – amarant (*Amaranthus spp.*), a quinoa (*Chenopodium quinoa*), které pochází ze střední a jižní Ameriky, dále pohanka (*Fagopyrum esculentum*), která je původem z Číny. Všechny pseudocereálie obsahují skupiny 11S globulinových zásobních bílkovin s malým množstvím 2S albuminů. 7-8S globuliny se také objevují v pohance a amarantu. Pro druh quinoa je popsán obsah bílkovin kolem 14,6 %. [9]

1.3.1 Pohanka

Pohanka setá (*Fagopyrum esculentum Moench.*) patří k nejmladším plodinám v Evropě (obrázek č. 12). Podle způsobu využití, vzhledu zrna a podobného chemického složení se řadí k obilovinám, botanicky je to ale rostlina dvouděložná a patří do čeledi rdesnovitých (*Polygonaceae*) a rodu *Fagopyrum*. Pohanka pochází ze střední Asie. Na našem území byla známa již ve 12. století, a z Maďarska, Polska, Čech se pohanka šířila do Německa, Dánska, Francie a dalších zemí. Poté se z Evropy pohanka dostala také do Ameriky, kde byla pro svou krátkou vegetační dobu a vysokou výživovou hodnotu důležitou plodinou při osidlování USA a Kanady. [2]



Obrázek 12: Pohanka setá [2]

V Čechách a na Moravě se pěstovala hlavně v podhorských oblastech a to hlavně v oblasti Beskyd a Těšínska a v místech usídlení Volyňských Čechů. Její pěstování začalo upadat až v 18. století a souviselo i se změnami ve stravovacích zvyklostech, kdy se začalo ustupovat od kašovitých pokrmů. V Československu v roce 1920 byly osevní plochy 3 045 ha, v roce 1935 již jen 2 110 ha a v roce 1945 jen 1 406 ha. [4]

Znovu a ve větší míře se začala pohanka pěstovat a kulinářsky využívat teprve v devadesátých letech minulého století. Pěstební plochy jsou kolem 3 000 ha, a to hlavně v ekologickém zemědělství. Světová roční produkce se pohybuje kolem 2,5-3,3 mil. tun. [2]

Pohanka je rostlina teplomilná. Optimální teploty pro zajištění růstových pochodů se pohybují kolem 15 °C. Pohanka je velmi citlivá na nízké teploty, na pozdní jarní a případně časně podzimní mrazíky. Zvláště citlivé jsou mladé klíčnické rostlinky. Při teplotách -2 až -3 °C jsou vážně poškozeny a při -4 °C zcela zmrznou. Pohanka je náročná na vláhu. Proto se pohance daří ve vyšších polohách s dostatkem srážek nebo v teplejších sušších oblastech jako druhé plodině pod závlahou. Nejvíce vody potřebuje pohanka v prvním období kvetení a tvorby nažek. Kromě pohanky seté (*Fagopyrum esculentum moench.*) se v omezené míře pěstuje pohanka tatarská (*Fagopyrum tataricum*), zvaná tatarka. Pro svou vyšší odolnost nahrazuje pohanku setou ve vyšších polohách. [6]

Plody pohanky nažky podobné bukvicím, obsahují základní živiny a vlákninu v nutričně příznivém poměru. Semeno pohanky se skládá z embrya, obklopeného endospermem, a celé je uzavřeno v osemeni a oplodí (lusk). Embryo obsahuje hodně bílkovin, zatímco endospermální buňky shromažďují hlavně škrob. Semena obsahují asi 13,5 % bílkovin v sušině, přičemž asi 40 % z nich jsou zásobní globuliny. [9]

Obsah bílkovin se v nažce pohybuje kolem 12 %. Byl popsán podíl frakcí bílkovin a obsah albuminů a globulinů je 50 %, prolaminů 6,3 %, glutelinů 18,7 % a zbytek 25 %. Pohanka má také ve srovnání s běžnými obilovinami téměř optimální zastoupení esenciálních aminokyselin. Hlavním sacharidem pohanky je škrob, který tvoří kolem 55 % hmotnosti nažky. Obsah tuků, který se nachází především v embryu a endospermu, se pohybuje mezi 1,5-3 %. Pozitivní je hlavně obsah více nenasycených mastných kyselin, které tvoří 82 % tuku. Celkový obsah minerálních látek je průměrně 2-2,5 %, z toho je jich asi 50 % v klíčku, další podíl obsahují slupky, pohankové kroupy. Významné množství vitamínů je v pohankových otrubách, proto jsou vysoce hodnotnou potravinou. Především

jde o vitaminy skupiny B a vitamin E. Ze semen pohanky byla také izolována specifická bílkovina vázající thiamin a tato bílkovina slouží pro transport a uchování thiaminu v rostlině, zlepšuje jeho stabilitu a využitelnost. Skupinu přírodních antioxidantů v pohance představují flavonoidy, zejména rutin. Ten je antioxidantem kyseliny askorbové, chrání před patologickými změnami v plicích, při diabetes mellitus a snižuje obsah cholesterolu. V České republice je vyráběno více než 40 různých produktů z pohanky. Například kroupy, lámanka, krupice, mouka, těstoviny, směsi na přípravu omelet, lívance, vločky, různé pekařské výrobky a speciální výrobky pro pacienty trpící celiakií. [4]

1.3.2 Laskavec – amarant

Rod Laskavec (*Amaranthus*) zahrnuje více než 60 druhů (obrázek č. 13). Rozlišujeme tři hlavní druhy amarantu pro produkci obilovin, *A. hypochondriacus*, *A. cruentus* a *A. caudatus*. *A. hybridus* je používán jako listová zelenina. [6]



Obrázek 13: Laskavec [2]

Podle doložených archeologických nálezů má rod *Amaranthus* L. svůj původ na americkém kontinentu, kde jeho produkce byla největší v období Inků, Mayů a Aztéků. Amarant byl pro ně základní potravinou, kterou označovali za svaté zrno a jeho hodnotu přirovnávali ke zlatu. Rostlina amarantu byla také pro svou krvavě červenou barvu využívána často k mystickým rituálům a k posvátným obřadům. To byl také jeden z důvodů likvidace této rostliny v období kolonizace Španělů, kdy se snažili původní obyvatelé obrátit na křesťanskou víru. Pod vysokými tresty zakazovali pěstovat amarant jako kultovní rostlinu a výživnou potravinu a tím ji vytlačili do odlehlých horských oblastí. [10]

V současnosti je nejvíce pěstování laskavce na semeno rozšířeno v Americe (USA, Mexiko, Jižní Amerika), zeleninové formy se pěstují především v Asii a v Africe. V Evropě se jeho pěstováním na zrno zabývají nejvíce na Slovensku, v Maďarsku a Itálii.

V ČR je pěstován na ploše asi 400 ha. Laskavec je plodina, která je do značné míry odolná vůči suchu, vysokým teplotám a škůdcům, je možno ji pěstovat na půdách s nižší kvalitou, než vyžaduje většina ostatních cereálií. [2]

Je to jednoletá, dvouděložná a širokolistá rostlina s velkým rozmnožovacím potenciálem, která vyprodukuje obrovské množství (200 až 500 tisíc) malých semen čočkovitého tvaru. Tyto semena mají vysokou nutriční hodnotu a to hlavně z hlediska vysokého podílu kvalitních bílkovin. Významná je i skladba aminokyselin a to především obsah lyzinu – 0,747 g/100 g. Složení semen amarantu je uvedeno v tabulce číslo 4. [10]

Semena jsou podobné druhu quinoa, mají centrální perisperm obklopený embryem a zbytky endospermu. Zásobní bílkoviny jsou uloženy v embryu a endodermálních buňkách, škrob je obsažen v perispermu. Všechny druhy amarantu mají obsah bílkovin v semenech asi 13-18 % v sušině. [9]

Amarantová semena jsou rovněž dobrým zdrojem vitaminů (B₂ a E) a minerálních látek. Obsahují hodně vápníku, hořčíku a draslíku, významný je i vyšší obsah železa. Tuk obsažený v amarantu obsahuje nenasycené mastné kyseliny, které příznivě ovlivňují zdraví. V tuku se nachází významná složka – skvalen (7 – 8 % z celkového množství tuku), který brání nadbytečné syntéze cholesterolu v organismu, a skvalen je i účinným antioxidantem. [2]

Tabulka 4: Srovnání chemického složení semen amarantu s kukuřicí, rýží, pšenicí. [10]

Charakteristika	Laskavec	Kukuřice	Rýže	Pšenice
Vlhkost (%)	11,1	13,8	11,7	12,5
Hrubé bílkoviny (%)	17,9	10,3	8,5	14
Tuk (%)	7,7	4,5	2,1	2,1
Vláknina (%)	2,2	2,3	0,9	2,6
Popel (%)	4,1	1,4	1,4	1,9
Škrob	57,0	67,7	75,4	66,9

Amarant je vhodný i pro bezlepkovou dietu při onemocnění celiákií. Obsah lepku činí od 2,4 do 8,4 mg na 100 g sušiny. I když při ověřování byly zjištěny určité rozdíly mezi odrůdami, ale stanovený limit 10 mg/100 g sušiny nebyl nikdy překročen u žádné odrůdy. Využití amarantu je mnohostranné. Je využíván k přímé konzumaci a to hlavně mladé rostliny, které se v některých zemích upravují jako listová zelenina dochucená jen kořením. Listy se připravují jako špenát a plní do tortil nebo omelet. Nachází také uplatnění v krmivářství a je i důležitou surovinou v průmyslovém odvětví. Semena se využívají ve větší míře a to buď různě upravená vařením, pražením nebo semletím na mouku. Přidávají s i do pekárenských, pečivářenských, těstářenských výrobků. [4]

1.3.3 Merlík chilský – quinoa

Quinoa/merlík chilský (*Chenopodium quinoa Willd.*) má podobnou historii jako amarant (obrázek č. 14). Byl společně s bramborami a kukuřicí základní plodinou vyspělé civilizace Inků a Aztéků. Takto ho poznali Španělé a stejně jako amarant ho zakázali pěstovat a quinoa byla vytlačena do horských oblastí. Protože se začali do popředí v pěstování i výživě dostávat brambory a kukuřice význam merlíku poklesl. Merlík se do Evropy dostal v roce 1550 a pěstoval se v době hladomoru a během světových válek, kdy chybělo chlebové obilí [4]



Obrázek 14: Merlík chilský [2]

Je to jednoletá dvouděložná rostlina, jejíž drobná, světlá semena se podobají prosu. Pro kulinářské účely se hlavně využívají listy, které se upravují jako saláty. Semena se využívají buď celá, nebo ve formě mouky či krupice. Mouka je lehce stravitelná, proto je vhodná i pro dětskou výživu. Hlavními producenty dnes jsou Bolívie, Peru a Ecuador. [2]

Semeno má neobvyklou stavbu, zahrnující tři zásobní tkáně. Centrální perisperm je bohatý na škrob a je obklopen embryem a malým endospermem. Oba obsahují bílkoviny a oleje. Tyto tkáně jsou chráněny osemením a oplodím, které obsahuje množství saponinů,

ty musí být odstraněny promýváním. Extrakt druhu quinoa byl frakcionován na 11S globuliny (chenopodin) a 2S albuminy. [9]

Chemické složení semen merlíku je v průměru asi takové – škrob 60 %, bílkoviny 16 %, tuk 6 %, vláknina 3,5 % a popel 2,2 %. Škrob má méně amylasy (11 – 12 %), což s velmi malými zrny omezuje přímou použitelnost mouky. Také u merlíku bylo sledováno množství lepku a ukázalo se, že merlík má jen 1,8 mg lepku na 100 g vzorku a je tedy vhodný pro dietu při celiákií. [4]

2 PEKÁRENSKÁ TECHNOLOGIE

2.1 Historie pekárenství

Výrobek podobný chlebu, ale pečený v popelu nebo na rozpálených kamenech, znali lidé už ve starověku. Ve druhém století našeho letopočtu nabízeli Athéňané už přes sedmdesát druhů pečiva. Francouzský chléb pečený v osmém století byl kulatý a sloužil jako jedlý talíř. Pravěcí lidé zřejmě pekařství jako samostatný obor neznali. Umíchat jednoduché těsto z drcených zrn musel zřejmě umět každý, kdo chtěl zvýšit svou naději na přežití. Teprve později, s objevem kvásku, se někteří lidé na výrobu pečiva specializovali. Praxe lidi naučila dodržovat při výrobě chleba určitá pravidla co do působení kvásku, kvality mouky, hnětení těsta i konstrukce a vlastností pece. Poznat, kdy je kvásek zralý, vyžaduje jistou zručnost a pečení dovednost odborníka a tak první chléb ve velkém pekly zřejmě kláštery. Ve čtrnáctém století měli u nás pekaři společný cech s mlynáři, ale později se obě profese oddělily. Příliš pekařů ovšem nebylo, protože většinu toho, co stůl vyžadoval, si i nadále pekly hospodyně doma. V 19. století byla potřeba nasýtit velké množství obyvatel prudce se rozvíjejících měst. Tito lidé již ztratili mnohdy osobní vazby na pekaře a pekařské výrobky nakupovali v prodejnách, které výrobci pečiva zřizovali. Došlo k zdokonalení pekařské technologie jak v řemeslných živnostenských pekárnách, tak v průmyslových velkopekárnách. Tyto továrny na chleba bývaly opět často spojovány s moderními mlýny. Protože však unifikovaná výroba ne vždy dokázala uspokojit vzrůstající spotřebitelské nároky, je patrný návrat k malým pekárnám s charakteristickým sortimentem a stále víc dokonce opět k domácímu pečení. [11]

2.2 Principy pekárenské technologie

Kvalitu výrobku předurčuje surovinové složení, vytvoření správného koloidně – chemickému systému těsta a to se správnými fyzikálně – mechanickými vlastnostmi pro celé další zpracování, skoro u všech výrobků. Dále pak je důležité správné nakypření a konečné tepelné zpracování - většinou upečení. Základní sortiment (chléb, běžné pečivo) vyrábí průmyslové pekárny. Doplňkový sortiment (speciální chleby, jemné pečivo) spíše menší pekárny. Mezi základní principy pekárenské výroby patří činnosti jako je příprava suroviny, příprava těsta, zrání těsta, dále dělení těsta na klonky, jeho odležení a tvarování těsta a nakonec pečení. [12]

2.2.1 Suroviny

Mezi základní pekárenské suroviny patří mouka, voda, sůl, droždí. Používají se také pomocné pekárenské suroviny, nejčastěji cukr, tuk, máslo, mléko, vejce, různé druhy semen, zlepšovací přísady. Mouka je nejdůležitější pekárenskou surovinou a ve většině těst tvoří až 70 % hmotnosti všech surovin. Rozhodující význam má pšeničná mouka. Žitná mouka se používá výhradně k výrobě chleba, výjimečně se přidává do některých druhů pečiva. [13]

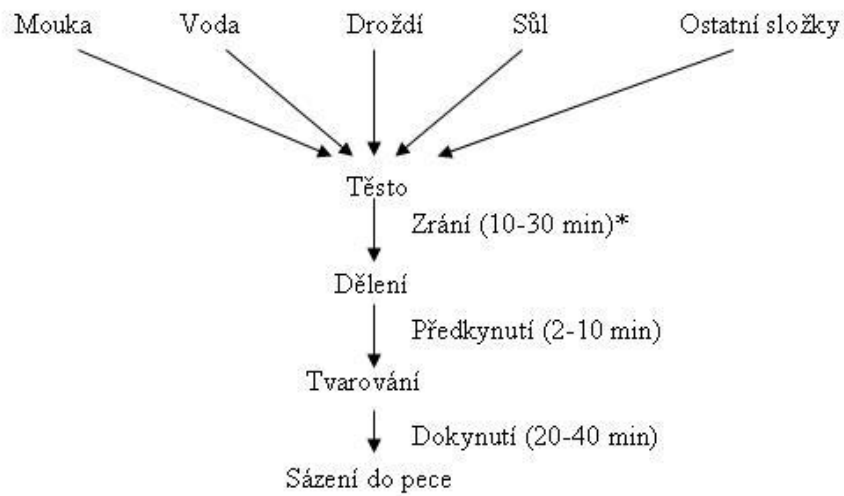
2.2.2 Příprava těsta

Příprava těsta je jednou z nejdůležitějších technologických operací, jejímž základním úkolem je vyrobit kvalitní jakostní výrobek. Tradiční těsta se připravují z mouky a vody přidávkem soli a kypřidel. Další používané přísady zlepšují vlastnosti těst, ale pro jejich tvorbu nejsou tak důležité. [12]

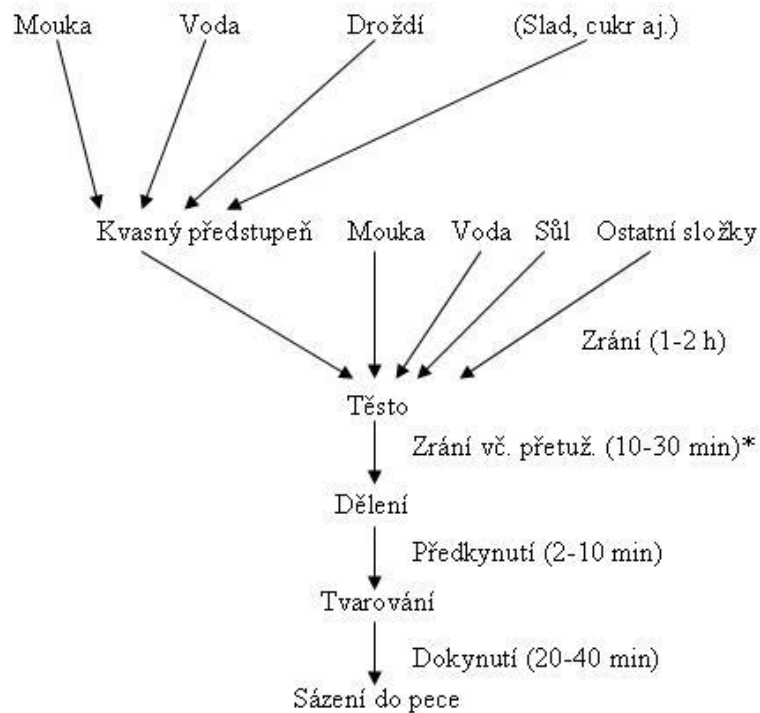
Při výrobě pšeničných těst se používají dva základní způsoby:

- 1) Přímé vedení těsta – na záraz, kdy se všechny složky dávkuje současně a ihned se vypracovává těsto. Přímé vedení těsta je sice značné zjednodušení technologického postupu, ale těsto pak vyžaduje delší dobu zrání (obrázek č. 15).
- 2) Nepřímé vedení těsta - je založeno na principu přípravy předstupně, tedy rozkvašení přidávaného droždí ještě před vymísením konečného těsta. Jeho účelem je pomnožení kvasinek a jejich aktivace, tak aby po přidání do těsta probíhal fermentační proces. Tradičním typem kvasného předstupně při výrobě pšeničného pečiva v našich pekárnách je omládek (obrázek č. 16).

Omládek se připravuje z části mouky, vody a droždí. Takto připravený kvasný předstupeň se nechá prokvasit a pak se přidají zbývající suroviny, vymísí se těsto, které opět zraje. Podobný kvasný předstupeň, ale hustší konzistence je poliš. Vymísené těsto zraje při použití omládku 1-2 hodiny, při použití poliše je doba zrání delší. Nepřímé vedení je méně náročné na kvalitu surovin, je však náročnější na odbornou zkušenost pracovníka, je časově delší a prostorově náročnější. [12, 13]



Obrázek 15: Schéma přímého vedení těsta. [12]



Obrázek 16: Schéma nepřímého vedení těsta. [12]

2.2.3 Hnětení a zrání těst

Při výrobě běžného pečiva se ve velkých průmyslových pekárnách používají kontinuální hnětače těst. Pro pšeničná těsta mají označení (KVPT) a žitná těsta (KVT). Stěžejní částí těchto výrobníků těst je hnětač doplněný dávkovacím zařízením. Suroviny se zde přivádějí v tekutém stavu, jen mouka je dávkovaná automatickou vahou. Používá se tedy metody přímého vedení těsta. V první fázi hnětení dochází k promíchání a homogenizaci všech složek těsta. Již po přidání vody začnou bílkoviny a polysacharidy bobtnat, protože jim k tomu postačí teplota výrobních prostorů. Bobtnání se zintenzivňuje současně s hnětením a zároveň probíhá řada chemických a enzymově katalyzovaných reakcí. Začne se vytvářet trojrozměrná prostorová síť lepkové bílkoviny, která je nosnou strukturou těsta a má charakter tuhého gelu, v níž jsou suspendována škrobová zrna a další pevné složky. Důkladným promícháním těsta, které umožní spojení jednotlivých reagujících složek, se vytvoří spojitý pšeničný lepek, kde hlavní bílkovinná část je tvořena destičkami spojenými vodíkovými můstky, a část bílkovin je vázaná na tuky. [12]

Během procesu pšeničná bílkovina mění svoji vnější strukturu. Dochází k přerušování slabších vazeb a vytvářejí se nové pevnější. V této fázi výroby těsta jsou důležité i oxidačně – redukční procesy. Především přísun vzdušného kyslíku, který je důležitý při tvorbě disulfidových můstků mezi jednotlivými aminokyselinami. V praktickém důsledku se vlivem vzdušného kyslíku i dalších oxidačních prostředků zpevňuje strukturní bílkovinná stavba těsta, která je pak pevnější a tužší, což má význam nejen při kynutí těsta, ale také při pečení. Důsledkem je, že nedojde k výraznému poklesu objemu pečiva ani při pečení, ani při chladnutí výrobku. Doba hnětení je asi 6-8 minut. [12]

Zrání těsta je závislé na spoustě faktorů:

- kvalita mouky
- množství droždí
- způsob hnětení
- teplota prostředí

Podle údajů uváděných v různých recepturách je doba zrání přibližně 30 – 90 minut a teplota 30 – 32 °C. Důležité je přetučení těsta, které se provádí asi dvakrát a slouží k vypuzení oxidu uhličitého a stimulaci kvasinek čerstvým vzduchem. [13]

2.2.4 Dělení a tvarování těsta

Při dělení se těsto rozděluje na stejné díly o potřebných hmotnostech pro dané produkty. V České republice dnes neexistují jednotné předpisy, určující hmotnost jednotlivých výrobků. Každý výrobce má vytvořené vlastní normy. Vyzrálé těsto se dopraví k děličce, kde se buď ručně (v malých pekárnách), musí navážit množství těsta odpovídajícímu počtu dílů na děličce. Tam se pak jednorázově rozdělí. Ve většině průmyslových pekáren se dělí těsto objemově na kontinuálních děličkách. Po rozdělení se musí klonky, protože mají často nepravidelný tvar upravit. Původně se skulování provádělo ručně, ale v posledních 10 letech se používá kuželových vykuločů. Během dělení a tvarování dochází ke ztužení těsta, jehož důsledkem je vypuzení většiny kvasných plynů a zmenšení objemu těsta. Pokud se při vedení těsta postupovalo správně, měla by se zvyšovat pružnost těsta a dojít k obnovení pěnové struktury a tvorbě CO₂. K tomu je zapotřebí určité doby (předkynutí 2 – 5 minut). [12]

2.2.5 Dokynutí a sázení těst

Technologický postup dokynutí je důležitá část procesu fermentace a je podmínkou regenerace struktury těsta po tvarování. Provádí se to v kynárnách, kde by měla být relativní vlhkost okolo 75 % a teplota 26-28 °C. Pro dokynutí běžného pečiva je doba asi 25 až 35 minut, pro chléb až 55 minut. [12]

Typy kynáren:

- boxová
- průběžná

Sázení do pece se provádí přímo z kynárny různými způsoby podle typu pece a stupně mechanizace. Některé výrobky se před vstupem do pece strojí (posypávají mákem, solí, kmínem, ovesnými vločkami apod.) a vlaží. [13]

2.2.6 Pečení

Pečení je důležitý technologický proces a změny, které při pečení probíhají, mají vliv na konečný vzhled výrobku, senzoryckou kvalitu výrobku, na vznik aromatických látek a chuti pečených výrobků. Pro získání pečeného výrobku tradičního charakteru, například vypečená a správně vybarvená kůrka a pod ní měkká a vláčná nakypřená střídka u chleba, je zapotřebí dostatečně vysoké teploty v začátku pečení.

1. Fáze – tvorba kůrky (tzv. zapékání: teplota 270 – 280 °C). V této fázi pečení se pec velmi intenzivně zapařuje přímým vpuštěním páry do pečeného prostoru a po krátké době zapařování se pára musí odpustit a pečení pokračuje bez zapařování s postupně klesající teplotou.

2. Fáze – dopečení (teplota obvykle 230 – 210 °C)

Obvyklá doba pečení chleba je asi 50 - 55 min. o hmotnosti 1,3-1,5 kg.

Pro pečení drobného běžného pečiva je teplota v počátcích 260 - 270 °C (v pecích s ručním sázením). Poté teplota samovolně klesá. Pokud se peče v boxových nebo kontinuálních pasových pecích je teplota kolem 240 °C. Doba pečení je asi 12-15 min. o hmotnosti 40-60 g. [12,13]

2.3 Výroba pečiva

Hlavní surovinou je pšeničná mouka, ke kypření se používá droždí, voda. Energetická hodnota bílého pečiva je asi 1240 KJ /100 g (smažené koblihy 1800/100 g). [14]

2.3.1 Tržní druhy pečiva

Běžné - dělí se podle druhu použitých surovin:

- Vodové (beztukové) – dalaťmáňky, bulky, vecky.
- Mléčné a tukové - vyrábí se z bílé mouky, tuku a odstředěného mléka – rohlíky, housky, žemle, vecky.

Jemné – zahrnuje výrobky z těsta kynutého, listového a křehkého. Přidává se do něj tuk a cukr (10 kg tuku, 5 kg cukru na 100 kg mouky), dále vejce a přísady – náplně,

rozinky, mandle. Rozeznáváme jemné pečivo tukové, máslové, trvanlivé (tyčinky), speciální (záviny, toastový chléb). [14]

- Výrobky z těsta kynutého – vánočky, koláče, záviny, hřebeny, buchtý.
- Výrobky z těsta listového – těsto (vodánek) se připravuje z mouky, octa a vody, nechá se odležet. Dále se prohněte tuk s moukou. Překládáním obou druhů těst – vodového a tukového - vznikne typické jemné lístkování. Postup je poměrně složitý a pracný. Těsto se kupuje hotové. Výrobky – záviny, šátečky, hřebeny.
- Výrobky z těsta křehkého – při výrobě se jako kypřidlo používá uhličitan amonný. [15, 16]

2.3.2 Trvanlivé pečivo

Jsou výrobky sladké i slané chuti, mají vysokou energetickou hodnotu a delší trvanlivost, vyrobené zejména z mouky, popřípadě dalších surovin, přídatných látek a látek určených k aromatizaci, s obsahem vody nejvýše 10 %.

- Perníky – vyrábějí se z pšeničné nebo žitné mouky nebo z jejich směsi, přidává se cukr, škrobový sirup, chuťové přísady – koření, med, kandované ovoce, kypří se uhličitanem amonným. Po upečení a vychladnutí se perník povrchově upravuje – glazuje, máčí, zdobí.
- Oplatky – základem výroby jsou oplatkové pláty, které se vyrábějí ze šlehaného těsta. Těsto se plní do forem a krátce peče. Podle další úpravy rozlišujeme oplatky neplněné, plněné, máčené, polomáčené v čokoládové polevě.
- Sušenky a jemné trvanlivé pečivo – základní surovinou je mouka, cukr, tuk, vejce, mléko, kypřící prostředky, přísady (kakaový prášek, kokos).
- Piškoty – z řídkého šlehaného těsta z vajec, cukru a pšeničné mouky.
- Slané pečivo – různé tvary s různými chuťovými přísadami.
- Extrudované výrobky – křupky, celozrnné chlebičky, extrudovaný chléb. [13]

3 OBECNÉ POŽADAVKY NA OBILOVINY

Obiloviny, které jsou vhodné pro výrobu chleba a pečiva, se tradičně označují jako chlebové obiloviny. Tento název však odpovídá širšímu chápání pojmu „chléb“ nebo „chlebový“ spíše ve smyslu „pro pekárenské výrobky“, neboť ve většině zemí se pod pojmem chléb rozumí veškeré pečené výrobky především z pšeničné mouky. [12]

V ČR se téměř výlučně pěstuje pšenice obecná, jejíž roční produkce podle úrody a osevní plochy činí 3,8 až 4,1 mil. tun. Z tohoto množství asi 1,2 mil. tun se zpracuje ve mlýnech na mouku, z níž se 65–70 % spotřebuje v pekárnách na výrobu chleba a pečiva, 10–12 % tvoří drobná spotřeba v domácnostech a zbytek 19–21 % je použito na výrobu ostatních cereálních výrobků, či se využije v jiných potravinářských výrobnách. [17]

Vzhledem k tomu, že pšenice je nejrozšířenější obilovinou nejenom ve světě, ale i u nás, je následující kapitola věnována hodnocení její jakosti. Sledované parametry pšenice jsou dále zmiňovány ve vztahu k jiným obilovinám, netradičním či pseudocereáliím.

3.1 Hodnocení jakosti pšenice

Nejnáročnější požadavky na jakost pšenice jsou v pekárnách, a proto mají pekaři oproti ostatním cereálním výrobcům speciální a náročnější požadavky na pšenici a z ní vyrobenou mouku. Srovnání ukazatelů jakosti pro pekařské a pečivářské účely uvádí tabulka 5. Kritéria jakosti u potravinářské pšenice jsou hodnocena podle normy ČSN 46 1100-2 (platná od 1. 7. 2002) a rozlišuje se jako:

- potravinářská pšenice s pečivářskou jakostí: výroba sušenek a keksů
- potravinářská pšenice s pekárenskou jakostí: výroba kynutých těst

Vedle pekařské jakosti, která je rozhodující pro zpracování těst a jakost finálního pekařského výrobku, je také důležitá mlynářská jakost pšenice, související s objemovou hmotností a strukturními vlastnostmi zrna, zajišťující mlynáři vysokou výtěžnost krupic a mouky. Na mlynářské jakosti potravinářské pšenice se podílí pěstovaná odrůda a podmínky pěstování. Pěstitel je vždy povinen při prodeji deklarovat danou odrůdu a podle určujících znaků rozdělit odrůdy potravinářské pšenice pro pekařské zpracování: [17,18]

- elitní pšenice E, nejkvalitnější, označované jako zlepšující
- kvalitní pšenice A, dobré, samostatně zpracovatelné
- chlebové pšenice B, zpracovatelné ve směsi [17]

Základní užitkový směr, který se sleduje u všech registrovaných odrůd, je jejich pekárenská jakost a pro zařazení odrůdy je rozhodujícími šest základních parametrů:

- 1) měrný objem pečiva
- 2) hodnota sedimentačního testu podle Zelenyho
- 3) číslo poklesu
- 4) obsah dusíkatých látek
- 5) objemová hmotnost
- 6) vaznost vody [19]

Tabulka 5: Srovnání ukazatelů jakosti pro pekařské a pečivářské účely podle ČSN 461100-2 [10]

Ukazatel jakosti	Pro pekařské účely	Pro pečivářské účely
Vlhkost (%)	Max. 14	Max. 14
Objemová hmotnost (kg.hl ⁻¹)	Min. 76	Min. 76
Příměsi a nečistoty (%)	Max. 6	Max. 6
Z toho nečistoty	Max. 0,5	Max. 0,5
Zelenyho test (ml)	Min. 30	Max. 25
Číslo poklesu (s)	Min. 220	Min. 220
Obsah N-látek v sušině	Min. 11,5	Max. 11,5

3.1.1 Ukazatele jakosti zrna pšenice

Objemová hmotnost zrna. Je ukazatelem mlynářské jakosti a týká se výtěžnosti mouky (udává se v kg/hl). Objemová hmotnost, tj. hmotnost 1 hektolitrů zrna vyjádřena v kilogramech, která je samozřejmě vyšší u zrna dobře vyvinutého. Mezi ovlivňující

faktory patří zejména pěstitelské podmínky, ročník, zdravotní stav, vlhkost, polehlost a odrůda. [19]

Vlhkost je nejdůležitějším rysem tržní hodnoty zrna. Rozeznáváme obilí suché s vlhkostí pod 14 %, středně suché o vlhkosti 14-15,5 %, vlhké 15,5-17 % a mokré obilí o vlhkosti nad 17 %. Při skladování v silech se připouští vlhkost 15 %. [13]

Sklovitost zrna charakterizuje strukturně mechanické vlastnosti endospermu. Sklovitá zrna se zpravidla vyznačují vyšším obsahem bílkovin. Rozeznáváme sklovité, polosklovité a moučnaté pšenice. Sklovité pšenice jsou z pekařského hlediska cennější. [13]

Důležitý je **podíl plných zrn**, což je podíl zrn nad sítem 2,5 mm vyjádřený v %, který nahrazuje tzv. vyrovnanost obilí (pšenice). Tvrdé pšenice jsou zpravidla vyrovnanější a mají lepší technologické vlastnosti. [13]

Obsah příměsí se stanovuje ručně a je velmi závislý na správném vzorkování. Příměs rozeznáváme oddělitelnou a neoddělitelnou. Příměsi zhoršují značně barvu mlýnských produktů (např. obsah popele), resp. snižují výtěžnost. [13]

Obsah dusíkatých látek. Stoupající obsah pozitivně působí na vlastnosti těsta, objem pečiva. Naopak sklesajícím obsahem se snižuje tažnost lepku. Obsah dusíkatých látek je ovlivněn agrotechnikou, ročníkem a teplotními podmínkami prostředí. [18]

Sedimentační test. Je dalším kritériem pekařské jakosti, která vyjadřuje souhrnně množství i kvalitu pšeničných bílkovin a její podstatou je bobtnání bílkovin v kyselině mléčné. Je to geneticky založený znak, umožňující selektovat odrůdy se špatnými viskoelastickými vlastnostmi lepkové bílkoviny. [17]

3.1.2 Parametry jakosti pšeničné mouky

Číslo poklesu. Nebo také viskotest, pádové číslo charakterizuje enzymatickou aktivitu *alfa* – amylasy (hydrolytického enzymu štěpícího škrob, který se aktivuje na počátku klíčení zrna). Měří se viskozita zmazovatělé moučné suspenze. Číslo poklesu je silně ovlivněno průběhem počasí v době dozrávání zrna a sklizně, ale i odrůdou. Mouky s velmi nízkým číslem poklesu (100 s a méně), mají vysokou aktivitu *alfa*-amylasy a důsledkem je sklon vytvářet lepkavé a mazlavé těsto. Naproti tomu vysoké číslo poklesu

(350–400 s) mají mouky s nízkou aktivitou *alfa*-amylasy, důsledkem je sklon vytvářet suché těsto a výrobky s malým objemem. [17,19]

Vaznost mouky ovlivňuje výtěžnost a stabilitu těsta a je závislá na celkovém obsahu bílkovin a bobtnatosti mokrého lepku a souvisí také s tvrdostí zrna. [19] Tabulka číslo 6 uvádí bílkovinné složení pšenice.

Tabulka 6: Bílkoviny pšenice a žita a jejich složení. [20]

	Pšenice	Žito
Albumin	Leukosin 14,7 %	Leukosin 44,4 %
Globulin	Edestin 7,0 %	Edestin 10,2 %
Gliadin	Gliadin 32,6 %	Sekalin 20,9 %
Glutelin	Glutein 45,7 %	Sekalinin 24,5 %

3.1.3 Parametry hodnocení kvality pečiva

Objemová výtěžnost – měrný objem pečiva. Je stanovena Rapid Mix Testem (pekařský pokus), kterým se stanoví objem pečiva, jenž je považován za hlavní kritérium pekařské jakosti. Součástí je i komplexní hodnocení pečiva. To zahrnuje v bodovém hodnocení objemovou výtěžnost, dále vlastnosti těsta a pečiva, například pružnost, vzhled povrchu a lepivost těsta, hnědnutí pečiva, křehkost kůrky, stejnoměrnost pórů, pružnost střídy a chuť pečiva. [19]

4 NETRADIČNÍ OBILOVINY JAKO SUROVINY

Obiloviny mají pozitivní vliv na celkový zdravotní stav lidského organismu, významné přitom je, že cereální potraviny jsou dostupné pro každého. Pro převážnou část lidstva jsou právě obiloviny nejdůležitější základní potravinou. Jsou zdrojem sacharidů, vysokohodnotných bílkovin, vitaminů, minerálních látek i důležité a nenahraditelné vlákniny. Monitorování složení surovin, analýza faktorů a vztahů ovlivňujících a měnících toto složení je důležité pro jejich následné praktické využití v potravinářském průmyslu. [21]

4.1 Vliv na lidské zdraví

Ve snaze zabránit narůstajícímu trendu výskytu civilizačních chorob se stále větší pozornost věnuje tzv. funkčním potravinám. Funkční potraviny obsahují kromě základních živin některé další látky, které pozitivně ovlivňují specifické metabolické pochody živého organismu. [22]

Hauptvogel et al. 2005 [22] provedl studii nových zdrojů pro výrobu funkčních potravin (resp. mouky). Jako model byl použit potkan s genetickou dispozicí pro hypertenzi. Mouka z tritikale preventivně zamezila zvýšení krevního tlaku. Mouka z prosa redukovala zvýšený kreatin v moči. Mouka z tritikale, pohanky a ovsa snížila u potkanů hladinu glukózy. Účinek na metabolismus tuků byl charakterizován poklesem cholesterolu v játrech moukami z laskavce. Na základě těchto výsledků lze konstatovat, že v porovnání s bílou pšeničnou moukou, mají funkční mouky, především z laskavce a tritikale, tendenci zlepšovat patologický stav organismu, jako je hypertenze, zvýšená glykémie a hyperlipidémie. [22]

Další významnou oblastí pro využití netradičních obilovin je bezlepková dieta. Celiakie je onemocnění, které je způsobeno abnormální imunitní reakcí organismu na lepek. Jde o celoživotní onemocnění, kde jediným řešením je důsledné dodržování bezlepkové diety. Nevhodné jsou obiloviny jako je pšenice, žito, ječmen, tritikale a oves. V úvahu pro bezlepkovou dietu přicházejí hlavně kukuřice, prosa, rýže a pseudocereálie – pohanka, amarantus. Dodržování této diety není pro všechny pacienty snadné, je proto zapotřebí hledat nové rostlinné zdroje, které mohou obohatit skladbu a pestrost těchto speciálních potravin. Capouchová et al. 2007 [23] provedla imunologické hodnocení

obilovin, kde nejlepších výsledků dosáhl čirok. Bylo zjištěno, že využití čiroku v bezlepkové dietě je zcela bezpečné. Z dalších zkoušených cereálií se jako vyhovující ukázaly rovněž amarantus, quinoa, bér vlašský, ježatka obilní a rosička krvavá. [23]

Vláknina je další přidaná hodnota tzv. funkčních potravin. Bylo prokázáno, že vláknina snižuje hladinu LDL-cholesterolu v krvi i postprandiální glykémii u diabetiků, zpomaluje vyprázdnění žaludku a tím prodlužuje pocit nasycení. Významnou rozpustnou složkou vlákniny je beta-glukan, známý jako imunostimulátor. Havrlentová et al. 2005 [21] porovnávala u různých genotypů obilovin a pseudobilovin obsah vlákniny a beta-glukanu. Bylo prokázáno, že průměrný obsah vlákniny je nejvyšší u ovsa, potom následuje ječmen, tritordeum, pšenice, žito. Ze sledovaných pseudobilovin měla největší obsah vlákniny pohanka, následovalo proso a laskavec. Velmi vhodným zdrojem beta-glukanu je odrůda jarního ječmene Orbit. [21]

4.2 Výhody a nevýhody pro pekárenský průmysl

Přestože se netradiční obiloviny a pseudobiloviny vyznačují vysokou nutriční a dietetickou hodnotou na druhou stranu nemají optimální vlastnosti, které se očekávají od kvalitní pekárenské suroviny. Důvodem je to, že většinou obsahují málo lepku, případně málo kvalitní lepek, který je významným faktorem kvality pekárenské suroviny. Proto se hledá cesta jak tuto kvalitu zvýšit. Např. se vytváří nové odrůdy se zlepšenou pekárenskou kvalitou (do rostlin se vnáší genetická informace z pšenice), nebo se netradiční obiloviny v různých poměrech míchají s pšeničnou moukou, také se upravuje technologie zpracování (zkracuje se doba a intenzita míchání těsta) atd. [19]

Řada těchto obilovin se také vyznačuje speciálními vlastnostmi. Např. laskavec je perspektivní surovinou na získání lehce stravitelných bílkovin, výtažků oleje, škrobu, vlákniny a vitamínů. Na druhou stranu však mouka z laskavce způsobuje zvýšenou tvrdost pečiva a její přídavek dává výrobkům specifickou ořechovo-kávovou příchuť, což nemusí vyhovovat všem skupinám konzumentů. Obvykle se přidává 7 - 10 % amarantové mouky. Přídavek pohankové mouky zase zvyšuje obsah esenciálních aminokyselin ve výrobku. Zrno pšenice špaldy se využívá na výrobu přísad do těstovin, do mýslí a vánočního pečiva. [22]

4.2.1 Význam lepku a jeho substituce

Lepek má výjimečné, specifické strukturální vlastnosti, které se podílejí na technologické i spotřebitelské jakosti pekařských výrobků. Lepek dodává těstu elasticitu a hotovému výrobku očekávané texturální vlastnosti. Vytváří v těstě matici, jejíž struktura má schopnost zadržovat plyn, který se vytváří během kvasného procesu. Zadržuje vodu a dodává finálním pečeným výrobkům jejich jedinečnou texturu. Lepek obsahuje 75–86 % bílkovin na sušinu, zbytek je tvořen cukry a tuky, které jsou silnými vazbami poutány v bílkovinné matici. Bílkovinné frakce, gliadin a glutenin, které tvoří lepek, mají specifické funkce. Je-li lepek plně hydratován, stává se glutenin tuhou gumovitou hmotou, zatímco gliadin vytváří tekutou viskózní hmotu. Kombinací těchto dvou komponent získává lepková matrice a těsto výjimečné viskoelastické vlastnosti jako je tažnost, odpor, tolerance k hnětení a schopnost zadržovat plyn. [2]

Substituce lepku se může v pekařských výrobcích projevit různými pachutěmi a změnami aromatu, neodpovídající barvou nebo suchou, drobivou texturou. Aby se docílilo úspěšné náhrady lepku, musí se zohlednit jeho funkční působení v různých druzích pečiva a požadované charakteristiky finálního výrobku jako je objem výrobku, jeho textura, barva, obsah vlhkosti atd. U chleba a dalších fermentovaných výrobků, které jsou závislé na funkci lepku, je důležité použít ingredience, nebo kombinace ingrediencí, které simulují schopnost lepku vytvářet strukturu a zadržovat plyny a vlhkost. Je potřeba použít více než jednu ingredienci. Dosud neexistuje žádná substance, která by samostatně nahradila lepek. V závislosti na požadovaných charakteristikách finálního výrobku se musí sestavovat a zkoušet různé kombinace pšeničných alternativ a dalších ingrediencí. Chlebové těsto bez lepku může zadržovat plyn pouze v případě, že lepková struktura bude nahrazena jiným gelem. Nejlepšími ingrediencemi pro náhradu funkčních vlastností pšenice a dalších produktů obsahujících lepek jsou jiné zdroje bílkoviny jako vejce, mléko a sója v kombinaci se škrobem a moukami neobsahujícími lepek jako např. rýže, dále jakákoliv ingredience vytvářející strukturu/texturu, zrniny neobsahující lepek, a luštěniny jiné než sója. Mimoto je velmi důležitá i technická, resp. technologická stránka věci. Obecně jsou těsta bez lepku lepivá a jejich hnětení je obtížné a vyžadují speciální pracovní postup. Většina bezlepkových těst navíc vyžaduje vyšší vlhkost a více droždí než uvádějí běžné receptury. Rovněž se může lišit doba (fáze) přidávání různých ingrediencí a doba kynutí vzhledem k rozdílné rychlosti absorpce vody a charakteristik mazování pšeničných alternativ, které mění chování těsta. [2]

4.2.2 Vhodnost tritikale pro pekárenství

Přestože je tritikale kříženec pšenice a žita, není jeho mouka vhodnou surovinou pro výrobu chleba. Hlavním nedostatkem využití tritikale v pekárenství je jeho vysoká enzymatická, především amylolytická aktivita a nízký obsah nekvalitního lepku. Kromě toho je pro tritikale typický vyšší obsah popela, tmavší barva a nižší dosahovaná výtěžnost mouky. Srovnání průměrné hodnoty ukazatelů kvality zrna tritikale a žita ukazuje výrazně vyšším obsahem bílkovin tritikale 9,4 % oproti 7,4 % u žita a naopak nízkou úroveň čísla poklesu 118 s oproti 250 s u žita. To dokumentuje vysokou amylolytickou aktivitu a tím nízkou pekařskou jakost tritikale. Omezené použití tritikale je vázáno jen na odrůdy s nízkou enzymatickou aktivitou nebo na úpravy pekařské technologie (přidávky vitálního lepku). Šlechtění na zlepšení pekařské jakosti tritikale v posledních letech významně a do jisté míry úspěšně pomáhá genové inženýrství v USA, Argentíně, Číně, ale i jiných zemích. Také u nás byly provedeny práce k vyhodnocení využitelnosti tritikale pro pekárenský průmysl [19]

4.2.3 Vhodnost špaldy pro pekárenství

Kvalita lepku špaldy bývá z pekárenského hlediska horší než u pšenice seté. Dokládají to nižší hodnoty gluten indexu a Zelenyho sedimentačního testu. Špalda obtížněji splňuje požadavky, které jsou kladeny na pšenici pekárenskou. Lepek špaldy bývá slabší a zpravidla se vyznačuje vyšší tažností a nižší pružností. Špalda se také vyznačuje nižší stabilitou těsta, kratší dobou vývinu a vyšším poklesem konzistence. Vznikají tak těsta se slabší odolností mechanickému namáhání. Rovněž měrný objem pečiva bývá zpravidla ve srovnání s pšenici setou menší, pečivo je však vláčné a vlahé, neosychá a vydrží dlouho čerstvé. Chléb ze špaldové mouky má výraznou chlebovou vůni, udržuje si dlouho vláčnost a trvanlivost. [19]

4.2.4 Využití směsí obilovin a pseudobilovin

Hauptvogel et al. 2005 [22] provedl chlebopekárenské testy mlynářských produktů z různých obilovin. Byly analyzovány chemické a reologické ukazatele. Byly optimalizovány technologické a hmotnostní poměry mouky z různých obilovin a pseudobilovin. U upečených bochníků bylo provedeno senzorické hodnocení vzhledu,

tvaru, kůrky, vůně, chuti a střídky bochníků. Při celkovém posouzení byly nejuspěšnější kombinace pšenice letní s prosem setým (90:10), pšenice letní s laskavcem (90:10 a 80:20) a pšenice letní s pšenicí špaldou (90:10). Tyto kombinace vynikly především v obsahu bílkovin, obsahu mokrého lepku, čísle poklesu a vývinu těsta. Na základě těchto výsledků autoři doporučují zařazení pšenice špaldy, pšenice jednozrnové a dvouzrnové do chlebopekárenské praxe. [22]

Čirok a proso jsou bezlepkové suroviny vhodné pro pacienty trpící celiakií. Čirok je také významným zdrojem živin, jako jsou antioxidační fenolické látky a látky snižující cholesterol. Koláče, sušenky, těstoviny, a další potraviny byly úspěšně vyrobeny z čiroku i prosa. Aditiva jako jsou přírodní pre-gelatinizované škroby, hydrokoloidy, tuky, vejce a žitné pentosany zlepšují jeho pekařskou kvalitu. Nicméně, specifický objem je nižší, než u pšeničného pečiva. Je známo také užití čiroku v kynutých pekařských výrobcích jako suroviny pro kombinované použití s pšenicí. Na rozdíl od chleba vyrobeného ze směsi pšeničné a čirokové mouky, chléb pouze z čiroku je vhodný pro pacienty s celiakií. Bezpšeničná těsta vyžadují větší množství přidané vody než běžná pšeničná. Voda vytvoří tekutější konzistenci, naopak nedostatek přidané vody způsobí tuhost těsta a nedostatek elasticity, lámavost výrobku. Přidání čistého škrobu v přírodní či pre-gelatinizované formě k mouce z čiroku má také pozitivní efekt na pekařskou kvalitu výrobku. [24]

4.2.5 Genová selekce

Za účelem dosažení požadované kvality cereálních potravin je potřebné vybírat obilné suroviny vhodných vlastností. Ne každá obilovina je vhodná pro potravinářské respektive pekárenské zpracování. Je možné selektovat různé genotypy, které by byly zajímavé při šlechtění pro získání specifických vlastností pro zpracování v pekárenském průmyslu.

Pšenice setá má mezi obilovinami jedinečné postavení, jde o jediný druh, který lze uspokojivě využít pro výrobu kynutých cereálních výrobků. Je to surovina s vhodnými viskoelastickými vlastnostmi těsta, kde geny pro tyto vlastnosti se nacházejí především v genomu D. Byla provedena studie na odrůdách tritikale, které se kvalitativně liší od pšenice přítomností genomu R místo D. Oproti pšenici má tritikale řadu významných hospodářských vlastností. Produkce většího množství sušiny nadzemní biomasy, odolnost nepříznivým biotickým a abiotickým činitelům prostředí. Tyto výhody vedou k výzkumu

tritikale ve směru zlepšování jeho využitelnosti pro pekárenské účely, možnou cestou je zabudování některých genů z genomu D pšenice do genomu R. [25]

Burešová et al. 2005 [25] provedla hodnocení pekařské kvality zrna u tritikale. Pro analýzu byly použity tritikale odvozené od odrůdy Presto, s přenesenou částí chromosomu 1D do 1R. Přenesený segment pšeničného chromosomu obsahoval HMW gluteninové podjednotky Glu-D1 5+10, které přispívají ke zlepšení viskoelastických vlastností lepkové bílkoviny. Pro hodnocení kvality byly použity postupy pro pekárenskou pšenici. Základní parametry pekařské kvality byly přítomností translokací ovlivněny. Významné rozdíly byly zaznamenány v lepivosti těsta. Výsledky rozborů pšenice a tritikale navzájem vykazují největší rozdíl v čísle poklesu a objemu pečiva. Rozdíl v čísle poklesu je dán rozdílnou aktivitou *alfa*-amylasy, která je na rozdíl od HMW podjednotek, geneticky založena odlišně. Toto negativně ovlivňuje charakteristiky těsta (hlavně jeho objem). Podstatnějšího zlepšení pekařské kvality tritikale bude možné dosáhnout až kombinací genů pro viskoelastické vlastnosti a současně genů pro nízkou aktivitu *alfa*-amylasy. [25]

ZÁVĚR

Mezi jednotlivými botanickými rody a druhy obilovin se díky šlechtění a vlivem různých klimatických podmínek vytvořily odlišnosti. Postupně tak vznikla vhodnost různých obilovin pro různá zpracování. Některé si takto získali dominantní postavení ve využití pro pekárenské účely. [1]

Zájem o netradiční nebo alternativní plodiny vzrostl v posledních letech díky trendu hledání cest ke zdravé výživě a rozvoji ekologického zemědělství. [4] Netradiční obiloviny jako suroviny pro pekárenský průmysl přinášejí nejen řadu výhod, ale i nevýhod.

Bylo prokázáno, že netradiční obiloviny mají pozitivní vliv na lidské zdraví. V porovnání s bílou pšeničnou moukou mají mouky z laskavce a tritikale tendenci zlepšovat patologické stavy, jako je hypertenze, zvýšená glykémie a hyperlipidémie. [22] Další významnou oblastí pro využití těchto obilovin je bezlepková dieta, protože hledání nových surovin, které mohou obohatit skladbu této diety, je žádoucí vzhledem k jejímu celoživotnímu trvání. Bylo zjištěno, že využití čiroku v bezlepkové dietě je zcela bezpečné. Z dalších zkoušených cereálií se jako vyhovující ukázaly rovněž amarantus, quinoa, bér vlašský, ježatka obilná a rosička krvavá. [23] Dalším nutričním přínosem těchto surovin je vyšší obsah vlákniny (pohanka, proso a laskavec [21]), vitaminů, minerálních látek.

Pro pekárenskou kvalitu výrobku je rozhodující kvalita surovin. Mouka je nejdůležitější pekárenskou surovinou a v současnosti má rozhodující význam mouka pšeničná. [13] Pro využití v pekárenském průmyslu nemají netradiční obilniny optimální vlastnosti, které se očekávají od kvalitní pekárenské suroviny. Většinou obsahují málo lepku, případně málo kvalitní lepek, ten je důležitým faktorem kvality pekárenské suroviny. [19] Lepek dodává těstu elasticitu a hotovému výrobku očekávané texturální vlastnosti. Těsta bez lepku jsou lepivá a jejich hnětení je obtížné a vyžadují speciální technologický postup. Navíc bezlepková těsta vyžadují vyšší vlhkost a více droždí. Také se může lišit doba přidávání ingrediencí a doba kynutí. [2]

Pro zvýšení kvality těchto obilovin se vyvinulo několik směrů. Jedním z nich je genová selekce, kde se nové odrůdy se zlepšenou pekárenskou kvalitou hledají tak, že se do rostlin vnáší genetická informace z pšenice. Dalším přístupem je míchání mouky z netradičních obilovin v různých poměrech s pšeničnou moukou, také se upravuje technologie zpracování těst z těchto surovin.

U tritikale je hlavním nedostatkem jeho vysoká enzymatická, především amylolytická aktivita a nízký obsah nekvalitního lepku. Proto se samostatně nepoužívá pro výrobu kynutých výrobků. Stejně tak u špaldy je lepek z pekárenského hlediska horší než u pšenice seté. Přestože se špalda vyznačuje nižší stabilitou těsta, kratší dobou vývinu a vyšším poklesem konzistence, pečivo je vláčné, neosychá a vydrží dlouho čerstvé. [19]

Tritikale jako obilnina je přínosné pro svou vysokou výnosovou výkonnost v méně příznivých podmínkách. Také v porovnání s pšenicí setou má vyšší obsah bílkovin a příznivou skladbu aminokyselin. [3] Pšenice špalda se vyznačuje dobrou odolností pro pěstování v oblastech s podmínkami méně vhodnými pro pšenici. Ve srovnání s pšenicí setou se vyznačuje špalda vyšším obsahem bílkovin s příznivým aminokyselinovým složením, minerálních látek, tuku, vlákniny, vitamínu. [4]

Nenáročnost pro pěstování, nutriční hodnota, přínos pro lidské zdraví jsou důvody proč studovat cesty jak zvýšit pekárenské využití těchto obilovin. U tritikale se provádí selekce různých genotypů, které by byly zajímavé při šlechtění pro získání vlastností důležitých pro zpracování v pekárenském průmyslu. Burešová et al. 2005 [25] sledovali vliv přeneseného segmentu pšeničného chromosomu obsahující HMW gluteninové podjednotky Glu-D1 5+10, které přispívají ke zlepšení viskoelastických vlastností lepkové bílkoviny. Při srovnání kvality byly významné rozdíly pozorovány v lepivosti těsta. Nevýhodou je stále vysoká aktivita *alfa*-amylasy, která je na rozdíl od HMW podjednotek, geneticky založena odlišně. [25] Pšenice špalda byla zkoumána v rámci chlebopekárenských testů, Hauptvogel et al. 2005 [22]. Byly hledány vhodné technologické a hmotnostní poměry mouky z různých obilovin a pseudobilovin, kde nejúspěšnější kombinací byla pšenice letní s prosem setým (90:10), pšenice letní s laskavcem (90:10 a 80:20) a pšenice letní s pšenicí špaldou (90:10). [22]

Tato práce poukázala na rozdíly v pekárenské kvalitě netradičních obilovin a pseudobilovin v porovnání s pšenicí setou. Zároveň shrnuje výhody těchto obilovin vzhledem k nenáročnosti pěstování a významu pro lidské zdraví. Závěrem lze tedy konstatovat, že hledání způsobů a nových přístupů, jak uplatnit tyto obilniny v pekárenství, má smysl.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PŘÍHODA, J, et al. Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin. [s.l.] : Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003. Obilní suroviny cereální chemie, s. 11-25. ISBN 80-7080-530-7.
- [2] KOPÁČOVÁ, O. Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům. Ústav zemědělských a potravinářských informací: Praha, 2007. 54 s. ISBN 978-80-7271-184-0.
- [3] PELIKÁN, M., BUREŠOVÁ, I., KUČEROVÁ, J., PETR, J. Možnosti ovlivnění jakosti rostlinných produktů. Žito a tritikale. In PRUGAR, J., BARANYK, P., BÁRTA, J., BJELKOVÁ, M., BRADOVÁ, J. et al. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. Praha 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2,
- [4] PETR, J., CAPOUCHOVÁ, I., KALINOVÁ, J. Alternativní plodiny, pseudocereálie a produkty ekologického zemědělství. In PRUGAR, J., BARANYK, P., BÁRTA, J., BJELKOVÁ, M., BRADOVÁ, J. et al. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. Praha 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [5] MICHALOVÁ, A. Alternativní plodiny v ČR [online]. 2001 [cit. 2010-04-07]. Pšenice špalda. Dostupné z WWW: <<http://www.vurv.cz/altercrop/spalda.htm>>.
- [6] PECH, J. NAZV QF 4142 Vyšší využití nepotravinářské zemědělské produkce v průmyslu [online]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích: 2004-2005 [cit. 2010-04-05]. Doplnkové obilniny. Dostupné z WWW: <<http://www2.zf.jcu.cz/~moudry/database/index.php?n1=2&n2=1&n3=2&n4=0&poloha=1>>.
- [7] MICHALOVÁ, A. Ostatní druhy pšenice. Nový Venkov. 2002, 11/2002, s. 32-33.
- [8] Rickert Nature Preserve [online]. 2000 [cit. 2010-04-08]. Setaria Italica. Dostupné z WWW: <http://www.holoweb.com/nature/plants/Setaria_Italica.htm>.
- [9] BELTON, Peter S. Pseudocereals and less common cereals: Grain properties and utilization potencial. [s.l.] : Springer, 2002. Pseudocereals, s. 12-24. ISBN 35-4042-939-5.

- [10] JAROŠOVÁ, J, et al. Pěstování a využití amarantu. Ústav zemědělských a potravinářských informací: [s.n.], 1997. 37 s. ISBN 80-7271-042-7.
- [11] JIŘÍ, Jan. český kutil [online]. 14.2.2010 [cit. 2010-04-05]. Vůně čerstvého chleba. Dostupné z WWW: <<http://www.ceskykutil.cz/vune-cerstveho-chleba-1-dil>>.
- [12] PŘÍHODA, J., HUMPOLÍKOVÁ, P., NOVOTNÁ, D. Základy pekárenské technologie. Praha, Pekař a cukrář s.r.o, 2003. s. 27-38. ISBN 80-902922-1-6.
- [13] HRABĚ, J, BUŇKA, F, HOZA, I: Technologie výroby potravin rostlinného původu pro kombinované studium. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 189 s. ISBN 978-80-7318-520-6
- [14] MŮLLEROVÁ, M, SKOUPIL, J: Technologie pro 4. ročník SPŠ studijního oboru zpracování mouky. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1988.
- [15] FUSKOVÁ, J, SKOKOVÁ, M: Nauka o zboží – poživatiny. Praha, SPN, 1983, 295 s.
- [16] KUČEROVÁ, J: Technologie cereálií, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2004, 141 s. ISBN 978-80-7157-811-6
- [17] PELIKÁN, M. Pekařská jakost pšenice. Potravinářský zpravodaj. 2004, 9/2004, s. 30.
- [18] ČSN 46 1100-2. Obiloviny potravinářské - Část 2: Pšenice potravinářská. [s.l.] : [s.n.], květen 2001. 8 s.
- [19] PRUGAR, J., BARANYK, P., BÁRTA, J., BJELKOVÁ, M., BRADOVÁ, J. et al. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. Praha 2008, s. 79-108. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [20] VELÍŠEK, J. Chemie potravin. [s.l.] : OSSIS, 2002. 977 s. ISBN 8086659011.
- [21] HAVRELETOVÁ, M, et al Zdroje vlákniny a ich využitie v zlepšovaní funkčných vlastností vybraných surovín potravinárskeho priemyslu. In Kvalita, bezpečnosť a funkčnosť primárnych potravinových zdrojov. Piešťany: VÚRV : [s.n.], 2005. s. 25-27.
- [22] HAUPTVOGEL, P, et al Obilniny a pseudobilniny : Nové zdroje pre výrobu funkčných potravín (funkčné múky). In Kvalita, bezpečnosť a funkčnosť primárnych potravinových zdrojov. Piešťany: VÚRV : [s.n.], 2005. s. 27-30.

- [23] CAPOUCHOVÁ, I; PETR, J; KREJČÍŘOVÁ, L. Rozšíření spektra rostlinných produktů z ekologického zemědělství pro dietu při celiakii - Widening of spectra plant products from organic farming for gluten-free diet in coeliac disease. In . Sborník z konference "Ekologické zemědělství 2007". [s.l.] : [s.n.], 2007. s. 82-84.
- [24] R.N. TAYLOR, J, et al. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *Journal of Cereal Science*. 2006, 44, s. 252-271.
- [25] BUREŠOVÁ, I; MARTINEK, P. Pekařská kvalita tritikale s HMW podjednotkami Glu-D1 5+10. In *Nové poznatky z genetiky a šľachtenia poľnohospodárskych rastlín. Zborník z 12. odborného seminára*. Piešťany: VÚRV : [s.n.], 2005. s. 105-107.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- FAO Organizace pro výživu a zemědělství
- GM Geneticky modifikovaná
- ČZU Český zemědělský ústav
- HTS Hmotnost tisíce semen, součást mechanického rozboru, ukazatel kvality
- KVPT Československý kontinuální výrobek těst - pro pšeničná těsta
- KVT Československý kontinuální výrobek těst - pro žitná těsta
- HMW Molekulová hmotnost gluteninových podjednotek

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Pšenice setá. [2].....	12
Obrázek 2: Rýže setá. [2].....	12
Obrázek 3: Žito seté. [2]	13
Obrázek 4: Tritikale. [2]	14
Obrázek 5: Oves setý. [2]	15
Obrázek 6: Ječmen setý. [2].....	15
Obrázek 7: Kukuřice. [2]	16
Obrázek 8: Pšenice špalda. [5].....	17
Obrázek 9: Proso. [2].....	20
Obrázek 10: Setaria italica. [8].....	21
Obrázek 11: Čirok. [2]	22
Obrázek 12: Pohanka setá. [2]	23
Obrázek 13: Laskavec. [2].....	25
Obrázek 14: Merlík chilský. [2].....	27
Obrázek 15: Schéma přímého vedení těsta. [12]	31
Obrázek 16: Schéma nepřímého vedení těsta. [12]	31

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Složení sušiny zrna pšenice špaldy a pšenice seté v %. [4].....	18
Tabulka 2: Obsah minerálních látek v sušině zrna pšenice špaldy a pšenice seté. [4]	18
Tabulka 3: Rozdíly v zastoupení esenciálních aminokyselin špaldy a pšenice seté v g·na 100g ⁻¹ bílkovin. [4].....	19
Tabulka 4: Srovnání chemického složení semen amarantu s kukuřicí, rýží, pšenicí. [10]	26
Tabulka 5: Srovnání ukazatelů jakosti pro pekařské a pečivářské účely podle ČSN 461100-2. [10]	37
Tabulka 6: Bílkoviny pšenice a žita a jejich složení. [20]	39