

Nutriční hodnoty vybraných druhů obilovin v závislosti na jejich technologickém zpracování

Tomáš Dula

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš DULA**

Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**

Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Změny nutriční hodnoty obilovin při různém technologickém zpracování**

Zásady pro vypracování:

1. V práci bude kladen důraz na význam obilovin ve výživě člověka.
2. Charakterizace vybraných druhů obilovin a jejich technologického zpracování.
3. Na tomto základě posoudit změny nutričních hodnot.

prof. Ing. Stanislav Krásný, DrSc.



prof. Ing. Petr Štěpánek, DrSc.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] PETR, J., LOUDA, F.: *Produkce potravinářských surovin*, Praha: VŠCHT, 1.vyd., 1998, 213s. ISBN 80-7080-332-0.

[2] HRABĚ, J., ROP.O., HOZA, I.: *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, Zlín: UTB, 1. vyd., 2006, 178s. ISBN 80-7318-372-2

[3] KOPÁČOVÁ, O.: *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1. vyd., 2007, ISBN 978-80-7271-184-0

[4] MALEŘ, J.: *Zpracování obilovin*, Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR, 1994, ISBN 80-7105-073-3

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc.**
Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **22. listopadu 2007**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2008**

Ve Zlíně dne 12. května 2008


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá hospodářským významem obilovin a jejich postavením ve výživě člověka. Je kladen důraz hlavně na složení a vlastnosti obilí u vybraných druhů obilovin, zvláště u pšenice, ječmene a žita. Důležitou součástí této práce je charakteristika technologických procesů a jejich vliv na nutriční hodnoty obilovin.

Klíčová slova: obiloviny, obilka, nutriční hodnoty, ukazatelé jakosti, antinutriční látky, škrob, lepek

ABSTRACT

This bachelor's work deals with economic importance of cereals and its role in human nutrition. It is based on its structure and features of the selected kinds of cereals, especially of wheat, rye and barley. Very important part of this work is also characteristic of the technology processes and its influence on the nutrition values of the cereals.

Keywords: cereals, caryopsis, nutrition values, quality parameter, antinutrition substances, amyloid, gluten

Děkuji svému vedoucímu práce panu prof. Ing. Stanislavu Kráčmarovi, DrSc. za jeho odborné vedení, poskytnutí materiálů a užitečných rad, které mi pomohly ke zpracování mé bakalářské práce a dále za jeho čas věnovaný konzultacím.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně dne 28.5.2008

.....
Podpis

OBSAH

ÚVOD	7
I TEORETICKÁ ČÁST	8
1 OBILOVINY	9
1.1 HOSPODÁŘSKÝ VÝZNAM OBILOVIN	9
1.2 SLOŽENÍ A VLASTNOSTI OBILÍ.....	10
1.3 NUTRIČNÍ HODNOCENÍ OBILÍ A JEHO CHEMICKÉ SLOŽENÍ	12
1.3.1 Sacharidy.....	12
1.3.2 Proteiny	14
1.3.3 Lipidy	15
1.3.4 Vitamíny.....	15
1.3.5 Minerální látky	16
1.3.6 Fytochemikálie	17
1.3.7 Antinutriční látky	17
1.4 DĚLENÍ OBILOVIN.....	18
1.4.1 Dělení obilovin podle květenství	18
1.4.2 Dělení obilovin podle využití ve stravování	18
1.5 PŠENICE.....	19
1.5.1 Význam, postavení v zemědělství a využití.....	19
1.5.2 Přehled užitkových směrů pšenice	20
1.5.3 Mlynářská a pekařská jakost pšenice	21
1.6 JEČMEN	25
1.6.1 Význam, historie a charakteristika.....	25
1.6.2 Pěstitelské požadavky:	25
1.6.3 Přehled užitkových směrů ječmene.....	26
1.7 ŽITO	29
1.7.1 Význam a charakteristika.....	29
1.7.2 Postavení žita mezi obilovinami	29
1.7.3 Nutriční a technologická charakteristika žita.....	30
2 TECHNOLOGICKÉ PROCESY A JEJICH VÝZNAM NA NUTRIČNÍ HODNOTY	32
2.1 TECHNOLOGIE MLYNÁŘSTVÍ	32
2.2 ZMĚNY NUTRIČNÍCH HODNOT JEČMENE.....	34
2.3 ZMĚNY VYBRANÝCH VITAMINŮ NAKLÍČENÝCH ZRN PŠENICE OŠETŘENÝCH VYSOKÝM TLAKEM.....	35
2.3.1 Cíl a technologický postup.....	35
2.3.2 Výsledek vysokotlaké pasterace	37
ZÁVĚR	38
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	40
SEZNAM OBRÁZKŮ	41
SEZNAM TABULEK	42
SEZNAM PŘÍLOH	43

ÚVOD

Jedním z hlavních cílů snažení lidstva je získání a udržení dobrého zdraví. Dříve se jako zdraví definoval takový stav člověka, kdy netrpěl žádnou nemocí. Dnes tato definice v základě stále platí, ale zdravím se rozumí širší stav, který umožňuje člověku plnou tělesnou a duševní aktivitu, stav, který vede k pocitu blaha a spokojenosti. K jeho dosažení je zapotřebí nejen vyhovující lékařská péče, ale důležité je také nemocím předcházet, tzv. prevence. Mezi důležité faktory prevence patří správná výživa, přiměřená tělesná a duševní aktivita a optimální životní styl, v souladu s osobním přesvědčením a zvyklostmi.

Už více než 12 tisíc let jsou obiloviny a výrobky z nich nezbytnou složkou ve výživě lidstva. V dřívějších dobách bychom se mohli setkat například s ovesnou kaší, nějakými jednoduchými plackami nebo samozřejmě chlebem. V dnešní době už máme výběr rozsáhlejší a můžeme si vybrat obiloviny v nejrůznějších podobách. Podle statistik byly obiloviny hlavní složkou obživy národů, jejichž příslušníci se dožívají velmi vysokého věku.

V běžné stravě obyvatel Evropy chybí důležité složky, které jsou právě obsaženy v celozrnných výrobcích. Jsou totiž důležitým zdrojem živin a důležitých ochranných složek.

Potraviny z obilovin by měly tvořit složku každodenní stravy obyvatel celé Evropy. Jsou hlavními zdroji sacharidů, bílkovin a vlákniny, která se konzumuje spíše v podprůměrném množství.

Už řadu let je prokázáno, že obiloviny mají pozitivní vliv na zdraví člověk. Například při pravidelném a dostatečném příjmu vlákniny je sníženo riziko vzniku rakoviny tlustého střeva, ale každý z nás spíše určitě slyšel, že vláknina je dobrá prevence proti zácpě.

Spotřeba cereálních výrobků je spojováno s několika pozitivními účinky na zdraví a mají ochrannou roli proti některým významným chorobám.

Cílem mé bakalářské práce je vyjasnit význam obilovin ve výživě člověka, jejich nutričních hodnot a na základě těchto poznatků uvést změny nutričních hodnot při technologickém zpracování.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBILOVINY

Obiloviny, nebo cereálie provázejí lidskou společnost skoro odjakživa. Osévají se na více než 50 % orné půdy (v mírném pásmu), tj. největší část ze všech pěstovaných plodin. To je staví na první místo mezi plodinami svým významem pro existenci (výživu) lidské populace na Zemi [1].

Člověk mohl bez velké námahy sbírat jejich obilky ke své obživě. Na základě historických poznatků se předpokládá, že náznaky pěstování obilovin se datují 12. až 10. tisíciletí před naším letopočtem. Obiloviny si udržely v průběhu tisíciletí výlučné postavení základní potraviny. Teprve později v druhé polovině 20. století dochází k poklesu přímé spotřeby obilovin, kdy v některých vyspělých zemích bylo obilovinami pokryto pouze 20 až 30 % denní energetické potřeby [3].

1.1 Hospodářský význam obilovin

Historicky vzniklé široké použití obilovin (produktů obilnin) k lidské výživě zabezpečuje dnes rozhodující část příjmu energie z potravin a mnohdy i nemalý podíl na celkovém příjmu bílkovin. Zejména v rozvojových zemích je denní energetická potřeba kryta z 60 % obilovinami (v některých zemích i 80 %). Rovněž příjem bílkovin je v těchto částech světa kryt převážně z obilovin. Ve vyspělých zemích je tento energetický podíl menší (20 – 40 %), protože je tam větší spotřeba cukru, masa a tuků a též spotřeba bílkovin je kryta ze 17- 39 %. Tyto poměry se změnily v našich tržních podmínkách, kdy při vysokých cenách živočišných produktů stoupá spotřeba potravin cereálních, které jsou relativně levnější [1]. Nepřímé využití obilnin k lidské výživě představuje krmné obilí. V rozvinutých zemích činí tato spotřeba obilnin ke krmným účelům rozhodující podíl z produkce. Obdobně je tomu i u nás. V rozvojových zemích je podíl malý [1].

Z výživového hlediska jsou obiloviny především sacharidovou potravinou, která obsahuje hlavně škroby (60-70 %) a vlákninu. Jsou však také neméně důležitým zdrojem bílkovin (8-13 %), tuků (1-5 %), vitaminů skupiny B a minerálních a dalších biologicky aktivních látek [4].

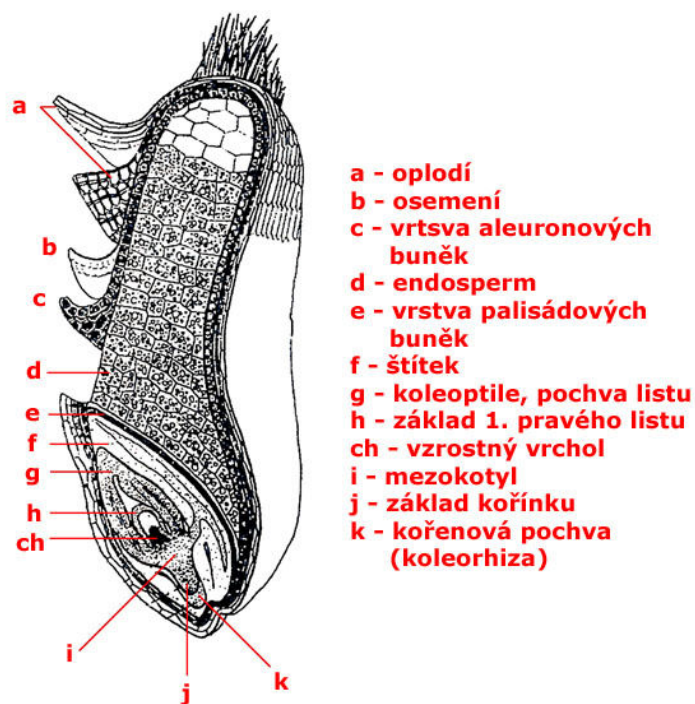
V našich podmínkách jsou nejznámější pšenice, žito, ječmen a oves, ve světovém měřítku je velmi významná rýže a kukuřice. Ostatní druhy obilovin, např. proso, čirok, bér vlašský nebo tritikale jsou velmi málo rozšířené.

K obilovinám se přiřazují tzv. pseudocereálie (rostliny jiných čeledí než *Poaceae* – trávy) např. pohanka, amaranth, kinoa aj., které mají shodné hospodářské využití a obdobné chemické složení [2].

1.2 Složení a vlastnosti obilí

Plodem obilnin je obilka (caryopsis), což je suchý jednosemenný plod. Pouze u pohanky je plodem nažka. Obilka má tři hlavní součásti: obalové vrstvy (ektosperm), endosperm (bílek) a klíček (zárodek, embryo). Podle toho, zda na povrchu obilky jsou či nejsou po výmlatu zachovány kvítkové orgány – plucha a pluška, rozlišujeme obilky pluchaté (obilka je uzavřena pluchou a pluškou) nebo nahé (povrch obilky tvoří oplodí). Nahé obilky má pšenice, žito, tritikale, kukuřice, nahý oves a nahý ječmen. Pluchaté obilky má obvykle ječmen, oves, rýže, proso a některé čiroky [1,5].

Obrázek 1: Anatomie obilky [2].



Hmotnostní podíl jednotlivých částí zrna je rozdílný u jednotlivých obilovin a je proměnlivý vlivem vnitřních a zejména vnějších faktorů, jako je odrůda, půdní a klimatické podmínky, agrotechnika aj. [3].

Obaly chrání obilku a v ní uložené orgány. Zaujímají přibližně 8-10 % hmotnosti obilky, u kukuřice 15-18 %. Jsou tvořena několika vrstvami buněk, které chrání endosperm a klíček před vysycháním a mechanickým poškozením. Obalové vrstvy se skládají z oplodí a

osemení. Oplodí (perikarp) tvoří pokožka (epidermis), buňky podélné (epicarp), buňky příčné (mesocarp) a buňky hadicové (endocarp). Osemení (perisperm) je tvořeno vrstvou barevnou a hyalinní (skelnou) [3,5].

Nejvrchnější vrstvy zrna (oplodí), které jsou tvořeny nerozpustnými a obtížně bobtnajícími materiály, především celulórou, jsou určeny k ochraně zrna před mechanickým poškozením a krátkodobými účinky vody a škodlivých látek. V následujících podpovrchových vrstvách (osemení) jsou barviva určující vnější barevný vzhled zrna. Další vrstvy obsahují polysacharidické látky, schopné v různém stupni bobtnání a vázání vody, čímž do jisté míry přispívají k udržování rovnováhy vlhkosti zrna. Dohromady tvoří všechny dílčí vrstvy pevnou vrstvu, která při mletí zrna přechází do otrub [10].

Podstatnou část obilky zaujímá endosperm (přibližně 85 % hmotnosti obilky). Jsou v něm uloženy rezervní látky, a to škrobová zrna v moučném jádře a bílkoviny v aleuronové vrstvě umístěné po obvodu endospermu. Od obalových vrstev je endosperm oddělen vrstvou aleuronových buněk, obsahující vysoký podíl bílkovin, který je téměř třikrát vyšší než v endospermu. Aleuronové buňky mají rovněž nejvyšší obsah minerálních látek, a proto se při vymílání aleuronové vrstvy výrazně zvyšuje obsah minerálních látek (popela) v mouce, dále obsahují tuky a vitamíny [3,5,10].

Klíček (embryo) zaujímá 1,5 až 4 % hmotnosti (u kukuřice okolo 10 %). Je uložen na bázi hřbetní strany obilky. Obsahuje mnoho živin, protože slouží jako zárodek nové rostliny. Mimo jednoduchých cukrů obsahuje klíček bílkoviny, aminokyseliny, vitamíny rozpustné ve vodě (hlavně vitamín B₁) a značné množství vitamínu E. V klíčku je obsažen rovněž tuk. Proto jsou klíčky před mletím z obilky odstraňovány tak, aby v získané mouce nebyl tuk hydrolyzován a nevznikla žluklá chuť [3,5].

Tabulka 1: Chemické složení jednotlivých částí zrna v % [1].

<i>Složka</i>	<i>Endosperm</i>	<i>Aleuronová vrstva</i>	<i>Obalové vrstvy</i>	<i>Klíček</i>
Voda	13,4	11,8	11,1	
Vláknina	0,3	48,8	76,6	
N-látky	10,2	25,0	9,4	do 40,0
Popeloviny	0,5	5,3	2,9	5,6
Tuky	0,9	9,1		12,3
Škrob	74,7			23,0

1.3 Nutriční hodnocení obilí a jeho chemické složení

Obiloviny dodávají lidstvu téměř polovinu energetické hodnoty v potravě a zhruba polovinu konzumovaných bílkovin. Odhaduje se, že u průměrného střeoevropského obyvatele pokrývají obiloviny potřebu hlavních výživových složek následovně: energetická spotřeba 40 %, sacharidy 55 %, bílkoviny až 40 %, tuky 10 %, železo až 25 %, vápník až 15 %, vitamin B₁ 30 %, B₂ 15 %, fosfor 25 % aj. Mimoto obsahují řadu fytochemikálií, které mohou při konzumaci stravy na bázi obilovin vykazovat příznivé zdravotní účinky. Obsahují ale i některé antinutriční látky [14].

Tabulka 2: Chemické složení zrna obilnin v % při 15 % vlhkosti [1].

<i>Druh</i>	<i>Minerální látky</i>	<i>Bílkoviny</i>	<i>Tuky</i>	<i>Sacharidy</i>	<i>Vláknina</i>
Žito	1,7	9,0	1,7	70,7	1,9
Pšenice obecná	1,7	12,0	1,9	68,5	1,9
Pšenice tvrdá	1,7	13,2	2,4	65,0	2,5
Pšenice špalda bez pluch	1,8	13,5	1,6	67,0	1,5
Ječmen s pluchami	2,5	9,5	2,1	67,0	4,0
Ječmen bez pluch	1,3	7,5	1,2	73,6	1,4
Oves s pluchami	3,2	10,3	4,8	56,4	10,3
Oves bez pluch	2,3	13,0	7,0	71,6	1,4
Oves nahý	2,7	16,8		70,5	3,3
Kukuřice	1,5	11,0	4,4	67,2	2,2
Proso neloupané	3,8	10,6	3,7	58,6	8,1
Proso loupané	1,7	11,5	3,9	68,1	2,3
Pohanka loupaná	1,7	8,9	1,6	71,3	1,5
Rýže loupaná	0,8	7,4	0,4	75,6	0,8

1.3.1 Sacharidy

Z výživového hlediska jsou obiloviny především sacharidovou potravinou, tj. potravinou obsahující hlavně škroby, které slouží jako zdroj energie. Monosacharidy a také di-, tri- a vyšší oligosacharidy vznikající degradací škrobu jsou v obilovinách v nízkých koncentracích. Pšeničná mouka obsahuje 100-900 mg.kg⁻¹ glukosy a 200-800 mg.kg⁻¹ fruktosy, maltosy bývá 500-1000 mg.kg⁻¹, sacharosy 1000-4000 mg.kg⁻¹, rafinosy 500-1700 mg.kg⁻¹, dalších oligosacharidů 0,4-1,6 % [6,7].

Kromě škrobu obsahuje zrna další polysacharidy, hemicelulózy, které jsou uloženy převážně v podobalových vrstvách a tvoří nestravitelnou vlákninu potravy. Jejich hlavní složkou jsou pentosany heterogenního složení, s převahou arabinózy a xylózy. Rozpustná část hemicelulóz má značnou aktivitu vázání vody a je schopna tvořit vysoce viskózní roztoky. Pentosany hrají významnou roli při tvorbě žitného těsta [10].

Z chemického hlediska patří mezi polysacharidy i celulóza, která je přítomna ve formě vláken, jež jsou základem vlákniny. Celulóza je součástí obalových vrstev. V celozrnných moukách (resp. pekařských výrobcích) vykazuje celulóza příznivé účinky na fyziologii trávení a její konzumace zlepšuje nepřilíš dobrou bilanci spotřeby vlákniny populace. Význam nestravitelných tzv. balastních látek v poslední době vzrůstá. Kromě pentosanů a β -glukanů obsažených v cereáliích se k těmto látkám řadí rovněž pektiny. Pentosany (slizy) jsou ve značné míře obsaženy především v žitné mouce a vyznačují se schopností vytvářet vysoce viskózní koloidní roztoky. β -glukany jsou rozpustné polysacharidy obsažené ve větší míře v ječmeni a ovsu. Vytvářejí rovněž vysoko viskózní gely a stejně jako žitné pentosany vykazují příznivé fyziologické účinky [10].

V obilce je škrob nejdůležitější zásobní látkou, jeho obsah kolísá od 50 do 80 % v sušině. Je obsažen v parenchymatických buňkách endospermu. Škrobové granule se u jednotlivých druhů cereálií liší velikostí (např. u rýže ca 5 μ m, u pšenice mezi 25-40 μ m) a tvarem. Ve vodě je nerozpustný, pouze bobtná. Skládá se ze dvou složek, z amylosy s nerozvětveným řetězcem (vazba 1-4 D alfa) a amylopektinu s rozvětvenou strukturou (vazby 1-4 a 1-6). Poměr amylosy a amylopektinu škrobových zrn se různí v závislosti na druhu obiloviny a její odrůdě. Hydrolýza škrobu je důležitý proces probíhající vlivem enzymů, tyto enzymy jsou nazývány triviálně amylosy nebo diastasy. U běžných odrůd bývá 25-27 % škrobu ve formě amylosy, u voskových variet (rýže, kukuřice) je většina škrobu ve formě amylopektinu. Tato část škrobu z cereálních výrobků ale není v tenkém střevu štěpena a absorbována. Označuje se jako rezistentní škrob a působí podobným způsobem jako vláknina [3,10].

1.3.2 Proteiny

Základními bílkovinami všech obilovin jsou albuminy, globuliny, gliadiny a gluteliny. Obsah proteinů vnějších částí obilného zrna je výrazně vyšší než u vnitřních částí. Proto obsah proteinů v mouce značně závisí na stupni jejího vymletí a samozřejmě také na druhu, odrůdě rostliny a dalších faktorech. Tmavé celozrnné mouky mají vyšší obsah proteinů než bílé. Molekuly proteinů jsou tvořeny různě dlouhými řetězci aminokyselin spojených peptidovou vazbou. Hlavními zásobními proteiny pšenice jsou gliadiny a gluteniny, v rýži je to glutelin (oryzein), v kukuřici prolamin (zein), v ječmeni hordeiny. Cereálie jsou zdrojem řady aminokyselin, některé jsou ale zastoupeny v relativně malém množství. Aminokyseliny, které si lidský organismus nedokáže syntetizovat, a které je tudíž nutno dodávat stravou, se nazývají esenciální. Kvalita proteinů v potravě se posuzuje podle podílu esenciálních aminokyselin. Čím je podíl esenciálních aminokyselin k neesenciálním vyšší, tím je bílkovina kvalitnější. Esenciální aminokyselina dodávaná potravou v nejmenším množství ve vztahu k potřebě se nazývá limitující. Pro cereálie je limitující aminokyselinou lyzin, s výjimkou žita, kde je hlavní limitující aminokyselinou tryptofan. Příznivější složení aminokyselin má rýže, žito, ječmen, oves a kultivary s vysokým obsahem lyzinu (př. kukuřice, čirok a ječmen). Přesto jsou cereálie v naší stravě významným zdrojem bílkovin. V pšeničné mouce převažují zejména jednoduché bílkoviny (albuminy, globuliny, prolaminy a gluteliny), v klíčku jsou obsaženy především bílkoviny složené (fosfoproteiny, nukleoproteiny, chromoproteiny a glykoproteiny). Z technologického hlediska je v pšeničné mouce významný lepek (obsahující zhruba 90 % proteinů), jehož množství a kvalita do značné míry předurčuje vlastnosti těsta. Podle obsahu bílkoviny zvané lepek lze obiloviny rozdělit. V našich zeměpisných šířkách lze zařadit mezi obiloviny obsahující lepek především pšenici, žito, ječmen a oves. Lepek je složen z několika bílkovin, z nichž jsou nejvíce množstevně zastoupeny gliadin a glutenin. Typické viskoelastické vlastnosti propůjčují lepku gluteniny, jejichž molekuly jsou schopné tvořit třírozměrnou síť, na jejímž vzniku se uplatňují různé druhy vazeb mezi gluteninovými molekulami. Vzájemný poměr těchto bílkovin pak určuje pečivové vlastnosti lepku. Proteiny lepku vyvolávají u některých jedinců onemocnění zvané celiakie. U pšenice nebo žita se tato bílkovina nazývá gliadin, u ječmene hordein a u ovsa avenin. K obilovinám lepek neobsahující u nás patří kukuřice, rýže, proso, pohanka a amarant [6,7,10].

Tabulka 3: Proteiny obilovin a jejich složení v % [7].

Obilovina	Albumin	Globulin	Gliadin	Glutelin
pšenice	leukosin 14,7	edestin 7,0	gliadin 32,6	glutenin 45,7
žito	44,4	10,2	sekalin 20,9	sekalinin 24,5
ječmen	12,1	8,4	hordein 25,0	hordein 54,5
oves	20,2	avenalin 11,9	gliadin 14,0	avenin 53,9
rýže	10,8	9,7	oryzin 2,2	oryzenin 77,3
kukuřice	4,0	2,8	zein 47,9	uranin 45,3

1.3.3 Lipidy

Lipidy jsou u cereálií zastoupeny v poměrně malém množství, které se pohybuje v mezích (počítáno na sušinu) od 1 do 3 % u ječmene, rýže, žita či pšenice, do 5–9 % u kukuřice, resp. 5–10 % u ovsu. Nejvíce lipidů je obsaženo v klíčku. Hmotnostní podíl klíčku z celého zrna je asi 2,5 %, podíl lipidů v něm obsažených je ale zhruba 64 %, zatímco v endospermu, který tvoří více než 80 % zrna je přibližně 3,3 % lipidů. Z mastných kyselin jednoznačně převládá kyselina linolová, významný je ale i podíl dalších nenasycených kyselin, které většinou tvoří více než 75 % všech mastných kyselin. Toto složení předurčuje značnou nutriční hodnotu obilných lipidů, na druhé straně ale je rovněž příčinou nestability mastných kyselin po hydrolýze tuků lipázami při delším skladování mouk [10].

1.3.4 Vitamíny

Vitamíny jsou v obilovinách soustředěny především v klíčku a aleuronové vrstvě. Obiloviny jsou považovány za jeden z hlavních zdrojů thiaminu neboli vitamínu B₁, kde se vyskytuje nejčastěji jako volný thiamin. Bílé mouky obsahují podle stupně vymletí až asi desetkrát méně thiaminu než celozrnné mouky. Jeho obsah se snižuje při pečení termickým rozkladem, ale rovněž tak při skladování při vyšší vlhkosti. Vitamin B₂ (riboflavin) se nachází rovněž především v klíčku a řadíme jej k flavinům tj. žlutým dusíkatým barvivům. Kromě riboflavinu, FMN a FAD se ve vyšších rostlinách i mikroorganismech vyskytuje velký počet dalších derivátů riboflavinu. V ovsu byl kupříkladu nalezen ester s malonovou kyselinou. Ztráty riboflavinu při technologickém zpracování a při skladování jsou menší než u thiaminu. Obiloviny mají na první pohled často značný obsah niacinu (vitamin PP), zejména pšenice a ječmen. Na jeho obsahu má ale značný vliv mletí a loupání, neboť niacin je z velké části uložen v klíčku a v otrubách. Kyselina pantothenová (vitamin B₅) je

obsažena v pšenici, zejména sklovité. Retence vitamínu v chlebu je poměrně vysoká (až 90 %). Vitamin B6 (pyridoxin) se potravinách rostlinného původu vyskytuje hlavně jako pyridoxol a pyridoxal. V obilovinách je hlavní formou volný pyridoxol a pyridoxol vázaný na D-glukosu. Ztráty při technologickém zpracování bývají poměrně malé. Obsah vitamínu C prudce vzrůstá pouze ve vyklíčeném obilí, ve zralém obilí se kyselina L-askorbová nevyskytuje. V malém množství je obsažen vitamin A ve formě svého provitaminu β -karotenu v klíčcích. Vitamin E – tokoferoly jsou obsaženy především v klíčku, v endospermu se prakticky nevyskytují [3,8].

Tabulka 4: Obsah vitamínů v mg % [1].

Vitamin	Pšenice	Žito
Thiamin – B ₁	0,2-1,1	0,3-0,8
Riboflavin – B ₂	0,02-0,2	0,1-0,8
Kyselina nikotinová – PP	3,0-7,2	0,4-1,7
Kyselina pantotenová	0,8-1,7	0,7-1,0
Pyridoxin – B ₆	0,3-0,6	0,2-0,3
Tokoferol – E	1,0-7,5	2,2-10,0
b-karoten – provit. A	0,01-0,3	0,3
Biotin – H	0,05-11,0	5,0
Kyselina listová	0,04-0,9	0,04

1.3.5 Minerální látky

Obsah minerálních látek není konstantní, do značné míry je ovlivněn obsahem minerálií v půdě a formou hnojení. Obecně obiloviny obsahují jen malé množství minerálií. V žitě a v pšenici je průměrně 1,80 % minerálních látek. Největší podíl minerálních látek je lokalizován v osemeni a v aleuronové vrstvě. Oxid fosforečný tvoří polovinu celkového obsahu minerálií ve formě fytinu. Dále jsou přítomny ve větším množství draslík, hořčík, síra a vápník. Jelikož se mouky připravují podle obsahu popela, jsou minerální látky technologicky významné [9].

Tabulka 5: Obsah minerálních látek v mg % [1].

Minerální látky	Pšenice	Žito
Draslík	349-502	453-530
Fosfor	300-414	307-385
Síra	180-185	170-180
Hořčík	110-173	95-140
Vápník	36-114	38-152
Sodík	2-100	1-40

1.3.6 Fytochemikálie

Cereálie obsahují řadu látek, které mohou vykazovat příznivé účinky na zdraví. Jsou označovány jako fytochemikálie nebo rostlinné bioaktivní látky. Flavonoidy jsou sice v cereáliích zastoupeny v relativně malých množstvích, jsou zde ale přítomny jiné antioxidanty, včetně menšího množství tokotrienolů, tokoferolů a karotenoidů. V některých celozrnných snídaňových cereáliích bylo dokonce zjištěno téměř stejné množství antioxidantů jako v ovoci a zelenině. V cereáliích byly rovněž identifikovány fytoestrogeny typu lignanů, které jsou zde sice obsaženy v malém množství, ale vzhledem ke značným objemům denně konzumovaných cereálních výrobků mohou být z hlediska zdraví značně zajímavé [10].

1.3.7 Antinutriční látky

Antinutriční látky jsou složky potravy, které mohou mít na výživu organismu negativní vliv tím, že zhoršují využitelnost živin nebo je rozkládají či jinak mění. Cereálie obsahují relativně značné množství fytátu. Kukuřice obsahuje (v sušině) 0,89 % fytátu, měkká pšenice 1,13 %, hnědá rýže 0,89 %, ječmen 0,99 % a oves 0,77 % fytátu. Ve většině obilovin se fytát koncentruje v aleuronové vrstvě, v menší míře i v klíčku. To znamená, že v průběhu mlýnského zpracování se hladina fytátu snižuje, a kupříkladu v bílé mouce je jeho obsah prakticky nulový. Fytáty mohou vázat některé minerálie (např. železo, vápník a zinek) a snižovat tak jejich absorpci v organismu. Míra ovlivnění nutriční hodnoty v důsledku těchto reakcí závisí na řadě faktorů, včetně množství hydrolyzovaného fytátu během zpracování, množství fytáfu degradovaného v zažívacím traktu, koncentraci fytátu

a minerálních látek v potravíně, způsobu stravování a celkového nutričního stavu jedince. Z prosa a žita byly izolovány trypsinové inhibitory, které mohou mít negativní dopady na stravitelnost bílkovin. Žito obsahuje i další antinutrienty, které nepříznivě ovlivňují výživu zvířat, v humánní výživě se ale neuplatňují, protože se v průběhu zpracování odstraní nebo se rozloží při pečení [10].

1.4 Dělení obilovin

1.4.1 Dělení obilovin podle květenství

- klas (pšenice, žito, ječmen)
- lata (oves, proso, čirok, rýže)
- palice (kukuřice)

1.4.2 Dělení obilovin podle využití ve stravování

- pšenice: nejdůležitější pěstovaná obilovina u nás, obsahuje neplnohodnotné bílkoviny ve formě lepku; zpracovává se na krupici (hrubou, jemnou, dehydrovanou) dále na mouku (hrubou, polohrubou, hladkou a 00 extra a pšeničný slad); pěstuje se pšenice měkká a tvrdá (v teplejších oblastech)
- žito: tvar zrna je protáhlejší, na jednom konci zúžený; je důležitou surovinou při výrobě chlebové mouky, dále se zpracovává na kávoviny, pálenky
- ječmen: u nás se pěstuje sladovnický (na výrobu sladu) a průmyslový (na výrobu krup, krupek, ječné mouky, pálenky)
- oves: zpracovává se na ovesné vločky a ovesnou rýži; obsahuje až 7 % tuku
- pohanka: má velmi dobrou výživovou hodnotu; používá se jako příloha, mele se na mouku a krupici; používá se na přípravu kaší
- rýže: u nás se nepěstuje, pěstuje se v tropických a subtropických oblastech; na trhu je rýže loupaná, neloupaná, předvařená, parboiled, pufovaná, jasmínová rýže, basmati rýže; dále se rýže zpracovává na škrob, mouku, rýžové víno a pálenku
- proso: odstraněním nestravitelných plev se získávají žluté jáhly; jáhly obsahují více tuku, používají se jako zavářka do polévek, na kaši, moučníky; dále se používá jako krmivo pro exotické ptactvo

- kukuřice: má obilky různého tvaru, velikosti a zbarvení; používá se na škrob, mouku, krupici, kukuřičné vločky cornflakes, pukaná kukuřice popcorn
- čirok: pěstuje se hlavně v Africe, Indii, Číně; používá se na mouku, je podobný prosu
- amarant: vhodný na bezlepkovou dietu, drobná semena se melou na mouku

1.5 Pšenice

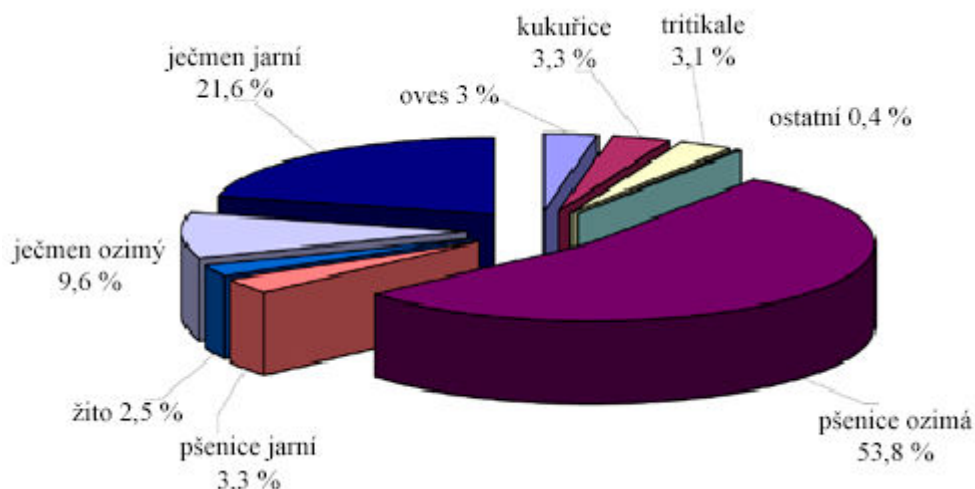
1.5.1 Význam, postavení v zemědělství a využití

Pšenice je dominantní obilovinou v řadě zemí světa včetně ČR, je spolu s rýží hlavní plodinou zabezpečující výživu převážné části lidstva. Je také jednou z nejstarších rostlin využívaných člověkem. Rod pšenice je velmi rozmanitý a její druhy se tvořily rostoucím počtem chromozomů (ploeditou) $2n=14-28-42$. Proces zkulturnění se uskutečňoval změnou řady znaků a vlastností: zvětšováním obilky (až 20x), zvětšením listové plochy, zpomaleným stárnutím listů v horní části rostliny, prodloužením období plnění obilek a hlavně změnou distribuce a asimilátů ve prospěch hospodářsky významných orgánů (obilek) a zkrácením výšky stébla. Z mnoha druhů pšenice jsou nejvíce pěstovány: pšenice obecná (*Triticum aestivum* L.) a pšenice tvrdá (*Triticum durum* Desf.), velmi málo se již pěstuje pšenice naduřelá (*Triticum turgidum* L.), pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) [1].

Produkčně jsou využívány převážně dva druhy – *Triticum aestivum* (pšenice obecná, měkká, s vyšším obsahem škrobu) a *Triticum durum* (pšenice durum, tvrdá, sklovitá, s vyšším obsahem lepku) [12].

Pšenice setá má ozimou i jarní formu. V ČR se více pěstuje forma ozimá (cca 94 % ploch). Podíl pšenice na produkci všech obilovin má dlouhodobě vzrůstající tendenci. V roce 2001 se pšenice (jarní i ozimá) podílela na celkové produkci obilovin již 57 %. Vzhledem ke značnému počtu druhů a odrůd a jejich adaptabilitě se může pšenice pěstovat téměř po celém světě [10].

Obrázek 2: Podíl pšenice na celkové produkci obilovin v ČR v roce 2001[10].



Světová plocha pšenice je ze všech obilnin největší a činí přes 230 mil. ha s výnosem od 2,3 do 2,6 t.ha⁻¹ s produkcí 550 mil. tun, což je 1/3 celkové světové produkce obilí. Podobnou úroveň produkce má i kukuřice. Na světové produkci pšenice se podílí USA 11 %, země EU asi 15 %, země bývalého SSSR asi 16 %, Čína 17 % a Indie 9 %. Produkce rýže je 355 mil. tun, což je asi 20 % z celkové světové produkce obilí. Polovinu obilní sklizně představuje krmné obilí [1].

V ČR se produkce pšenice pohybuje okolo 3,7 – 3,8 mil. tun, z toho k potravinářským účelům 1,2 – 1,25 mil. tun, zbytek – kromě malého množství (2 %), které je určeno k průmyslovému zpracování – se zkrmuje, nebo menší množství exportuje [1].

1.5.2 Přehled užitkových směrů pšenice

- Potravinářská pšenice – jsou to odrůdy pšenice seté (*Triticum aestivum L.*), ve formě ozimé a jarní používané k mlýnsko-pekárenskému zpracování, třídí se podle jakosti na odrůdy do pěti skupin. Podle využití se dělí na pšenici pekárenskou a pečivářskou.
- Těstářská pšenice – k výrobě těstovin (makaronů, špaget, kolínek, nudlí a dalších těstovin) se používají převážně odrůdy pšenice tvrdé (*Triticum durum L.*), mleté na tzv. semolinu a vybrané odrůdy pšenice seté (*Triticum aestivum*) s vysokou sklovitostí, tvrdostí, mleté na hrubé mouky.
- Krmná pšenice – odrůdy nepotravinářské pšenice, případně některé odrůdy z pšenice seté, s menším podílem nerozpustných lepkových frakcí (prolaminu,

gluteninu) a větším podílem rozpustných frakcí albuminu a globulinu, s vysokým bílkovinným produkčním indexem (P.E.R.).

- Průmyslová pšenice – odrůdy pšenice využívané k výrobě škrobu, etanolu a k energetickým účelům (jde o speciální odrůdy s vysokou výtěžností škrobu, požadované jakosti, případně kombinované produkce škrobu a lepku), odrůdy s vyšší enzymatickou aktivitou, poskytující vysokou výtěžnost etanolu.

Získání dostatku kvalitní potravinářské pšenice by nemělo být v České republice problémem, protože máme dostatečný rozsah vhodných oblastí pro její pěstování. K tomu přispívá i okolnost, že se v ČR pěstují navíc než 80 % ploch odrůdy potravinářské [1,5].

1.5.3 Mlynářská a pekařská jakost pšenice

Pod pekařskou jakostí pšeničného zrna, či jeho mouky se rozumí schopnost poskytnout pečivo s požadovanou jakostí. Jakostní pečivo se má vyznačovat zejména maximálním objemem, kyprou, pružnou a jemně pórovitou střídkou, vybavenou dostatečně tlustou kůrkou a příjemnou chutí a vůní [15].

Na jakosti potravinářské pšenice se podílí pěstovaná odrůda a pěstitelské podmínky. Procentický podíl odrůdy a podmínek pěstování na obsah bílkovin, mokrého lepku a jakosti lepku jsou uvedeny v tabulce. Přitom lepek je soubor bílkovin obilního zrna, které po navlhčení nabobtnají a vytvoří souvislou lepkovou mřížku.

Tabulka 6: Podíl odrůdy a pěstitelských podmínek na jakostní pšenice v % [1].

	Obsah bílkovin	Mokrý lepek	Jakost lepku
Odrůda	22,0	28,8	68,3
Pěstitelské podmínky	78,0	76,2	31,7

Soubor bílkovin obilného zrna je tvořen několika frakcemi. Ty dělíme podle rozpustnosti, nebo-li podle funkčního významu, na zásobní a protoplazmatické, které se dále dělí na katalytické a konstituční.

Do skupiny katalytických bílkovin patří albuminy a globuliny, které jsou rozpustné ve vodě a v roztoku solí. Jsou součástí enzymů, enzymatických inhibitorů a mají funkci metabolickou a strukturální. Jsou obsaženy hlavně v aleuronové vrstvě obilky. Z hlediska

výživné hodnoty se tyto frakce nejvíce oceňují. Jejich obsah je podmíněn geneticky a je poměrně málo ovlivnitelný podmínkami pěstování a agrotechnikou.

Tabulka 7: Obsah jednotlivých frakcí bílkovin pšenice a ječmene v % [1].

Frakce	Pšenice	Ječmen
Albuminy	12,7	8,9
Globuliny	9,9	3,2
Prolaminy	49,7	49,3
Gluteniny	20,1	27,1
Zbytky	7,6	1,4

Zásobní bílkoviny tvoří gliadiny – prolaminy a gluteniny, jsou to frakce ve vodě a v solných roztocích nerozpustné, rozpouštějí se jen v etanolu. Tyto frakce mají vysoký obsah kyseliny glutamové a prolinu a nízký obsah lyzinu. Jsou obsaženy převážně v endospermu. Jsou velmi významné pro pekařskou jakost pšenice, protože tvoří množství a kvalitu lepku. Nejsou však žádoucí v krmné pšenici. Vypíráním pšeničné mouky vodou se získává pružný a tažný hydratovaný gel-lepek, který je z 80-95 % v sušině tvořen pšeničnou bílkovinou. Mokrý lepek obsahuje asi 66 % hm.vody, po vysušení se získává tzv. suchý lepek. Obsah mokrého lepku je hlavním jakostním kritériem pekařské jakosti pšeničné mouky a obvykle i kritériem pro roztřídění pšenic na potravinářské a ostatní. Kvalita lepku je charakterizována jeho pružností, tažností a bobtnavostí ve slabém roztoku kyseliny mléčné. Z ostatních obilovin v zásadě podobný gel vyprat nelze. Množství těchto bílkovin významně ovlivňují podmínky pěstování a agrotechnika, zejména hnojení. Jakostní vlastnosti jsou spíše odrůdově podmíněny, a proto dělíme odrůdy na pekařsky kvalitní a méně kvalitní [10].

Pšenice obecná se používá k různým účelům, ale nejvíce pozornosti se věnuje její jakosti potravinářské, tj. mlynářské, pekařské, pečivářské, těstářské. Podle novějších kritérií se již více projevuje vliv odrůdy. V každém případě však vliv podmínek pěstování je velmi vysoký a souvisí především s klimatickými podmínkami místa pěstování, ale též s aktuálním počasím v daném ročníku. Dále se průkazně na jakosti projevuje i způsob pěstování, zejména předplodina a hnojení, založení a vedení porostu, regulace nepříznivých činitelů, sklizeň a posklizňové ošetření. Prvním předpokladem k dosažení dobré jakosti potravinářské pšenice je určitá rajonizace pěstování, která přináší větší jistotu

dosažení požadované kvality. Nejlepší jakost potravinářské pšenice se dosahuje v kukuřičné a řepařské oblasti, zejména teplé a suché, až mírně suché oblasti. Odrůdy mají rozdílné vlastnosti a znaky jakosti. Nejvyšší odrůdy pšenice, dosud označované A9 a A8, jsou nejlepší potravinářské pšenice. Odrůdy řadíme do pěti skupin:

- Elitní pšenice E – sem patří odrůdy dříve označované A9 a A8, tedy nejvyšší potravinářské pšenice, u nás označované též jako zlepšující.
- Kvalitní pšenice A – sem patří odrůdy dříve označované A7 a A6, u nás vedené jako dobré, samostatně zpracovatelné, a A6 jako doplňkové.
- Chlebová pšenice B – tvoří podle dřívějšího hodnocení přechod mezi skupinami A5 a A6, patří mezi odrůdy doplňkové, zpracovatelné ve směsi.
- Keksová pšenice K - hodí se k výrobě keksů, sušenek a podobných druhů pečiva, kde jsou speciální požadavky na jakost pšenice s malým objemem pečiva, ale vyšším číslem poklesu a výtěžností mouky T 550.
- Zvláštní pšenice C – je určena ke speciálním účelům, jakost se definuje zvlášť pro tyto účely použití, např. k získávání škrobu z pšenice apod.

Kvalitativní hodnocení zrna pšenice zahrnuje tyto ukazatele:

Senzorické:

- Barva - živá barva a lesk, starší vybledlá, matná bez lesků.
- Pach - pach čerstvého zrna, slámy, jinak pach skladištní, po myšince, nasládlý (roztoči), pachy kyselé, kvasné, hnilobné, zatuchlé, žluklé, houbovitě, plísňové, po chemikáliích a jiné.
- Chuť - nasládlá - porostlé obilí, sladová, karamelová, hořká.
- Zdravotní stav - hlavně skladištní škůdci (myši, pilousi, roztoči).

Objektivní:

- Vlhkost - ovlivňuje zdravotní stav, má vliv na mletí, stanovuje se jako úbytek hmotnosti zrna sušením za podmínek zkoušky.
- Příměsi a nečistoty - zhoršují kvalitu zrna.
 - *Příměsi* - zrna základní kultury poškozená, zrna jiných obilovin
 - *Nečistoty* - minerální a organické nečistoty, semena všech ostatních kulturních a plevelných rostlin s výjimkou obilovin.

- Objemová hmotnost - poměr hmotnosti obiloviny k jejímu objemu, udává se v kg/hl. Objemovou hmotnost ovlivňuje procento nečistot (plevele a jiné), síla obalů (čím silnější obaly, tím je objemová hmotnost nižší), snižuje se dlouhodobým skladováním.
- Obsah N-látek v sušině - stoupající obsah bílkovin má pozitivní vliv na vlastnosti těsta a objem pečiva, s klesajícím obsahem se snižuje tažnost lepku. Silně ovlivněn agrotechnikou, ročníkem a prostředím. U pšenice se používá přepočítávací faktor 5,7.
- Číslo poklesu (viskozitest, pádové číslo) - charakterizuje aktivitu alfa-amylázy (hydrolytického enzymu štěpícího škrob, který se aktivuje na počátku klíčení zrna). Je významně ovlivněno průběhem počasí v době dozrávání a sklizně, částečně odrůdový znak. Nízké číslo poklesu se projeví nižší pekařskou kvalitou (těsto je lepivé, špatně zpracovatelné, pečivo má malý objem, střídka je méně pružná).
 - **Princip** - vodná suspenze mouky je rychle zmazovatělá ve vroucí vodní lázni, působením alfa-amylázy obsažené ve vzorku dojde k ztekutění škrobu. Číslo poklesu - celkový čas v sekundách od ponoření viskozimetrické zkumavky do vroucí vody, promíchání a času poklesu míchadla o určenou vzdálenost (190 - 500 sec).
- Zelenyho test - ukazatel hodnotící kvalitu bílkovin, konkrétně schopnosti lepkového komplexu zvětšovat svůj objem.
 - **Princip** - bobtnání pšeničných bílkovin v organické kyselině (mléčné, octové). Výrazně odrůdový znak, umožňuje vyselektovat odrůdy se špatnými viskoelastickými vlastnostmi lepkové bílkoviny (projeví se při kynutí těsta). Pozitivně koreluje s obsahem N-látek a s objemem pečiva [5].

Tabulka 8: Hodnoty jakostních parametrů pšenice potravinářské [1].

Jakostní znaky	Pšenice pekárenská	Pšenice pečivářenská
Vlhkost (%)	nejvýše 14,0	nejvýše 14,0
Objemová hmotnost (kg.hl ⁻¹)	nejméně 76,0	nejméně 76,0
Obsah N-látek v sušině (%)	nejméně 11,5	nejvýše 11,5
Zelenyho test (ml)	nejméně 30	nejvýše 25
Číslo poklesu (s)	nejméně 220	nejméně 220

1.6 Ječmen

1.6.1 Význam, historie a charakteristika

Ječmen je druhou nejstarší obilninou a již od počátku uvědomělého zemědělství provází spolu s pšenicí člověka. Historicky je ječmen bezpečně dokázán již od 5. století před n.l., ale v literatuře najdeme názory o daleko starším výskytu, např. v Iráku ze 7. stol. př.n.l., v Egyptě z 8. stol. př.n.l.. Za oblast původu je považována Asie. Odtud se ječmen šířil přes Anatolii, Řecko, Balkán, nebo od Černého moře přes Karpaty k Baltskému moři do Evropy. U nás jsou archeologické nálezy ječmene také z neolitu [1].

V oblastech původu se ječmen používal převážně k lidské výživě, což je doloženo historicky již 3 000 let př.n.l., kdy při stavbě Cheopsovy pyramidy dostával stavební dělník 3 bochníčky ječného chleba a měřici piva. Ječmen byl i léčivou rostlinou pro své protizánětlivé a antiseptické účinky, a jako posilující nápoj se z něho připravoval odvar [1].

O ječmeni je v našich zemích zmínka již ze 2. pol. 10. stol. Šlo pravděpodobně o dvouřadý ječmen, ale pivo se v té době vařilo z pšenice. Asi od 17. stol. se rozšiřuje sladování ječmene. Nejvíce sladoven však vzniklo u nás v 70 letech předminulého století, a ječmen se ke sladování začal vyvážet od poloviny předminulého století. Pěstování jarního ječmene, zejména sladovnického ječmene, na Moravě (Haná) a v Čechách (Polabí) má dobrou tradici. Plochy jarního ječmene převyšují osev ozimého ječmene [1].

Podle uspořádání klasu se rozlišují ječmeny dvouřadé i víceřadé (čtyřřadé, šestiřadé). Všechny odrůdy ječmene mají zrno kryté tvrdou pluchou, s výjimkou ječmene nahého, který je stejně jako pšenice bez pluchy. Běžně se pěstuje ječmen dvouřadý a šestiřadý. Ječmen nemá mimořádné požadavky na klimatické ani půdní podmínky a má relativně krátkou vegetační dobu [10].

1.6.2 Pěstitelské požadavky:

Jarní ječmen je velmi náročný na půdní podmínky, protože má mělký kořenový systém, a také proto, že v relativně krátké době vytváří vysoké přírůstky biomasy. Nejvhodnější pro něj jsou černozemě a hnědozemě. Nevhodné jsou půdy kyselé a také pozemky s vysokým stupněm utužení ornice, pozemky zaplevelené a lokality s častým výskytem mlh a rosy. V osevním postupu bývá zpravidla řazen po hnojených okopaninách. K nejlepším předplodinám patří cukrovka. Pokud je řazen po obilovině, je vhodnější předplodinou pšenice než ječmen [11].

Ozimý ječmen není náročný na půdní ani klimatické podmínky a má nižší nároky na živiny. Nevýhodou je větší náchylnost k napadení houbovými chorobami a malá zimovzdornost. V osevním postupu se řadí zpravidla po obilovině nebo jiné časně sklizené předplodině (seje se velmi brzy – druhá dekáda září) [11].

Jarní dvouřadý a v některých zemích i ozimý dvouřadý ječmen se využívá k výrobě sladu, dále k výrobě whisky a zatím jen menší část k potravinářským účelům. U nás je jeho využití v podobě krup a krupek malé a přizpůsobuje se hlavně rozsahu domácích zabijaček, v menší míře slouží jako příloha mastných pokrmů nebo jako tzv. kuba (kroupy s houbami) a šoulet (směs hrachu a krup). V 19. století byl však podíl této stravy velký [1].

Díky modernějším technologiím a novým vědeckým poznatkům dochází v poslední době k renesanci zájmu o potravinářský ječmen. Projevuje se to nejen v rozšiřování pěstebních ploch, ale i sortimentu ječných výrobků. Nutriční hodnota ječmene spočívá kromě obsahu komplexu vitaminů B, vitamínu E, antioxidantů a minerálních látek také zejména v přítomnosti neškrobových polysacharidů, které společně s ligninem tvoří ječnou vlákninu s β -glukanovou (rozpustnou) složkou, která má schopnost snižovat hladinu cholesterolu v krvi. U ječných výrobků byly rovněž zjištěny antivirové či protirakovinové schopnosti. Uplatňují se i při léčbě vředových žaludečních chorob nebo pro celkové posilování organismu proti stresovým zátěžím [10].

1.6.3 Přehled užitkových směrů ječmene

- Ječmen potravinářský se využívá k výrobě krup a dietních potravin. Vzhledem k příznivému účinku potravní vlákniny na snížení hladiny cholesterolu, snížení rizika výskytu rakoviny tlustého střeva a prevence obezity a cukrovky jsou vhodné odrůdy s vyšším obsahem β -glukanů (více než 5 %) a stravitelné vlákniny. Patří k nim hlavně ječmen bezpluchý.
- Ječmen sladovnický se u nás pěstuje převážně jako jarní forma. Na jeho kvalitu je kladena řada požadavků. K hlavním kritériím jakosti patří obsah bílkovin (max. 11 %), podíl předního zrna, obsah β -glukanů (max. 1,5-2 %).
- Ječmen krmný se pěstuje ve formách víceřadých i dvouřadých, ozimých i jarních, pluchatých i bezpluchých. Má vyšší obsah bílkovin (asi 15 %) a lizinu a nižší obsah β -glukanů (1,5-2 %). Je vhodný ke krmení skotu, koní, králíků a prasat, může být také součástí krmných směsí pro masožravce.

- Ječmen píceinářský se využívá pro sklizeň celých rostlin.
- Ječmen průmyslový slouží k výrobě lihu, zvláště whisky, škrobu, detergentů, kosmetických a farmakologických přípravků.

Ječmen se v současné době využívá spíše ke krmným účelům hospodářských zvířat než k potravinářským účelům [11].

Speciální využití ječmene může být i ve škrobárenství při získávání škrobu s drobnými škrobovými zrny. V posledních letech se pro potravinářské využití šlechtí ječmeny označované „waxy“ (sklovité, voskovité) s vyšším obsahem hypocholesterolemických látek, tj. β -glukanů, biologicky aktivních antioxidantů (tokoferolů, tokotrienolů a vitamínu E). Tyto ječmeny se preferují v dietě omezující výskyt ischemické choroby srdeční a infarktů. Velký rozvoj potravinářského využití ječmene pozorujeme v Japonsku a USA. V současném období je však ječmen převážně krmnou obilovinou, zvláště víceřadý ozimý ječmen. Tato různorodost využití předpokládá i šlechtění ječmene k různým užitkovým směrům, tj. ke krmným účelům, k výrobě sladu, whisky, k potravinářským, píceinářským a jiným účelům, protože u každého směru jsou jiné jakostní požadavky [1].

Kvalita sladovnického ječmene je posuzována:

Subjektivními zkouškami:

- Barva zrna - slámově žlutá, nežádoucí zbarvení svědčí o nižší kvalitě, ovlivňuje vzhled sladu.
- Biologické poškození - zrna s hnědě zbarvenou částí pluchy v okolí špičky, ukazatel výskytu plísní.
- Jemnost pluchy - jemná až velmi jemná, podíl pluchy z hmotnosti zrna je 7 – 9 %.
- Lesk a vůně - přirozený lesk a vůně.
- Porostlost ječmene - zrna s viditelným kořínkem nebo klíčkem, se zřejmými známkami růstu.

Objektivními zkouškami

- Podíl předního zrna (vyrovnanost) - podíl zrna nad sítem 2,5 mm, optimum 90 %. Stanovuje se proséváním ječmene na sítích s otvory o velikosti 2,5 x 22 mm a 2,2 x 22 mm. Hmotnostní podíl na síti 2,5 mm se označuje jako přední zrno, propad pod sítem 2,2 mm jako odpad.

- Celkový odpad - zahrnuje propad pod sítem 2,2 mm a zlomky, příměsi a nečistoty v podílu nad síty 2,2 a 2,5 mm. Poškozená zrna - zrna bez pluch, mechanicky poškozená, zapařená, poškozená sušením. Neodstranitelné příměsi - zrna ostatních obilovin. Zelená zrna - nedozrálá zrna z pozdě vytvořených odnoží.
- Objemová hmotnost - poměr hmotnosti zrna k objemu (600 - 720 g.l¹).
- Hmotnost tisíce semen - silný vliv ročníku a odrůdy, u předního zrna by neměla klesnout pod 40 g.
- Moučnatost - charakter endospermu (moučnatý, polosklovitý, sklovitý)
- Vlhkost - optimální hodnoty 12 - 14 %.
- Klíčivost a energie klíčení - rozhodující ukazatel kvality, nízká klíčivost negativně ovlivňuje všechny ostatní kvalitativní parametry sladu. Energie klíčení se stanovuje jako procentický podíl vyklíčených obilek za 72 hodin.
- Obsah škrobu v sušině - by se měl pohybovat mezi 63 – 64 %, pozitivně koreluje s extraktivností sladu.
- Obsah dusíkatých látek - obsah dusíku přepočítaný koeficientem 6,25. Optimální hodnota 10,8 %; neměl by překročit 11,5 %. Výrazný vliv ročníku a agrotechniky [5].

Tabulka 9: Hodnoty jakostních ukazatelů ječmene sladovnického v % [16].

Jakostní ukazatele	Základní jakost	Závazná jakost
Vlhkost	15,0	nejvýše 16,0
Podíl zrna nad sítem 2,5x2,2 mm	90,0	nejméně 70,0
Zrna poškozená	2,0	nejvýše 5,0
Zrna se zahnědlými špičkami	2,0	nejvýše 6,0
Zrna porostlá	0,0	nejvýše 0,5
Celkový odpad, z toho:	3,0	nejvýše 7,0
neodstranitelná příměs	-	nejvýše 1,0
zelená zrna	-	nejvýše 1,0
Klíčivost	98,0	nejméně 92,0
Obsah N-látek (N x 6,25)	11,0	nejvýše 12,5
Barva zrna	světle žlutá	žlutá, i méně vyrovnaná
Plucha	jemně vrásčitá	i méně jemně vrásčitá

1.7 Žito

1.7.1 Význam a charakteristika

Žito seté je naší tradiční obilovinou využívanou pro potravinářské, pícninářské, krmivářské, technické (bioetanol) a farmaceutické (námel) účely. Žito se ve světě pěstuje v ozimé i jarní formě. V ČR se pěstuje pouze ozimá forma [10].

Ke krmným účelům je využíváno jen omezeně, má nižší výživnou hodnotu, hořkou chuť, nevhodné dietetické vlastnosti a obsahuje antinutriční látky. Využitelnost klesá u všech živin, nejvýrazněji u tuků a liposolubních vitamínů. Z tohoto důvodu může zkrmování žitných zrn vést k poklesu užitkovosti zvířat. Žito se více uplatňuje jako časné jarní zelené krmení. Pro tento účel se využívají především odrůdy s vysokým výnosem zelené píce a pomalým stárnutím (pomalejší lignifikace). Ve farmakologii se žito využívá k získávání námelových alkaloidů z porostů, které se námelem (houba paličkovice nachová) uměle infikují [11].

1.7.2 Postavení žita mezi obilovinami

Žito je chlebové obilí, jehož postavení se mezi obilninami v průběhu intenzifikace zemědělství podstatně snížilo. Jako samostatná plodina vzniklo přirozeným výběrem, kdy se jako plevelná rostlina hojně vyskytovalo v porostech pšenice. Při rozšiřování pšenice na sever, do méně příznivých podmínek, žito převládlo, až se pěstovalo v téměř čisté kultuře. Možnost uplatnění v horších podmínkách jistě podmínil mohutnější kořenový systém.

V České republice se žito do r. 1950 pěstovalo na větší ploše než pšenice a poskytovalo i vyšší výnos. Nyní jeho plocha představuje 1/10 osevní plochy z let 1934 – 38, kdy bylo na ploše 765 tis. ha (pšenice 509 tis. ha) a dnes je na ploše jen 76 tis. ha. Příčiny poklesu souvisí se stále stoupající oblibou pečiva a chleba s větším podílem pšeničné mouky. Technologie pečení žitného chleba je zejména ve velkopekárnách náročnější než příprava pšeničného chleba. Také mletí žita je ekonomicky méně výhodné než mletí pšenice. U žita je stále větší sklon k poléhání porostu a porůstání obilek v klasu. Ústup od pěstování žita je patrný v evropském i světovém obilnářství. Přebytky žita se příliš necení jako krmné obilí, lze jej však využít k produkci etanolu. Také se pražilo a používalo jako náhražka kávy. Přes výše uvedené příčiny poklesu osevních ploch je stále mnoho skutečností, které mluví ve prospěch žita. Především se udržuje úroveň a pestrost cereálních produktů a v rámci toho i žitného chleba.

Vlastnosti žita a dosavadní zkušenosti však jednoznačně potvrzují, že ozimé žito je hlavní obilninou marginálních oblastí, horských a podhorských, kde kromě tritikale a ovsa nemá konkurenci. Z agronomického hlediska se u žita vysoce cení tolerantnost k horším ekologickým podmínkám, dále zimovzdornost, mrazuvzdornost, nenáročnost na předplodinu, fyto-sanitární účinek a snášenlivost ke kyselým půdám. Tato vlastnost vyniká právě u žita nad všechny ostatní obilní druhy. Rovněž suchovzdornost je významnou vlastností žita. Žito také snese obilní předplodinu s nejmenším snížením výnosu a při obilních sledech působí jako sanitární přerušovač.

K potravinářským účelům se ho využívalo 75 % a nyní až 90 %, asi 5-6 % jako osiva, zbytek na krmení (zkrmování zrna) [1].

1.7.3 Nutriční a technologická charakteristika žita

Při hodnocení nutriční a technologické jakosti se vychází zpravidla z látkového složení žitného zrna, jež tvoří především sacharidy, bílkoviny, tuky, minerální látky, příp. další, často minoritní složky se specifickým významem pro žito.

Sacharidy představují nejdůležitější skupinu zásobních látek a spolu se souvisejícími enzymy jako tzv. sacharido-amylázový komplex jsou základem pekařské jakosti žita. Největší podíl sacharidů připadá na škrob (52-59 %), který se vyznačuje mazovatěním při nižších teplotách (55 °C) a je také snáze enzymaticky degradovatelný. Technologicky nejdůležitější funkci z neškrobových polysacharidů mají v žitné mouce arabinoxylany (pentosany), jejichž obsah činí 7-9 %. Vyznačují se vysokou schopností vázat vodu. Původní složkou pentosanů je kyselina ferulová vázaná na arabinózu, která se podílí na příčných vazbách mezi pentosany a žitnými bílkovinami, čímž se vytváří pentosano-bílkovinná struktura, která včetně zbobtnalých škrobových zrn zadržuje kypřící plyn, umožňuje vytváření objemu těsta a pečiva a tím do značné míry nahrazuje funkci lepku, který se nachází v pšeničném těstě. Významná funkce pentosanů je při pečení, kdy při zahřátí uvolní spolu s denaturovanými bílkovinami značné množství vázané vody, která je použita pro mazovatění škrobu a bobtnání nerozpustných pentosanů. Rozpustné pentosany ovlivňují viskozitu a reologické vlastnosti těsta, čímž zlepšují vlastnosti žitné mouky, brzdí rychlost retrogradace škrobu (stárnutí chlebové střídy), prodlužují životnost pekařského výrobku a mají příznivý vliv na senzorické vlastnosti.

Bílkoviny žita současných odrůd dosahují v našich podmínkách nejčastěji úrovně 9-12 % a mají technologicky podstatně menší význam než bílkoviny pšenice. Na jejich množství se

podílejí mnohem významněji agroekologické podmínky během vegetace než odrůda. Vyšší obsah bílkovin v žitě je však přesto technologicky významný, neboť se podílí na vyšší schopnosti žitné mouky vázat vodu, lepší konzistenci těsta a pak i vlastnostech chleba. Žitné bílkoviny mají vyšší obsah albuminů a globulinů, které jsou bohaté na esenciální aminokyseliny, což znamená, že biologická hodnota žitných bílkovin je vyšší než u pšenice. Souvisí s tím i vyšší průměrný obsah lysinu v bílkovinách žita (3,49 g), který je o 40 % vyšší než v pšenici (2,1g/100g bílkovin). Z dalších esenciálních aminokyselin je v žitě více metioninu, valinu, argininu a treoninu. Na druhé straně vlivem některých antinutričních látek v žitě je stravitelnost a tedy i využitelnost žitných bílkovin nižší (zhruba o 10 %) oproti využitelnosti bílkovin pšeničných. Podílejí se na tom také žitné pentosany, které vytvářejí s bílkovinami, hlavně s albuminy těžko rozpustné komplexy, čímž je využitelnost žitných bílkovin snížena.

Žito obsahuje také některé nežádoucí složky antinutriční povahy, které se projevují při vyšším zastoupení žita v krmných dávkách, zejména u mladých zvířat a drůbeže. Snižují chutnost krmiva a mají částečně i toxické účinky. Nejvýznačnější jsou alkylrezorcinyly, jejichž obsah je nejvíce přítomen v žitě. Plní v rostlině ochranné funkce během klíčení a po tepelném ošetření jejich množství klesá, např. při extruzi se snížilo jejich množství o 55-77 % podle podmínek extruze [13].

2 TECHNOLOGICKÉ PROCESY A JEJICH VÝZNAM NA NUTRIČNÍ HODNOTY

2.1 Technologie mlynářství

Mlýnská technologie zpracovává obilí jednak na výrobky jedlé (mouky, krupice), jednak na krmné (krmné mouky, otruby). Hlavními surovinami u nás jsou chlebové obiloviny pšenice a žito [3].

Příprava obilí k mletí – Z pšenice určené k mletí se obvykle připravuje směs podle množství lepku a jeho fyzikálních vlastností tak, aby se dosáhlo standardní jakosti mouk pro pekárenskou výrobu. Žito se před mletím většinou nemíchá. Obilí před mletím se čistí v samostatném oddělení mlýna, tzv. čistírně. Na aspirátéru se oddělí proudem vzduchu lehčí částice a na sítích se vytřídí příměsi. Z aspirátéru přichází zrno na magnetický stroj, který zachytí kovové předměty. Cizí semena jako hrách, vykev, koukol atd. se oddělí na triérech. K přípravě obilí k mletí patří ještě loupání a intenzivní kartáčování, tj. odstranění oplodí obilky, klíčku a vousků. Oplodí obsahuje hodně celulózy a popelovin, je křehké a snadno se při rozměňování drtí. Odstraněním klíčku se snižuje obsah tuků i enzymů a zvyšuje se trvanlivost mouky. Obilí se loupe v loupačkách, kde se zrno vrhá otáčejícími se perutěmi na smirkový plášť statoru. Narušené obalové vrstvy neoddělené loupačkou jsou odstraňovány v kartáčovacích strojích. Kartáče vnikají i do obilní rýhy, odkud odstraňují prach a zbytky vousků. Je účinnější obilí méně loupát a vícekrát kartáčovat [16].

V oddělení přípravy obilí k mletí je nutné k obilné, již vyčištěné mase přidat tzv. technologickou vodu (pitná) v množství cca 2-3 %. Tato přidaná vlhkost se vstřebává do obalových částic a způsobuje jejich pružnost. Při mletí se pak tyto částice nerozmělní a výrobky obsahují nižší procento popela. Při vlastním mletí se 1 % vody odpaří a je odsáváno tzv. aspiračním vzduchem (vzduch, který odsává prachové částičky ze strojů, ochlazuje mlecí válce) [16].

Mletí pšenice – Mele se na válcových stolicích. Zpravidla jsou dvoupárové se čtyřmi mlecími válci. Každý pár válců pracuje samostatně. Otáčejí se proti sobě nestejnou rychlostí, pro některé mlecí účely mají rýhovaný povrch. Větší průměr válců podporuje tvorbu mouky a snižuje tvorbu krupice. Melivo se mezi válce rozprostírá podávacími válečky. Rychloběžný válec je uložen pevně, kdežto druhým pohyblivým válcem se může zvětšovat tlak na melivo. Povrch mlecích válců stírají kartáče [16].

Vlastní mletí je složitý proces, jehož úkolem je co nejúplněji oddělení slupky od endospermu a rozmělnění endospermu na předepsanou jemnost (granulaci) [16].

Musí se postupovat nenásilně, a proto se celý proces skládá z několika mlecích pasáží. Každá mlecí pasáž zahrnuje vždy jednu drticí operaci a následné třídění meliva na hruběji granulované produkty (krupice a krupičky) a jemně granulované pasážní mouky [16].

Jednotlivé pasáže pak tvoří etapy technologického postupu. Při mletí pšenice je to:

- a) šrotování – k šetrnému otevření zrna, vydělení endospermu v hrubších částicích, s nízkým výtěžkem pasážních mouk
- b) luštění krupic – k drcení vytríděných a vyčištěných produktů (krupic), obsahujících ulpělou část slupky tak, aby tato zůstala neporušena a dala se na sítěch snadno třídít
- c) vymílání – rozemílání částic čistého endospermu, tj. zbytků od lušticích chodů, případů čističek krupic, vše na hladké mouky.

Z každé z nich vychází jedna nebo dvě pasážní mouky, u luštění někdy i tři, ty se míchají a vzniká hotový mlýnský výrobek – mouka. Míchání probíhá podle konečného obsahu popela, lepku a podle požadované granulace mouky (podle ČSN, PN) [16].

Mletí žita – Je mnohem jednodušší. Pracuje se na 4-5 šrotů a 2-3 krupičné pasáže bez čištění. Mletí je násilnější. Pracuje se s většími přítlaky. Při mletí žita je nutno získat co nejvíce mouky, kdežto při mletí pšenice se požaduje vytěžit co nejvíce krupic a krupiček, které se získají při nižších tlacích postupným vymíláním. Válce na mletí žita mají proto větší průměr a vzájemná poloha rýh je hřbet na hřbet [16].

2.2 Změny nutričních hodnot ječmene

Tabulka 10: Změny nutričních hodnot u jednotlivých dílčích mlecích frakcí [17].

	Dílčí mlecí frakce			
	Mouka šrotová	Mouka vymílací	Otruby šrotové	Otruby vymílací
Škrob %	81,1	81,5	58,1	67,3
N-látky %	7,47	7,44	13,1	10,03
β-glukany %	3,0	3,4	5,4	6,5
Viskozita	306	318	361	406
Popel %	0,949	0,8	2,44	1,44
	Makroprvky %			
Ca	0,450	0,038	0,068	0,054
Mg	0,400	0,031	0,154	0,093
P	0,190	0,170	0,520	0,340
K	0,320	0,280	0,630	0,440
	Esenciální aminokyseliny v g/16gN			
Threonin	6,15	5,64	3,51	6,36
Valin	8,99	8,81	5,12	8,95
Methionin	2,20	2,64	1,13	2,09
Isoleucin	6,71	6,63	3,75	6,74
Lucin	12,87	12,10	7,33	12,98
Phenylalanin	11,71	10,24	6,38	10,97
Lysin	6,34	6,24	3,71	6,52

2.3 Změny vybraných vitaminů naklíčených zrn pšenice ošetřených vysokým tlakem

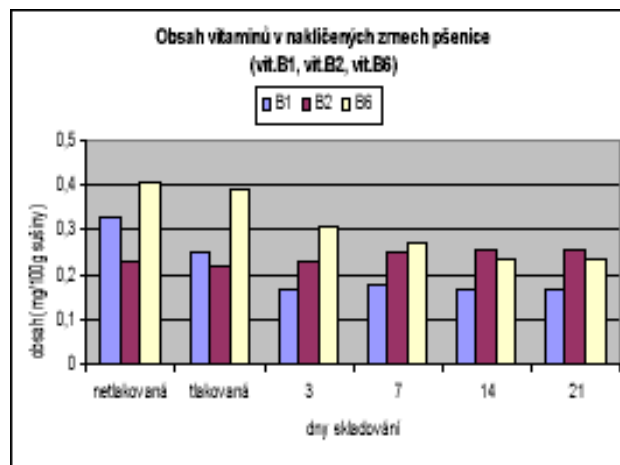
Vysokotlaká pasterace je považována za perspektivní metodu netepelné konzervace potravin. Působení vysokého tlaku inaktivuje v potravinách řadu enzymů a mikroorganismů, zatímco sensorické a nutriční vlastnosti zůstávají bez podstatných změn. Ošetření vysokým tlakem tak může prodloužit trvanlivost potravin při zachování nutriční a sensorické kvality. Klíčení obilovin je jednoduchý a levný postup, který zvyšuje nutriční hodnotu potravin přirozenou cestou. Během klíčení je část zásobních složek degradována a částečně využita pro syntézu nových složek v klíčku a tento proces působí důležitě na změny biochemických, nutričních a sensorických vlastností. Mikrobiologický profil semen je ovlivněn původem semen, transportem a skladováním. Příjem vody a uvolnění rozpustných živin při bobtnání a klíčení semen představuje vhodné podmínky pro rozvoj mikroflóry [17].

2.3.1 Cíl a technologický postup

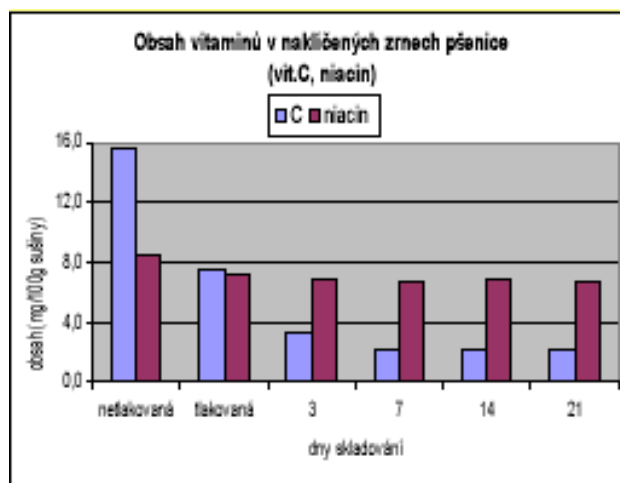
Cílem použití vysokotlaké pasterace je ověření možnosti prodloužení trvanlivosti naklíčených zrn pšenice seté. Dále sledování nutričních, hygienických a sensorických parametrů naklíčených zrn pšenice během ošetření vysokotlakou pasterací a během skladování [17].

Pro zjišťování byla vybrána zrna pšenice odrůdy *Triticum aestivum* a použita pro metodiku naklíčování zrn. Nejdříve byla zrna prána, poté bobtnala v pitné vodě zhruba 8 hodin. Vrstva klíčení byla 10cm a zrna klíčila 2 dny, poté se proplachovala. Teplota vzduchu byla 19-22 °C. Dále byla zrna sklizena a upravena propíráním ve vodě, odstředěním a balením do mikrotenových obalů. Skladovala se při teplotě 2-5 °C. Následně byla zrna ošetřena vysokým tlakem (500 MPa) [17].

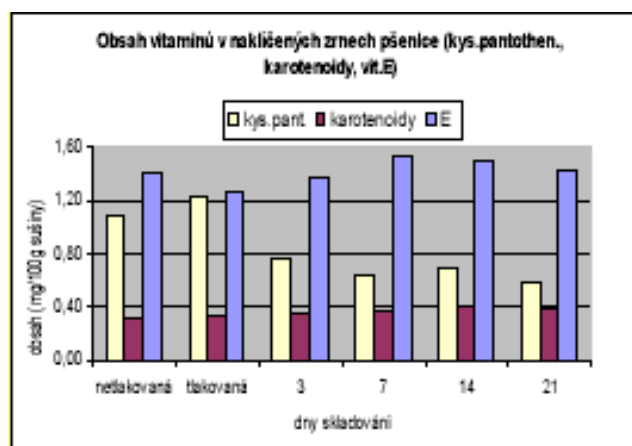
Obrázek 3: Změny obsahu vitaminů (B1, B2, B6) v zrně pšenice v průběhu tlakování a skladování [17].



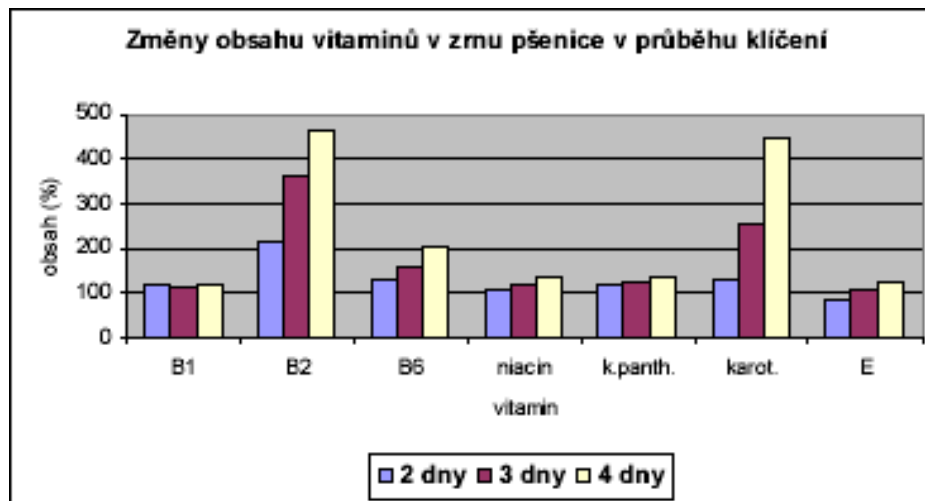
Obrázek 4: Změny obsahu vitamínu C a niacinu v zrně pšenice v průběhu tlakování a skladování [17].



Obrázek 5: Změny obsahu vitamínu kys. pantotenové, karotenoidů a vit. E v zrně pšenice v průběhu tlakování a skladování [17].



Obrázek 6: Změny obsahu vitaminů v zrně pšenice v průběhu klíčení [17].



2.3.2 Výsledek vysokotlaké pasterace

Ošetřením vysokým tlakem lze prodloužit trvanlivost naklíčené pšenice. Z hygienického hlediska byla naklíčená pšenice ošetřená vysokým tlakem vyhovující i po 21 dnech skladování. Ze sensorického hlediska je naklíčená pšenice ošetřená vysokým tlakem vyhovující po dobu 7 dnů skladování. Prodloužení doby klíčení vede k nárůstu zejména vitamínu B2, vitamínu C a karotenoidů. Vlastní ošetření vysokým tlakem nepůsobí významné ztráty vitaminů s výjimkou vitamínu C. Během skladování dochází ke ztrátám vitaminů C, B1, B6 a kyseliny pantotenové (po 7 dnech o 86, 45, 34 a 41 %) [17].

ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem poukázal na důležitost obilovin ve výživě člověka a na jejich nemalý hospodářský význam. Obiloviny se v dnešní době velmi rozšiřují a lidé si začínají uvědomovat jejich váhu ve stravě hlavně díky jejich složení.

U vybraných druhů obilovin jsem popsal jejich jednotlivé složky, které mají pro člověka významnou nutriční hodnotu. Práce se také zabývá jednotlivými užitkovými směry obilí, ale také kvalitativními znaky, které se hodnotí jednak senzorycky a jednak objektivně.

Na základě popisu mlýnské technologie, kde jsou uvedeny veškeré kroky od přípravy obilí až po samotné mletí, jsem zhodnotil změnu nutričních hodnot u jednotlivých mlecích frakcí. Z dostupných zdrojů jsem zjistil, že změna obsahu škrobu, dusíkatých látek, β -glukanů, viskozity a popela nejsou zas tak velké mezi moukou šrotovou a vymílací. Mezi otrubami šrotovými a vymílacími se hodnoty značně liší u dusíkatých látek, β -glukanů, viskozity a popela. U makroprvků jako jsou Ca, P, Mg a K jsou tyto změny už viditelnější. Mletím dochází k výraznějším ztrátám minerálních látek jak u mouky vymílací, tak u otrub vymílacích. Na druhou stranu obsah esenciálních aminokyselin je vyšší u otrub vymílacích než šrotových.

Dalším hodnoceným procesem byla vysokotlaká pasterace, která se ukázala jako víceméně neškodná pro vitaminy. Po použití vysokotlaké pasterace se prodlouží trvanlivost naklíčené pšenice. Díky prodloužení doby klíčení se zvýší zejména obsah vitamínu B2, vitamínu C a karotenoidů. Samotné ošetření vysokým tlakem nepůsobí významné ztráty vitamínů s výjimkou vitamínu C a nemění ani senzorycké vlastnosti. Během skladování dochází ke ztrátám vitamínů C, B1, B6 a kyseliny pantotenové. Vysokotlaká pasterace se tak považuje za perspektivní metodu netepelné konzervace potravin.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PETR, J., LOUDA, F.: *Produkce potravinářských surovin*, Praha: VŠCHT, 1.vyd., 1998, 213s. ISBN 80-7080-332-0.
- [2] PÁNEK, J., POKORNÝ, J., DOSTÁLOVÁ, J.: *Základy výživy a výživová politika*, Praha:VŠCHT, 1. vyd., 2002, 219s. ISBN 80-7080-468-8.
- [3] HRABĚ, J., ROP,O., HOZA, I.: *Technologie výroby potravin rostlinného původu*, Zlín: UTB, 1. vyd., 2006, 178s. ISBN 80-7318-372-2
- [4] DIETETICKÝ VÝZNAM OBILOVIN [online] 2008 [cit. 2008-03-18] Dostupný z WWW: <www.qmagazin.cz>.
- [5] <http://old.mendelu.cz/~upsr/prezentace/obilniny/>
- [6] www.jidlo-piti-ziti.cz/stareobiloviny.html
- [7] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 1*, Tábor: OSSIS, 2. vyd., 2002, 344s. ISBN 80-86659-00-3
- [8] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin 2*, Tábor: OSSIS, 2. vyd., 2002, 320s. ISBN 80-86659-01-1
- [9] TICHÁ, M., VYZÍNOVÁ, P.: *Polní plodiny*, Brno, Veterinární a farmaceutická univerzita, , 2006
- [10] KOPÁČOVÁ, O.: *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1. vyd., 2007, ISBN 978-80-7271-184-0
- [11] <http://vfu-www.vfu.cz/fvhe/vegetabilie/plodiny/czech/jecmen.htm>
- [12] PELIKÁN, M.: *Stručná charakteristika a užití jednotlivých obilovin*, Potravinářská revue, 2005, č. 1
- [13] PELIKÁN, M.: *Žito a jeho využití*, Potravinářská revue, 2007, č. 4
- [14] PELIKÁN, M.: *Obiloviny jako funkční potravina*, Potravinářská revue, 2005, č. 4
- [15] ČERNÝ, J., ŠAŠEK, A.: *Využití elektroforetické analýzy BGM k charakteristice odrůd pšenice a ječmene*, Praha: ÚZPI, 1998, ISBN 80-85120-92-5
- [16] MALERŤ, J.: *Zpracování obilovin*, Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR, 1994, ISBN 80-7105-073-3
- [17] www.vupp.cz/czvupp/publik/07poster/07posterSKDmh3.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

B ₁	thiamin
B ₂	riboflavin
B ₆	pyridoxin
FMN	flavinmononukleotid
FAD	flavinadenindinukleotid

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Anatomie obilky	10
Obrázek 3: Změny obsahu vitaminů (B1, B2, B6) v zrně pšenice v průběhu tlakování a skladování	36
Obrázek 4: Změny obsahu vitamínu C a niacinu v zrně pšenice v průběhu tlakování a skladování	36
Obrázek 5: Změny obsahu vitamínu kys. pantotenové, karotenoidů a vit. E v zrně pšenice v průběhu tlakování a skladování	36
Obrázek 6: Změny obsahu vitaminů v zrně pšenice v průběhu klíčení	37

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Chemické složení jednotlivých částí zrna v %	11
Tabulka 2: Chemické složení zrna obilnin v % při 15 % vlhkosti	12
Tabulka 3: Proteiny obilovin a jejich složení v %	15
Tabulka 4: Obsah vitaminů v mg %	16
Tabulka 5: Obsah minerálních látek v mg %	17
Tabulka 6: Podíl odrůdy a pěstitelských podmínek na jakostní pšenice v %	21
Tabulka 7: Obsah jednotlivých frakcí bílkovin pšenice a ječmene v %	22
Tabulka 8: Hodnoty jakostních parametrů pšenice potravinářské	24
Tabulka 9: Hodnoty jakostních ukazatelů ječmene sladovnického v %	28
Tabulka 10: Změny nutričních hodnot u jednotlivých dílčích mlecích frakcí	34

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Ukázka některých druhů obilovin

PŘÍLOHA P I: UKÁZKA NĚKTERÝCH DRUHŮ OBILOVIN



Pšenice setá



Pleva pšenice



Obilky pšenice



Ječmen



Ječmen obecný



Žito



Žito seté