

# **Stanovení základních chemických charakteristik výrobků z ječmene**

Mgr. Bc. Vladislava Burgetová

---

Diplomová práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav analýzy a chemie potravin

akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Mgr. Vladislava BURGETOVÁ**  
Osobní číslo: **T100014**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Stanovení základních chemických charakteristik výrobků z ječmene**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Stručně charakterizovat obiloviny, blíže se zaměřit na ječmen.
2. Podrobněji popsat chemické složení obilky ječmene, jeho význam pro potravinářský průmysl apod.
3. Uvést základní principy metod použitých v experimentální části.

### II. Praktická část

1. Stanovit popel a sušinu u sedmi vybraných vzorků ječmene či potravin z něj vyrobených.
2. U vybraných vzorků stanovit obsah tuku a bílkovin.
3. Formulovat diskuzi a závěry práce.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. DALLEN, M. Zelené potraviny. Když jídlo je naším lékem. RATIO BONA, Praha 2010
2. RATHOUSKÝ, V. Kniha o nápoji z trávy. GW INTERNATIONAL, 2009
3. SANDOVAL, D. The Green Foods Bible. FREEDOM PRESS, Kanada 2008
4. VELÍŠEK, J. Chemie potravin. Vydání 2. OSSIS, Tábor 2002
5. BAIK, B.-K. a ULLRICH, S. E. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. Journal of Cereal Science. 2008(č.48), 233-242.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Daniela Sumczynski, Ph.D.**

Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce:

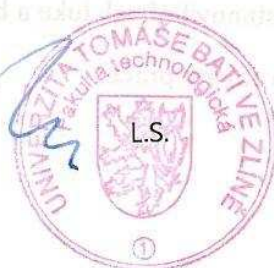
**6. ledna 2012**

Termín odevzdání diplomové práce:

**21. května 2012**

Ve Zlíně dne 15. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
děkan



  
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: BURGETOVÁ VLADISLAVA

TECHNOLOGIE, HYGIENA  
Obor: A. EKONOMIKA VÝROBY  
POTRAVIN

## 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 <sup>1)</sup>;
- 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 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> 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 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit 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 Zlíně .....20. 4. 2012.....

.....Burgetová Vladislava.....

<sup>1)</sup> 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.

<sup>2)</sup> 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).

<sup>3)</sup> 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). Odpírá-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 přihledne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Teoretická část diplomové práce se zabývá charakteristikou běžně pěstovaných obilnin. Charakterizuje jejich chemické složení a morfologii obilky, přičemž pozornost je věnována hlavně ječmeni. Práce shrnuje význam ječmene pro potravinářský průmysl, popisuje jeho zdravotní účinky na člověka a využití ječmene jako zelené potraviny. Dále jsou charakterizovány metody použité pro chemickou analýzu výrobků z ječmene.

V praktické části je prezentováno stanovení obsahu sušiny, popele, tuku a celkového obsahu dusíkatých látek u jednotlivých druhů výrobků z ječmene.

Klíčová slova: obiloviny, ječmen, tuk, sušina, popel, bílkoviny

## **ABSTRACT**

Theoretical part of this diplom thesis deals with the characteristics of commonly grown cereals. This work deals with characteristics of cereals in chemical composition and morphology. The main attention is paid to barley. The work summarizes the importance of barley for food industry, it continues with description of its medical effects on human and the utilisation of barley as a green food. Further, there is characterized the methodology for chemical analysis of barley and barley products.

In the experimental part there the determination of dry matter, fat and ash content and the detection of total content of nitrogen substances in individual kinds of barley products are presented.

Keywords: cereals, barley, fat, dry matter, ash, protein

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí mé diplomové práce Ing. Daniele Sumczynski, Ph.D. za odborné rady, poskytnuté informace, velkou ochotu a také podporu při sepisování mé diplomové práce. Mé díky patří také mé rodině a blízkým přátelům za jejich podporu v průběhu celého studia.

Prohlášení

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

**OBSAH**

<b>ÚVOD.....</b>	<b>11</b>
<b>I. TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>12</b>
<b>1 OBILNINY.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 TRADIČNÍ DRUHY OBILOVIN.....</b>	<b>14</b>
1.1.1 PŠENICE ( <i>TRITICUM L.</i> ) .....	14
1.1.2 ŽITO ( <i>SECALE L.</i> ) .....	16
1.1.3 TRITIKALE ( <i>TRITICALE W</i> ) .....	17
1.1.4 JEČMEN ( <i>HORDEUM L.</i> ) .....	17
1.1.5 KUKUŘICE ( <i>ZEAMAYS</i> ).....	18
1.1.6 RÝŽE ( <i>ORYZA SATIVA</i> ) .....	19
1.1.7 OVES ( <i>AVENA L.</i> ) .....	19
1.1.8 ČIROK ( <i>SORGHUM VULGARE</i> ).....	20
1.1.9 PROSO ( <i>PANICUM MILIACEUM L.</i> ).....	20
1.1.10 PSEUDOBILOVINY .....	21
<b>2 MORFOLOGIE A CHARAKTERISTIKA OBILNÝCH ZRN.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1 ČÁSTI OBILKY.....</b>	<b>24</b>
2.1.1 OBALOVÉ VRTSVY .....	24
2.1.2 ENDOSPERM .....	25
2.1.3 ZÁRODEK .....	25
<b>2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ OBILNÉHO ZRNA .....</b>	<b>25</b>
2.2.1 SACHARIDY .....	26
2.2.2 BÍLKOVINY .....	26
2.2.3 LIPIDY .....	27
2.2.4 MINERÁLNÍ LÁTKY .....	27
2.2.5 VITAMINY .....	27
2.2.6 BIOLOGICKY AKTIVNÍ LÁTKY.....	27
<b>2.3 CHARAKTERISTIKA ZRNA JEČMENE .....</b>	<b>27</b>



2.3.1	ENDOSPERM .....	27
2.3.2	KLÍČEK.....	28
2.3.3	OBALOVÉ VRTSVY .....	28
<b>2.4</b>	<b>CHEMICKÉ SLOŽENÍ ZRNA JEČMENE.....</b>	<b>28</b>
2.4.1	SACHARIDY .....	29
2.4.2	POLYFENOLY .....	30
2.4.3	DUSÍKATÉ LÁTKY .....	30
2.4.4	LIPIDY .....	32
2.4.5	VITAMINY .....	32
2.4.6	MINERÁLNÍ LÁTKY .....	32
2.4.7	NEŽÁDOUCÍ LÁTKY.....	33
2.4.8	ENZYMY .....	33
<b>3</b>	<b>JEČMEN A VÝROBKY Z JEČMENE.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>HISTORIE PĚSTOVÁNÍ JEČMENE .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>MOŽNOSTI VYUŽITÍ JEČMENE .....</b>	<b>35</b>
3.2.1	JEČMEN POTRAVINÁŘSKÝ .....	36
3.2.2	JEČMEN SLADOVNICKÝ .....	42
3.2.3	JEČMEN KRMNÝ .....	43
3.2.4	JEČMEN PÍCNINÁŘSKÝ .....	43
3.2.5	JEČMEN PRŮMYSLOVÝ.....	43
3.2.6	JEČMEN POTRAVINÁŘSKÝ .....	44
3.2.7	MLADÝ JEČMEN.....	44
<b>4</b>	<b>ZÁKLADNÍ PRINCIPY LABORATORNÍCH METOD POUŽITÝCH V EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI .....</b>	<b>55</b>
<b>4.1</b>	<b>STANOVENÍ OBSAHU SUŠINY A VODY.....</b>	<b>55</b>
<b>4.2</b>	<b>STANOVENÍ OBSAHU POPELA .....</b>	<b>55</b>
<b>4.3</b>	<b>STANOVENÍ OBSAHU TUKU.....</b>	<b>55</b>
4.3.1	EXTRAKCE DLE SOXHLETA .....	56
4.3.2	APARATURA PRO EXTRAKCI DLE TWISSELMANNA A RANDALLA .....	57
<b>4.4</b>	<b>STANOVENÍ OBSAHU BÍLKOVIN.....</b>	<b>58</b>
<b>5</b>	<b>CÍL PRÁCE.....</b>	<b>60</b>
<b>II.</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>METODIKA PRÁCE.....</b>	<b>62</b>

6.1	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY .....	62
6.2	POUŽITÉ CHEMIKÁLIE .....	62
6.3	VYBRANÉ VZORKY OBILOVIN A POTRAVIN .....	63
6.4	STANOVENÍ OBSAHU VLHKOSTI.....	65
6.5	STANOVENÍ OBSAHU POPELA .....	65
6.6	STANOVENÍ OBSAHU TUKU.....	66
6.7	STANOVENÍ OBSAHU BÍLKOVIN POMOCÍ PŘÍSTROJE PRO- NITRO 1430.....	67
7	VÝSLEDKY A DISKUZE .....	69
7.1	VÝSLEDKY STANOVENÍ SUŠINY .....	69
7.2	VÝSLEDKY STANOVENÍ POPELA.....	70
7.3	VÝSLEDKY STANOVENÍ TUKU .....	71
7.4	STANOVENÍ BÍLKOVIN.....	73
	ZÁVĚR .....	74
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	76
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....	85
	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	86
	SEZNAM TABULEK.....	88
	SEZNAM PŘÍLOH.....	90
	PŘÍLOHA P I: VÝZNAMNÉ KULTURNÍ DRUHY RODU <i>TRITICUM</i> [103].....	91
	PŘÍLOHA P II: OBILNINY A PSEUDOOBILNINY .....	92
	PŘÍLOHA P III: ODRŮDY JEČMENE PODLE UKAZATELE SLADOVNICKÉ JAKOSTI (USJ) .....	96
	PŘÍLOHA P IV: HODNOTY JAKOSTNÍCH UKAZATELŮ SLADOVNICKÉHO JEČMENE [115] .....	97
	PŘÍLOHA P V: UKAZATELE SLADOVNICKÉ JAKOSTI [115] .....	98
	PŘÍLOHA P VI: PĚSTOVÁNÍ MLADÉHO JEČMENE V DOMÁCÍCH PODMÍNKÁCH.....	99
	PŘÍLOHA P VII: UŽÍVÁNÍ MLADÉHO JEČMENE .....	101

## ÚVOD

Obilná zrna a obilné produkty byly od pradávna významnou součástí každodenní výživy člověka. I dnes živí hlavně pšenice a rýže převážnou část světa. V obilovinách jsou obsaženy látky, které jsou nenahraditelným zdrojem energie pro činnost a růst lidského organismu. Kromě základních živin (sacharidy, bílkoviny, tuky) obsahují vitaminy, minerální látky, esenciální mastné kyseliny, enzymy, vlákninu. Těchto hodnotných látek je nejvíce obsaženo v celém zrně a v celozrnných produktech.

Ječmen je v současné době jednou ze základních potravin na Blízkém východě, ale v Evropě a v USA se užívá zejména na výrobu pivovarského a lihovarského sladu. Nejnovější světový výzkum podnítil zájem nejen o potravinářský ječmen, ale především o mladý ječmen díky jeho zdravotnímu prospěchu. Následkem toho se rozšiřuje sortiment ječných produktů.

V teoretické části diplomové práce je uveden význam obilovin z hlediska výživy a jsou zde popsány vybrané netradiční druhy cereálií. Dále se diplomová práce zabývá anatomicou stavbou zrna obilnin a obilky ječmene. V teoretické části je rovněž popsána metodika použitá k chemické analýze vybraných výrobků z ječmene.

V praktické části jsou popsány postupy stanovení vlhkosti, popele, tuku a celkového obsahu dusíkatých látek následujících výrobků z ječmene – ječné mouky, vloček, otrub s klíčky, nudlí, krup a perličkového ječmene. Výsledky jednotlivých chemických analýz jsou hodnoceny na základě požadavků na tyto výrobky a informací o nutriční hodnotě od výrobců.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 OBILNINY

Obilniny patří mezi nejvýznamnější skupinu potravinářských plodin. Pojem obilniny zahrnuje skupinu plodin (samotné rostliny), zatímco pojem obiloviny se používá pro zrna. Je historicky doloženo, že člověk začal pěstovat obilniny již v období neolitu. Obilniny jsou pěstované pro svá semena (zrna, zvaná též obilky nebo cereálie). Botanicky jsou řazeny mezi traviny. Většina obilovin patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*), výjimkou je např. pohanka, která patří do čeledi rdesnovité. Obilniny slouží především k lidské výživě. Jsou hlavní surovinou pro výrobu potravin, využívají se ke krmení hospodářských zvířat, zpracovávají se rovněž na škrob a líc. Nadzemní část se siláží, zpracovává jako sláma nebo se z ní vyrábějí rohože, košíky, kartáče. Obiloviny jsou hlavně zdrojem bílkovin, sacharidů, minerálních látek (Zn, Cu, Mn, Mo, B, Fe, P, K, Ca, Mg), vitaminů (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>). Podle údajů FAO (Food and Agriculture Organization, Organizace pro výživu a zemědělství) dodávají obiloviny lidstvu téměř polovinu energie ve stravě a polovinu konzumovaných bílkovin [1,2].

Tab. 1. Rozdělení druhů obilnin do skupin podle vlastností a požadavků na prostředí [2]

I. skupina	II. skupina
<b>pšenice, ječmen, žito, oves, tritikale</b>	<b>kukuřice, proso, rýže, čirok</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- obilka má na břišní straně podélnou rýhu</li> <li>- při klíčení se vytváří několik zárodečných koříneků</li> <li>- internodia stébla jsou dutá</li> <li>- stéblo je rozděleno kolénky na 5 až 7 článků</li> <li>- v klásku se lépe vyvíjejí spodní kvítky</li> <li>- vyskytují se ozimé, jarní příp. přesívkové formy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obilka nemá rýhu</li> <li>- při klíčení se vytváří jen jeden zárodečný kořínek</li> <li>- stéblo je vyplněné dřevem</li> <li>- stéblo je rozděleno na 8 a více článků</li> <li>- v klásku se lépe vyvíjejí horní kvítky</li> <li>- vyskytují se jen jarní formy</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- nároky na teplo jsou menší</li> <li>- nároky na vláhu jsou větší</li> <li>- ke svému vývoji vyžadují delší osvětlení během dne</li> <li>- počáteční růst je rychlejší</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nároky na teplo jsou větší</li> <li>- nároky na vláhu jsou menší (kromě rýže)</li> <li>- pro svůj vývoj potřebují kratší dobu světelné části dne</li> <li>- počáteční růst je pomalejší</li> </ul>

## 1.1 Tradiční druhy obilovin

Pro potravinářské účely se zpracovává devět druhů cereálií: pšenice, žito, kukuřice, rýže, ječmen, oves, čirok, proso a tritikale. V poslední době roste zájem o tzv. pseudocereálie, ke kterým se řadí pohanka, amarant (laskavec) a mexická quinoa (Merlík čilský) [3].

### 1.1.1 Pšenice (*Triticum L.*)

Komerčně nejdůležitější je pšenice setá (90 – 95 % produkce), která se zpracovává na bílou nebo celozrnnou mouku a pšenice tvrdá (5 % produkce), ze které se mele mouka (tzv. semolina) na výrobu těstovin. Pšenici setou můžeme dále dělit podle tvrdosti zrna na měkkou, středně tvrdou a tvrdou, podle barvy na červenou, bílou a žlutou, podle období pěstování na pšenici jarní a ozimou [3].

Pšenice má velmi vysoký obsah škrobu (50 – 70 %), obsah hrubé vlákniny je nízký (1,6 – 2,0 %). Bílkoviny tvoří v zrna pšenice 8 – 13 %. Směs dvou bílkovin, gliadinu a gluteninu, které se vyskytují se škrobem v endospermu, se nazývá gluten. Zásobní bílkoviny gliadin (prolamin) a glutenin vytvářejí s vodou lepek. Podle kvality a množství lepku se posuzuje kvalita pšeničné mouky a kvalita těsta z ní vytvořeného. Množství lepku v mouce se udává v %, kvalita lepku pomocí bezrozměrné veličiny gluten index. Lepek je jedním z potenciálních alergenů, nesnášenlivost lepku se nazývá celiakie. Obsah tuku je nízký (1,5 – 3 %), nachází se v něm velké množství nenasycených mastných kyselin (kyseliny olejové a linolové). Ty způsobují oxidaci tuku, které napomáhá kyselina fosforečná uvolněná štěpením fosfolipidů. Z vitamínů se v pšeničném zrna nacházejí hlavně vitaminy skupiny B, vitamin E, v menším množství také  $\beta$ -karoten. Z minerálních látek je nejvíce zastoupen fosfor [4].

Tab. 2. Chemické složení zrna pšenice (%) [2]

Plodina	Voda	Bezdušikáté extraktivní látky	Dušikáté látky	Vláknina	Tuky	Popeloviny
Zrno pšenice	13,5	68,0	12,5	2,2	2,0	1,8

Pšenice se zpracovává na krupici a mouku, v Evropě je základní potravinářskou surovinou pro výrobu pečiva a těstovin. Pšeničné klíčky získané při mletí ve mlýně jsou vhodné pro

lidskou výživu. Průmyslově se pšenice využívá jako surovina k výrobě škrobu, lihu nebo piva.

Rod *Triticum* se člení na 3 podrody: diploidní pšenice se 14 chromozomy, tetraploidní pšenice s 28 chromozomy a hexaploidní pšenice se 42 chromozomy. Mezi diploidní pšenice patří pšenice planá jednozrnka (*Triticum boeoticum* Boiss.) a pšenice kulturní jednozrnka (*Triticum monococcum* L.). K tetraploidním pšenícím náleží pšenice planá dvouzrnka (*Triticum dicoccoides* Körn.), pšenice dvouzrnka (*Triticum dicoccum* Schrank), pšenice Timofejevova (*Triticum timopheevi* Zhuk.), pšenice tvrdá (*Triticum durum* Desf.), pšenice naduřelá (*Triticum turgidum* L.) a pšenice polská (*Triticum polonicum* L.). K hexaploidním pšenícím patří pšenice špalda (*Triticum spelta* L.) a pšenice setá (*Triticum aestivum* L. emend. Fiori et Paol.). Rozlišují se pluchaté pšenice, které představují pšenice špalda (*T. spelta* L.), pšenice jednozrnka (*T. monococcum* L.) a pšenice dvouzrnka (*T. dicoccon* Schrank), dále pšenice nahé, zahrnující pšenici polskou (*T. polonicum* L.), pšenici setou (*T. aestivum* L.), pšenici tvrdou (*T. durum* Desf.), pšenici naduřelou (*T. turgidum* L.) a pšenici shloučenou (*T. compactum* Host). Nejznámější druhy jsou uvedeny v příloze I.

#### 1.1.1.1 Špalda (*Triticum spelta* L.)

Ve srovnání s pšenicí setou se špalda vyznačuje vyšším obsahem bílkovin (16 – 17%) s příznivějším aminokyselinovým složením. Obsah esenciálních aminokyselin je nepatrně vyšší, podobně jako u pšenice seté je limitující aminokyselinou lyzin, následovaný treoninem. Z ostatních aminokyselin je výrazně vyšší obsah leucinu. Obsah lepku je také vyšší, ale má horší kvalitu. Dále obsahuje špalda tuk s vysokým množstvím nenasycených mastných kyselin (2,5 %), sacharidy (68 %), z minerálních látek především P, K, Fe a Mg. V menším množství je zastoupen Na, Ca, Mn, Cu a Ni. Pšenice špalda je také dobrým zdrojem vlákniny (10,4 %) a vitaminů (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, β-karotenu) [6].

Tab. 3. Srovnání obsahu esenciálních aminokyselin u pšenice seté a pšenice špaldy  
(g.100 g<sup>-1</sup> proteinu) [7]

Aminokyselina	Leucin	Metionin	Lyzin	Fenylalanin
Pšenice setá	6,0	2,4	3,4	5,0
Pšenice špalda	9,0	4,0	2,8	7,0

V potravinářství se využívají oloupaná zrna špaldy, špaldové kroupy (kernotto) nebo zelená zrna (Grünkern). Z mouky pšenice špaldy se připravují těstoviny, vločky, krupice na kaše. Ze špaldy se vyrábí rovněž kávovinová náhražka a pivo. Z obilek pražených v mléčné zralosti se vyrábí speciální úpravou tzv. zelený kaviár. Jako biopotraviny se prodávají např. celozrnná špaldová mouka, bílá špaldová mouka, špalda loupaná, špaldové kafe, špaldoto aj.

### 1.1.1.2 Kamut (*Triticum turgidum* ssp. *turanicum*)

Zrno kamutu je dvakrát tak velké, než je běžné pšeničné zrno. Obsahuje až o 40 % více bílkovin, také více nenasycených mastných kyselin a minerálů. Má například o 30 až 35 % více Mg a Zn než jiné druhy obilovin. Kromě toho se kamut vyznačuje vysokým obsahem Se. Pro svou ořechovou chuť je vhodný k výrobě chleba a těstovin. Vyrábí se z něj rovněž snídaně cereálie. Je možné ho podávat jako přílohu místo rýže.

### 1.1.2 Žito (*Secale* L.)

Žito seté je naší tradiční obilovinou využívanou pro potravinářské, pícninářské, krmivářské, technické (bioetanol) a farmaceutické (námel) účely [3].

Obilka žita je nahá, podlouhlá a má šedo zelenou barvu. Žito obsahuje jen asi 9 % dusíkatých látek, z toho většinu tvoří zásobní bílkoviny gliadin (prolamin) a gluteniny. Bílkoviny žita mají odlišnou strukturu od bílkovin pšenice a netvoří lepek, ale mají vysokou biologickou hodnotu. Hrubá vláknina představuje asi 2 %, tuk asi 1,4 % a minerální látky asi 1,8 %. Jeho hlavní živinou je škrob, ale vyskytují se v něm také další polysacharidy – xylany a arabinoxylany v podobě „žitných slizů“ [8].

Tab. 4. Chemické složení zrna žita (%) [2]

Plodina	Voda	Bezdušikáté extraktivní látky	Dušikáté látky	Vláknina	Tuky	Popeloviny
Zrno žita	14,0	71,9	8,9	2,0	1,4	1,8

Nejdůležitějším výrobkem je celozrnná žitná mouka, je základní složkou chleba a perníkových produktů, využívá se také na přípravu těstovin. Je bohatá na vitaminy skupiny B, vhodná pro lidi trpící cukrovkou a podvýživou. Přidává se k mouce pšeničné z důvodu



velké lepivosti a horší zpracovatelnosti těst. Kromě mouky se do některých druhů křehkého chleba používají celá žitná zrna.

### 1.1.3 Tritikale (*Triticale W*)

Tritikale, česky „žitovec“, je křížencem pšenice a žita (obr. 9), kde původní mateřskou rostlinou je pšenice setá a otcovskou žito seté. Jeho hlavními pěstiteli jsou USA, Evropa a Austrálie. V Česku jsou pěstovány ozimé odrůdy, existují i jarní formy. Obsah dusíkatých látek v zrna je vyšší než u většiny obilovin (v průměru 15 – 17 %). Bílkoviny mají příznivou skladbu aminokyselin, zvláště vyšší obsah lyzinu. Obsah esenciálních aminokyselin je vyšší než u obou jeho rodičů nebo minimálně srovnatelný. Využití bílkovin při zkrmování je vyšší než u pšenice. BNLV (Bezdušičaté látky výtažkové) tvoří 75 – 85 %, tuk 1,5 %, hrubá vláknina 2,5 % [9].

Tab. 5. Chemické složení zrna tritikale (%) [10]

Plodina	Bílkoviny	Škrob	Vláknina	Sacharidy	Popeloviny
Jarní tritikale	10,3 – 15,6	57 – 65	3,1 – 4,5	3,7 – 5,2	1,4 – 2,0
Zimní triticales	10,2 – 13,5	53 – 63	2,3 – 3,0	4,3 – 7,6	4,0

Celozrnná mouka z tritikale má méně lepku a vysokou aktivitu amylolytických enzymů, což je nežádoucí. Avšak oproti pšeničné celozrnné mouce obsahuje více popelovin (2 %). Jelikož je těsto lepivější, zpracovává se mouka většinou ve směsi s pšeničnou nebo žitnou moukou. Stále nedocenenou vlastností tritikale je vyšší obsah bílkovin a příznivá skladba aminokyselin, především vyšší obsah lyzinu [3,11].

### 1.1.4 Ječmen (*Hordeum L.*)

Ječmen setý patří mezi nejstarší obiloviny. Zmínky o využití ječmene nacházíme v čínské a indické mytologii, v Bibli, důkazy se objevují v prehistorických dobách v Evropě, Asii a Africe. Starověké národy pěstovaly ječmen nejen jako poživatinu, ale vařily z něj i pivo. Velmi významnou úlohu hrál ječmen u starých Řeků a Římanů. Ječná kaše byla v té době běžným jídlem. Později zaujala jeho místo pšenice. Dnes zaujímá tato plodina produkcí a rozsahem osevních ploch čtvrté místo na světě [12].

Slované připravovali z ječmene kaše nebo pražili klasy. Podstatná část produkce je využívána na výrobu sladu. V menším množství se ječmen využívá v podobě krup jako zavářka do polévek, ječné vločky do cereálních výrobků, ječná mouka do těstovin, ale i pro přípravu pálenky nebo náhražky kávy – melty. Pro své výživové vlastnosti je významným krmivem [12,13,14].

Zrno ječmene má více vyvinuté oplodí, proto má vyšší obsah hrubé vlákniny (asi 4 %). Hlavní živinou je škrob, kterého je méně než u pšenice. Průměrný obsah dusíkatých látek je 8 – 15 %, limitující aminokyselinou je lyzin, i když jeho obsah je vyšší než v pšenici. Zásobní bílkovinu představuje hordein (prolamin). Zrno ječmene obsahuje asi 2 % tuku a 2 % minerálních látek. Ječmen obsahuje také antinutriční polysacharidy  $\beta$ -glukany (až 8 %) [15].

Tab. 6. Chemické složení zrna ječmene (%) [2,16,17]

Plodina	Voda	Bezdušikáté extraktivní látky	Dušikáté látky	Vláknina	Tuky	Popeloviny
Zrno ječmene	13,7	67,8	10,2	4,0	2,1 – 2,3	2,2 – 2,7

Všechny odrůdy ječmene mají zrno kryté tvrdou celulóзовou pluchou, pouze ječmen nahý je bez pluchy. Nejvíce se pěstuje ječmen dvouřadý a šestiřadý. Existuje velké množství odrůd (ječmeny jarní nebo ozimé) [2, 16].

### 1.1.5 Kukuřice (*Zea mays*)

Její přímá spotřeba jako potraviny je okrajová, přestože roste význam sladké kukuřice jako zeleniny. V potravinářském průmyslu slouží kukuřice jako zdroj oleje, škrobu, glukózy, fruktózového sirupu a bioetanolu [3].

Převládající složkou zrna jsou sacharidy, z nich hlavně škrob (60 – 70 %). Dusíkaté látky tvoří okolo 10 %. Převažují zásobní bílkoviny zein (prolamin) a gluteniny, které mají nízkou biologickou hodnotu, mají málo lyzinu a tryptofanu. Kukuřičné zrno obsahuje 3 až 5 % tuku. Tuk obsahuje z nenasycených mastných kyselin kyseliny linolovou a olejovou. V malém množství se v něm nacházejí také nasycené mastné kyseliny palmitová a stearová. Obsah hrubé vlákniny je nízký (asi 2 %). Obsah minerálních látek je také nízký

(asi 1,4 %). Velmi nízký je obsah Ca. Odrůdy se žlutými zrny mají vyšší obsah  $\beta$ -karotenu a obsahují také další žluté pigmenty – xantofyl a zeaxantin [2,18].

Tab. 7. Chemické složení zrna kukuřice (%) [19]

Plodina	Bílkoviny	Vláknina	Tuky	Popeloviny
Zrno kukuřice	10,0	2,9	4,3	1,5

### 1.1.6 Rýže (*Oryza sativa*)

Obilky se používají neloupané i loupané, mletím se připravuje rýžová mouka. Rýže je jednou z nejhodnotnějších potravin, přes 85 % energie tvoří komplexní sacharidy, je lehce stravitelná. Má pouze stopové množství tuku, neobsahuje sodík ani lepek. Hnědá rýže je navíc bohatá na vlákninu [3].

Zrno rýže má nižší obsah dusíkatých látek (asi 8 – 12 %), ale ve srovnání s pšenicí obsahují bílkoviny více lyzinu. Zásobní bílkovina se nazývá oryzenin (glutenin). Neloupaná rýže obsahuje asi 60 – 70 % BNLV, z nichž většinu představuje škrob (70 – 80 %). Dále obsahuje asi 10 % hrubé vlákniny, 2,5 % tuku, 4 – 5 % minerálních látek a vitaminy skupiny B ( $B_1$ ,  $B_2$  a  $B_3$ ) [3,20].

Tab. 8. Chemické složení zrna rýže (%) [21]

Plodina	Bílkoviny	Vláknina	Škrob	Popeloviny
Zrno rýže	8 – 11,3	14,7 – 20,9	57,1 – 65,6	1,61 – 2,24

### 1.1.7 Oves (*Avena L.*)

Více jak z 90 % se pěstuje oves setý a jako druhý v pořadí oves nahý. Oves setý má pluchatou obilku, oves nahý nemá pluchu přirostlou k zrnu, a tak se při mlácení dobře odstraňuje.

Vyniká vysokým obsahem bílkovin (až 15 %). Většinu tvoří protoplazmatické bílkoviny, které mají vyšší obsah lyzinu, metioninu a treoninu. Má rovněž vysoký obsah vlákniny (10 – 11,6 %), poměrně vysoký obsah tuku (4,5 – 5,5 %), který obsahuje kyselinu olejovou a linolovou. Vláknina je obsažena převážně v buňkách pluchy a plušky, které se při sklizni neodstraňují. Dále obsahuje hodně minerálních látek (K, P, Ca, Fe, Mn) vitaminy skupiny B, vitamin E, fosfatidylcholin a antioxidanty. Pozitivem pro lidskou výživu je obsah

slizovitých látek jako jsou licheniny a  $\beta$ -glukany, které snižují hladinu inzulinu a cholesterolu. Jeho dietetický účinek spočívá v alkaloidu aveninu, glykosidu koniferinu aj. Při vaření vytváří sliz, který má hojivé účinky na žaludeční a střevní sliznici [19].

Tab. 9. Chemické složení zrna ovesa (%) [2]

Plodina	Dusíkaté látky	Škrob	Hrubá celulóza	Tuk
Oves pluchatý	12,4	39,6	11,8	3,5
Oves nahý	16,5	56,3	1,4	8,3

### 1.1.8 Čirok (*Sorghum vulgare*)

Čirok je hlavní potravinou řady zemí Afriky, Asie i Středního Východu. Pro potravinářské využití se pěstuje čirok cukrový. Má kulaté zrno s tvrdou pluchou. Z čiroku se připravují kaše nebo placky, v malé míře (max. do 20 %) může nahrazovat pšeničnou mouku. Podle hlavních směrů využití se rozlišuje čirok obecný (*S. vulgare* var. *eusorghum*) pěstovaný hlavně na zrno, čirok technický (*S. vulgare* var. *technicum*) jako surovina pro výrobu košťat a kartáčů, čirok cukrový (*S. vulgare* var. *saccharatum*), z jehož šťávy se vyrábí líh a čirok súdánský (*S. vulgare* var. *sudanense*) využívaný jako pícnina pro krmení hospodářských zvířat [3,16].

Zrna neobsahují lepek. Hlavními složkami zrna přibližně jsou: 10 % vody, 8 – 10 % bílkovin, 70 % sacharidů, 1 – 3 % vlákniny, 3 – 6 % tuků. Mladé rostliny obsahují v zelené hmotě kyanogenní glykosid durrhin, proto na zeleno se sklízí až po dosažení určité výšky, kdy je obsah durrhinu nižší [22]

Tab. 10. Chemické složení zrna čiroku ( $g \cdot 100 g^{-1}$ )

Plodina	Bílkoviny	Sacharidy	Voda	Vláknina	Tuk
Zrno čiroku	3,2	3,2	76,0	2,7	1,8

### 1.1.9 Proso (*Panicum miliaceum* L.)

Většina prosa se zpracovává na jáhly, které jsou bohaté na bílkoviny, minerální látky (železo) a vitaminy (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, karotenoidy). Díky své nutriční hodnotě nachází uplatnění při vývoji nových funkčních potravin. Mouka z prosa se používá na pečení plochých kynutých i nekynutých chlebů, na snack výrobky, ve směsi s podílem max. do 20 % se dá využít

s pšeničnou moukou. Proso neobsahuje lepek, je vhodné pro bezlepkovou dietu celiaků [3,16].

Zrno prosa obsahuje asi 10 – 12 % dusíkatých látek, 60 – 70 % BNLV, jejichž hlavní složkou je škrob, 4 % tuku a 3 % minerálních látek. Neloupaná zrna mají vyšší obsah vlákniny, asi 9,5 % [23].

Tab. 11. Chemické složení zrna prosa (%) [2]

Typ a odrůda	Bezdušikáté extraktivní látky	Dušikáté látky	Vláknina	Tuky	Popeloviny
Proso šedé Hanácká Mana	62,20	10,06	11,27	4,04	3,18
Proso červenéUnikum	62,58	10,88	9,12	4,34	3,03

### 1.1.10 Pseudoobilniny

Jsou to rostliny z jiných čeledí než lipnicovité, které se ale přiřazují k této skupině díky stejnému hospodářskému využití a chemickému složení. Jako pseudoobilniny se označují pohanka, amarant a merlík [24].

#### 1.1.10.1 Pohanka (*Fagopyrum esculentum Moench.*)

Pohanka patří do čeledi rdesnovitých. V současné době jsou největšími producenty Čína a Rusko. Bílkovinný komplex je charakterizován vysokým podílem albuminů a globulinů a velmi nízkým obsahem prolaminů a glutelinů, což umožňuje využití pohanky pro bezlepkovou dietu. Obsahuje značné množství antioxidantů, zejména flavonoidů. Přítomný rutin má vynikající antimutagenní, antikancerogenní a protizánětlivé účinky, zvyšuje pružnost cévních stěn, reguluje srážlivost krve a posiluje imunitní systém. Obalové vrstvy pohanky obsahují antrachinonovou sloučeninu fagopyrin, která může při nadměrné konzumaci vyvolat světlocitlivost kůže [3,16].

Plod pohanky obsahuje asi 11 % dusíkatých látek. BNLV tvoří asi 52 %, většinu představuje škrob, ale ve větší míře jsou zastoupeny také některé organické kyseliny, kyselina citronová, jablečná a šťavelová. Obsah hrubé vlákniny je asi 11,5 %, tuku 2,7 % a minerálních látek 2,5 %. Z vitamínů se v pohance ve větším množství nachází niacin [25].

Tab. 12. Obsah minerálních látek v mouce z pohanky ( $\text{mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) [26]

Plodina	Ca	Mg	P	K	Zn	Cu	Mn
Mouka z pohanky	14,5	248,0	379,0	411,0	2,8	0,6	0,9

### 1.1.10.2 Amarant (*Amaranthus sp.*)

Amarant patří do čeledi laskavcovitých. Amarant má ve srovnání s obilovinami téměř dvojnásobný obsah bílkovin (asi 18 %), které se svým aminokyselinovým složením blíží bílkovinám živočišného původu (má vysoký obsah lyzinu a metioninu). Hrubá vláknina tvoří asi 2,2 %, BNLV asi 57 %, většinu představuje škrob. Tuk tvoří asi 6 – 9 % a je složen převážně z nenasycených mastných kyselin (linolové, olejové, linolenové). Vysokou nutriční hodnotu mají listy amarantu, které se v některých zemích upravují jako listová zelenina. Amarantová semena jsou dobrým zdrojem vitaminů ( $B_2$  a E) a minerálních látek. Obsahují hodně Ca, Mg, Fe a K. Amarant je významným zdrojem kyseliny listové. Neobsahuje lepek, amarantová mouka se tudíž může zařazovat do bezlepkové diety. Přidává se do pečiva, sušenek nebo těstovin v množství obvykle od 5 do 15 %. Amarantový tuk obsahuje v převážné míře nenasycené mastné kyseliny (kyselinu linolovou, olejovou, linolenovou). Tuk amarantu navíc obsahuje skvalen (7 – 8 % z celkového množství tuku), nenasycený uhlovodík, který snižuje hladinu cholesterolu a pomáhá v boji proti rakovině [3,16,27,28].

### 1.1.10.3 Merlík (*Chenopodium quinoa*)

Merlík čilský (quinoa) byl společně s bramborami a kukuřicí základní plodinou vyspělé civilizace Inků a Aztéků. Pro potravinářské účely se zužitkovávají listy, zejména ale semena. Celá semena se používají k vaření kaší, zahušťování polévek apod. Mouka z merlíku čilského neobsahuje lepek. Obsahují 60 % škrobu, 23 % esenciálních bílkovin, 5 % sacharidů, 4 až 9 % tuků. Tuk obsažený v merlíku má vysoký podíl nenasycených mastných kyselin, zejména kyseliny linolenové (90 % celkového množství polynenasycených mastných kyselin, jejichž obsah je asi 58,3 %). Lyzinu obsahuje v porovnání s ostatními obilovinami více než dvojnásobné množství (5,1 – 6,4 %). Semena jsou dobrým zdrojem vitaminů  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_9$ ,  $\beta$ -karotenu, vit. C, vit. E ( $0,59 - 2,6 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ). Z minerálních látek jsou nejvíce zastoupeny K ( $732 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ), P ( $411 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) a

Mg ( $502 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ). Mezi antinutriční látky patří saponiny, kyselina fytová a taniny. Jejich množství udává tabulka č. 14 [3,29,30].

*Tab. 13. Chemické složení zrna merlíku čilského ( $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) [30]*

<b>Plodina</b>	<b>Voda</b>	<b>Bílkoviny</b>	<b>Vláknina</b>	<b>Tuky</b>	<b>Popeloviny</b>
Zrno merlíku čilského	13,0	14,4	4,0	6,0	2,9

*Tab. 14. Obsah antinutričních látek merlíku čilského*

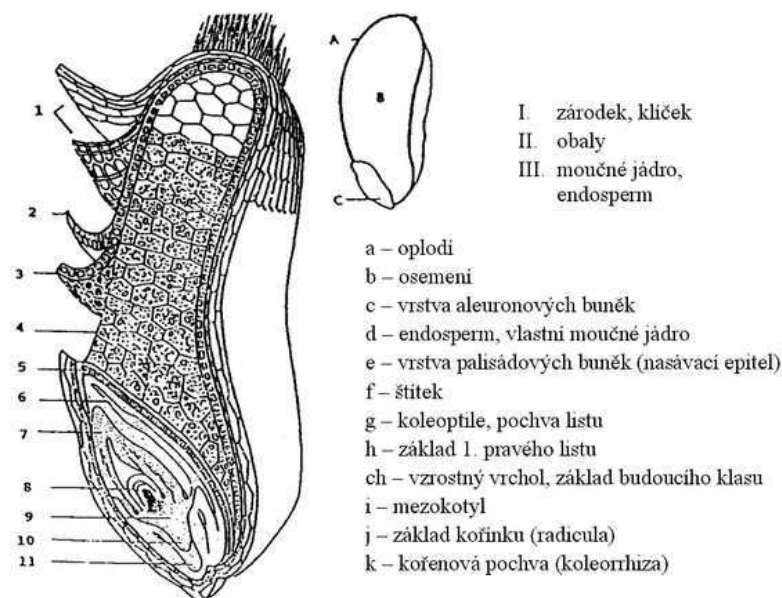
<b>Plodina</b>	<b>Saponiny (<math>\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}</math>)</b>	<b>Kyselina fytová (<math>\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}</math>)</b>	<b>Tanniny (%)</b>
Zrno merlíku čilského	9,0 – 21,0	10,0	0,5

## 2 MORFOLOGIE A CHARAKTERISTIKA OBILNÝCH ZRN

Morfologická stavba zrna všech obilovin je stejná. Zrna se liší tvarem, velikostí, hmotností a podílem jednotlivých vrstev. Plodem obilnin je obilka, která může být pluchatá (obilka je uzavřena pluchou a pluškou) nebo nahá (povrch obilky tvoří oplodí) [3,31].

### 2.1 Části obilky

Obilka se dělí na tři části: obalové vrstvy, endosperm a zárodek. Obalové vrstvy tvoří 8 – 12,5 % hmotnosti zrna, endosperm 84 – 89 %, zárodek 1,5 – 4 %.



Obr. 1. Podélný řez obilkou [1]

#### 2.1.1 Obalové vrstvy

Obalové vrstvy jsou tvořeny vnějším oplodím a vnitřním osemením, které spolu srůstají. Chrání obilku před nepříznivými vnějšími vlivy – před nadměrným vysycháním, mechanickým poškozením a mikrobiálním napadením. Ovlivňují také přístup kyslíku k zárodku, čímž regulují klíčení. Oplodí (*perikarp*) se skládá z pokožky (*epidermis*), z podélných buněk (*epikarp*), z příčných buněk (*mesokarp*) a buněk hadicových (*endokarp*). Osemení (*perisperm*) tvoří vrstva barevných buněk (dávají obilce barvu) a vrstva skelných buněk (hyalinová membrána). Obaly obsahují převážně vlákninu (tab. 15) a vitaminy skupiny B (především B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> a B<sub>5</sub>) [1,31].



### 2.1.2 Endosperm

Vnější část endospermu se skládá z jedné či více vrstev aleuronových buněk. Aleuronová vrstva obsahuje bílkoviny a tuk. V obilovinách převládají zásobní bílkoviny, jejichž biologická hodnota je relativně nízká, protože obsahují málo lyzinu. Vlastní endosperm (moučné jádro) je tvořen velkými tenkostěnnými buňkami se škrobovými zrny [31,32].

### 2.1.3 Zárodek

Zárodek (klíček) tvoří nejmenší část zrna. Je uložen na bázi hřbetní strany obilky. Shora je krytý oplodím a osemením. Štítkem přiléhá k endospermu. Jsou v něm již vytvořeny základy budoucí rostliny. Na apikální straně je vzrostný vrchol se základy listů, krytý blanitou pochvou. Na bazální straně je hypokotyl se zárodky kořínků. Na vrcholu kořene je kořenová čepička, která chrání meristematické buňky. Na povrchu zárodku je *epidermis*, na které se v pozdějších vývojových fázích vytvoří kutikula. Klíček obsahuje bílkoviny a většinu tuku a v něm rozpuštěný vitamin E. Při mlýnském zpracování se odstraňuje kvůli vysokému obsahu tuku (tab. 15). Využívá se především ke krmným účelům, ale nachází uplatnění také ve farmaceutickém průmyslu [1,31].

Tab. 15. Rozdělení látkového složení v jednotlivých částech zrna v % sušiny [1]

Složka	Popel	Bílkoviny	Tuky	Celková vláknina	Pentózy	Škrob
Oplodí a osemení	3,4	6,9	0,8	50,9	46,6	-
Aleuronová vrstva	10,9	31,7	9,1	11,9	28,3	-
Klíček	5,8	34,0	27,6	2,4	-	-
Endosperm	0,6	12,6	1,6	0,6	3,3	80,4

## 2.2 Chemické složení obilného zrna

Důležitou složkou obilného zrna je voda, za jejíž účasti probíhají všechny biochemické a fyziologické procesy během růstu, dozrávání a skladování. Podle obsahu vody se rozlišuje zrna mokré (nad 17 %), vlhké (nad 15,5 %), středně suché (nad 14 %) a suché (do 14 %) [1].

K základním složkám obilného zrna patří: sacharidy, bílkoviny, lipidy, minerální látky, vitaminy, barviva (karotenoidy), složky s růstovými regulačními a genetickými funkcemi. Průměrné zastoupení chemických složek zrna je uvedeno v následující tabulce [1].

Tab. 16. Průměrné složení zrn obilovin v % [16]

	Minerální látky	Tuk	Bílkoviny	Cukry	Škrob	Vláknina	Pentózy
<b>Pšenice</b>	1,9	2,3	14,1	5,2	66,2	2,5	7,9
<b>Žito</b>	1,9	1,9	11,6	8,8	60,4	2,0	8,4
<b>Ječmen</b>	2,6	2,3	11,0	-	69,0	4,5	-
<b>Oves</b>	3,5	7,0	12,0	-	50,0	12,0	-

### 2.2.1 Sacharidy

Největší podíl obilného zrna tvoří sacharidy, z nichž podstatnou částí je škrob. Mono- a oligosacharidy se nacházející v obilných zrnech v nepatrném množství (1 – 3 %). Monosacharidy představují pentózy a hexózy, z oligosacharidů se v zrně nejvíce vyskytují sacharóza a maltóza. Celulóza je součástí obalových vrstev a vlákniny potravy. Hemicelulózy uložené v podobalových vrstvách tvoří nestravitelnou vlákninu potravy. Jejich hlavní složkou jsou pentózy s převahou arabinózy a xylózy [1,3].

### 2.2.2 Bílkoviny

Obiloviny obsahují 6 – 15 % bílkovin. Hlavní zásobní proteiny u pšenice představují gliadiny a gluteniny, v rýži glutelin (oryzenin), v kukuřici prolamin (zein), v ječmeni hordeiny a gluteliny, v ovsu albuminy a globuliny. Nejvíce zastoupenými aminokyselinami v obilovinách jsou kyselina glutamová (ve formě aminu glutaminu) a prolin. Nízký je obsah lyzinu, treoninu a tryptofanu [1,3,33,34].

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 %	hordenin 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 %	zeinin 45,3 %

Obr. 2. Proteiny obilovin a jejich složení [33]

### 2.2.3 Lipidy

Lipidy jsou u cereálií zastoupeny v malém množství, které se pohybuje od 1 do 3 % u ječmene, rýže, žita či pšenice, do 5 – 9 % u kukuřice, resp. 5 – 10 % u ovsu. Nejvíce lipidů obsahuje klíček. 72 – 85 % tuku představují nenasycené mastné kyseliny, přičemž 55 % náleží esenciální kyselině linolové. Fosfolipidy tvoří 15 – 26 % obilného zrna [1,3].

### 2.2.4 Minerální látky

Minerální látky se podílejí na složení obilky 1,5 – 2,5 %. Pluchaté obilky se vyznačují vyšším obsahem popelovin. Nejvíce jsou popeloviny koncentrovány v obalových vrstvách, nejméně v endospermu. Obiloviny jsou na jedné straně dobrým zdrojem K, na druhé straně mají nízký obsah Na. Zrna se vyznačují také vyšším obsahem Fe, Mg, Zn a Ca. Ze stopových prvků obsahují Se [1,3].

### 2.2.5 Vitaminy

Z vitaminů jsou v cereáliích významné vitaminy skupiny B. V obalových vrstvách a klíčcích se dají nalézt vitaminy B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> a B<sub>6</sub>. Klíček je značným zdrojem vitamínu E [1,3].

### 2.2.6 Biologicky aktivní látky

Z biologicky aktivních látek je třeba zmínit cholin, kyselinu fytoovou ve formě fytátů a kyselinu *p*-aminobenzoovou jako růstový faktor a tzv. fytochemikálie (flavonoidy, glukanáty, fytáty, ligniny aj.) [1,3].

## 2.3 Charakteristika zrna ječmene

Nejdůležitější částí rostliny je zrno. V našich oblastech bývá světle žluté barvy. Jeho anatomická stavba má význam nejen při hodnocení, ale i při skladování a zpracování. Obilka se skládá z obalových vrstev, endospermu a klíčku.

### 2.3.1 Endosperm

Endosperm, moučnatou část ječné obilky, tvoří tři části. Pod osemením je uložena část aleuronových buněk skládajících se u našich jakostních dvouřadých ječmenů převážně ze

dvou vrstev tlustostěnných, hranolovitých buněk. Čím více vrstev aleuronových buněk zrna obsahuje, tím je bohatší na bílkoviny. V aleuronové vrstvě se aktivují na počátku klíčení enzymy [35].

### 2.3.2 Klíček

Klíček (zárodek) je živou částí zralého ječmene a tvoří spolu s endospermem vlastní část zrna. Pro další množení rostliny a také pro další zpracování na slad má klíček vysoký význam.

### 2.3.3 Obalové vrstvy

Obalové vrstvy chrání klíček a endosperm před nadměrným vysycháním, mechanickým poškozením a mikrobiálním napadením. Jsou tvořeny na hřbetní straně pluchou, která je složena z vysoce resistantních polymerních sloučenin, jako jsou lignin, celulóza a pentózany. Pod pluchou se nachází oplodí a osemení. Osemení je permeabilní, propouští vodu, zadržuje však vysokomolekulární látky. Obalové vrstvy jsou důležitým regulátorem klíčení, jelikož ovlivňují přístup kyslíku k zárodku [35].

## 2.4 Chemické složení zrna ječmene

Ječmen obsahuje 80 až 88 % sušiny a 12 až 20 % vody. Sušinu tvoří organické dusíkaté a bezdusíkaté sloučeniny a anorganické látky. Anorganické látky (popeloviny) tvoří podstatně menší podíl sušiny než látky organické. Jejich obsah kolísá mezi 2 – 3 %. Množství jednotlivých minerálních látek je ovlivněno zásobením rostliny živinami během růstu i zrání a podmínkami při pěstování. Skupinu organických látek v zrna ječmene představují sacharidy, které tvoří asi 75 – 85 % hmotnosti ječného zrna. Velký význam mají stopové prvky obsažené v ječmeni, např. Zn, Mg, Cu a B, které jsou důležité pro činnost řady enzymů a koenzymů [36].

Tab. 17. Chemické složení zrna ječmene v % [31]

Voda	Bezdušíkaté extraktivní látky	Dusíkaté látky	Vláknina	Tuky	Popeloviny
13,7	67,8	10,2	4,0	2,1	2,2

### 2.4.1 Sacharidy

Sacharidy představují největší část organického podílu zrna (kolem 82 %). Nacházejí se v zrně ve formě jednoduchých cukrů, škrobu, amylanu, celulózy, hemicelulóz, ligninu, gumovitých látek a slizů. Jednoduchých cukrů obsahuje obilka asi 2,5 %. Jedná se především o sacharózu (1 – 2 %) a invertní cukr, jež ovlivňuje energii klíčení. K nízkomolekulárním sacharidům patří rovněž rafinóza (0,3 – 0,5 %), která se nachází spolu se sacharózou zejména v klíčcích. Maltóza, glukóza a fruktóza se vyskytují ve stopovém množství (0,1 %) hlavně v endospermu. Jsou přítomny rovněž fruktany, neredukující polymery fruktózy. Celkové množství nízkomolekulárních cukrů závisí na stupni zralosti zrna [35].

Nejvíce zastoupenou složkou je škrob (50 – 66 %). Škrob je rezervním polysacharidem a zásobárnou živin pro klíček v době jeho klíčení. V ječném zrně tvoří převážnou část endospermu. Tvoří ho dvě složky, amyulóza a amylopektin. U pluchatého ječmene bývá obsah škrobu zastoupen 50 – 55 %, u bezpluchého 61 %. Waxy (voskový) ječmen má větší podíl amylopektinu, 97 – 100 %. Nevoskový ječmen obsahuje 15 – 25 % amyulózy a 75 – 85 % amylopektinu. Waxy ječmen je bohatší na  $\beta$ -glukany, což je žádoucí u výroby ječných potravin. Naopak nízký obsah  $\beta$ -glukanů je vyžadován u ječmene určeného jako krmivo nebo k průmyslové výrobě etanolu [36,37,38,39].

V zrně jsou dále přítomny nešetrové stavební polysacharidy (NSP), které tvoří potravinářskou vlákninu. Z polysacharidů buněčné stěny (10 – 14 %) jsou důležité především celulóza, hemicelulóza,  $\beta$ -glukany, lignin (2 %), gumovité látky. Zrno obsahuje 15 – 20 % dieteticky příznivé vlákniny, z níž na NSP připadá až 86 %, z toho cca 23 % arabinoxylanů a 56 %  $\beta$ -glukanů. V ječmeni je obsaženo 2,5 až 11,3 %  $\beta$ -glukanů, zatímco oves má 2,2 až 7,8 %, rýže 1,2 až 2,0 %, pšenice 0,4 až 1,4 %. Gumovité látky, hemicelulózy rozpustné ve vodě s vysokou viskozitou, tvoří v zrně ječmene sice malý podíl (asi 2 %), jejich vliv na viskozitu sladiny a stabilitu piva je však značný. Celulóza tvoří 4 – 7 % ječného zrna. Je hlavní stavební složkou pluchy. Obsažena je i v klíčku, oplodí a osemení. Endospermální buněčné stěny ječmene obsahují 70 – 75 %  $\beta$ -glukanů a 20 % pentózanů (hemicelulóz). Naopak je tomu v pluce ječmene, která obsahuje převážně pentózany (26 %  $\beta$ -glukanů a 67 % arabinoxylanů). Arabinoxylany, necelulózy polysacharidy, se skládají z pentóz arabinózy a xylózy. Arabinoxylany sice tvoří jen 1,5 %

hmotnosti ječného endospermu, ale jejich schopnost vytvářet vysoce viskózní roztoky může ovlivnit technologické využití ječmene [36,40,41,42,43,44,45].

#### 2.4.2 Polyfenoly

Tříslovinné látky (polyfenoly) ječmene jsou vázány v buněčných stěnách s proteiny a polysacharidy. Nacházejí se zejména v obalových částech zrna a aleuronové vrstvě. Polyfenolické látky se rozdělují na flavonoidy a fenolové kyseliny. Flavonoidy jsou v přírodě nejrozšířenější skupinou polyfenolů. V pivovarských surovinách a pivu jsou přítomny jak v monomerní, tak v polymerní formě. Z fenolových kyselin je v pivovarství nejznámější kyselina ferulová a deriváty kyseliny *p*-hydroxybenzoové [46].

Obilka ječmene obsahuje 100 až 400 mg.kg<sup>-1</sup> polyfenolových látek. Zhruba 80 % tvoří flavanoly, 13 % flavonoly, 5 % fenolové kyseliny a 2 % nepolární sloučeniny. Obsah polyfenolů se snižuje se zvyšujícím se množstvím bílkovin. Polyfenoly uvolňované enzymovou činností inhibují klíčení ječmene. Při máčení ječmene se částečně vyluhují. Ječmen představuje potenciál pro ve vodě rozpustné polyfenolové antioxidanty, které odstraňují volné radikály a snižují riziko kardiovaskulárního onemocnění. Kromě genetické dispozice ječmene je obsah a složení polyfenolových látek ovlivněn půdně klimatickými podmínkami při vegetaci a fyziologickým stavem obilky ječmene při sladování [46,47,48].

V ječmeni jsou přítomny také tzv. antokyanogeny a tanoidy (nízkomolekulární a středně molekulární polyfenolové látky). Antokyanogeny se vyskytují v aleuronu a jejich nosičem je bílkovina hordein.

#### 2.4.3 Dusíkaté látky

Ječné zrna je také zdrojem bílkovin. Jejich obsah v ječmeni kolísá od 8 do 12 %, ale i do 16 %. Dusíkaté látky v ječmeni nejsou tvořeny pouze bílkovinami, nýbrž širokým spektrem látek, obsahujících dusík v různých vazbách a o různé hmotnosti molekul. Celkově lze dusíkaté látky rozdělit do dvou základních skupin: dusíkaté látky typu bílkovin a jejich štěpných produktů (aminokyseliny, peptidy, peptony a pravé bílkoviny – proteiny) a dusíkaté látky nebílkovinné povahy (dusíkaté báze, složky fosfatidů, malé množství amidů a monných solí) [49].

Podle obsahu dusíkatých látek se posuzuje vhodnost ječmene pro sladovnické účely. Optimální množství vyjádřené jako obsah bílkovin ( $N \times 6,25$ ) se pohybuje v rozmezí 10-11,5 %. Bílkoviny jsou uloženy v aleuronové vrstvě jako lepkové bílkoviny, pod aleuronovou vrstvou na vnější straně endospermu jsou tzv. fyziologické neboli rezervní bílkoviny. Při klíčení jsou přednostně štěpeny a dodávají hlavní množství rozpustných bílkovin. Histologické neboli tkáňové bílkoviny se nalézají v membránách buněk endospermu. Chemické složení bílkovin ječmene se liší podle velikosti molekul, vazby aminokyselin či podle rozdílnosti ve složení peptidových řetězců. Podle rozpustnosti se bílkoviny dělí na albuminy, globuliny, hordeiny a gluteliny [36].

Tab. 18. Rozdělení bílkovin podle rozpustnosti [49,50]

Druh bílkoviny	Rozpustnost	Obsah (%)
Albuminy	ve vodě, ve zředěných roztocích solí, kyselin a hydroxidů	4
Globuliny	v roztocích elektrolytů	18
Hordeiny	v 70% alkoholu	37
Gluteliny	v alkalických nebo alkalizovaných rozpouštědlech	32

Tab. 19. Podíl dusíkatých frakcí z celkového dusíku v ječmeni v % [11]

Obsah N	Albumin	Globulin	Hordein (prolamin)	Hordenin	Ro zp. N	Zbyt. N
1,34	4,4	2,3	9,9	26,5	9,7	37,2
1,65	4,4	11,9	12,1	23,6	9,2	38,8
2,09	2,2	10,9	14,7	30,3	6,7	35,3
2,81	2,9	9,4	15,9	32,4	6,5	32,9
3,16	3,8	8,5	23,6	32,8	7,0	24,3
3,40	3,8	7,6	26,7	33,2	7,8	20,9

Hordeiny jsou zásobní proteiny ječmene. C-hordein je schopný bránit oxidaci nenasycených mastných kyselin. Jeho antioxidační aktivita může být zvýšena enzymatickou hydrolýzou [51].

Tab. 20. Obsah esenciálních aminokyselin v ječmeni ( $\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  proteinu) [3]

Aminokyselina	<b>Fenylalanin</b>	<b>Histidin</b>	<b>Izoleucin</b>	<b>Lyzin</b>
	5,2	2,1	3,6	3,5
Aminokyselina	<b>Metionin</b>	<b>Treonin</b>	<b>Tryptofan</b>	<b>Valin</b>
	2,2	3,2	1,5	5,0

#### 2.4.4 Lipidy

Lipidy jsou obsaženy v ječném zrně v množství 2,5 až 3 % především v aleuronové vrstvě, v pluchách a asi  $\frac{1}{3}$  z celého množství je v klíčku. Při sladování jsou zdrojem energie, přičemž převážná část lipidů zůstává v mlátě. Z nenasycených mastných kyselin má zrno ječmene nejvyšší obsah kyseliny linolové a olejové (tab. 21). K lipidickým sloučeninám se řadí i tzv. hořké látky ječného zrna – hořké pryskyřice [36,52].

Tab. 21. Obsah mastných kyselin v obilovinách [16]

	Obsah mastných kyselin v %				
	Palmitová	Stearová	Olejová	Linolová	Linolenová
Pšenice	14 – 17	1 – 3	20 – 45	40 – 50	2 – 3
<b>Ječmen</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>33</b>	<b>54</b>	<b>stopy</b>
Oves	10	2	59	31	29 – 40
Žito	2 – 6	3 – 8	18 – 35	48 – 61	1 – 2

#### 2.4.5 Vitaminy

V ječmeni je důležitý obsah vitaminů skupiny B ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ ,  $B_5$ ,  $B_9$  a biotin), vitaminu E a vitaminu C. Průměrné množství celkových tokolů je  $69,1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  sušiny, u tokoferolů  $15,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ , u tokotrienolů byl zjištěn průměr  $53,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ .  $\alpha$ -tokoferol představuje 11 – 19 % z celkových tokolů,  $\gamma$ -tokotrienol 10 – 22 %,  $\beta$ -tokotrienol 7 – 20 % [12,53].

#### 2.4.6 Minerální látky

Z minerálních látek se v ječmeni vyskytuje ve větším množství K a P.

Tab. 22. Obsah minerálních látek v ječmeni ( $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ) [54]

Minerální látky	Na	K	Ca	Mg	P
<b>Množství</b>	9	280	29	79	221



Tab. 23. Průměrný obsah minerálních látek ve výrobcích z ječmene [55,56]

Obsah minerálních látek								
Výrobek	mg.100 g <sup>-1</sup>							μg.100 g <sup>-1</sup>
	Na	Mg	P	K	Ca	Fe	Zn	Cu
Zrno ječmene		0,7 – 1,5			0,23 – 0,5			
Vločky					27,0	1,9		
Kroupy	2,0	70,0	278,0	267,0	31,0	2,5	2,0	0,39
Otruby						0,08		
Mouka		20,0	90,0	100,0	15,0	1,5		
Mladý ječmen	4,74	3,96	3,94	68,30	5,48	0,13	0,027	15,0

#### 2.4.7 Nežádoucí látky

Ječmen obsahuje také řadu nežádoucích látek, které se v zrně vyskytují jako produkty sekundárního metabolismu nebo meziprodukty základních metabolických reakcí, případně jako stavební látky buněk. K těmto látkám se řadí kyselina fytová, neškrobové polysacharidy a fenolické látky. Na druhou stranu působí neškrobové polysacharidy (hlavně jejich rozpustná forma) a různé skupiny polyfenolických látek příznivě v prevenci civilizačních chorob. Tyto látky mohou mít tedy pozitivní i negativní význam. Záleží na využití zrna, zda je určeno ke zkrmování nebo slouží k lidské výživě.

Kyselina fytová snižuje využitelnost minerálů obsažených ve stravě. V pečivu se objevuje ve formě soli – fytátů, které na sebe vážou minerály v něm obsažené (zejména K a Mg, dále Fe, Ca a P). S těmito tvoří pevné vazby a vytváří tak komplexní, pro lidský organizmus velmi obtížně stravitelné, složky. Běžný chléb, k jehož výrobě se používá technologie přímého vedení těsta, obsahuje tyto soli v nezměněné formě. Krátký čas výroby pečiva při přímém vedení těsta neumožňuje rozložit soli kyseliny fytové. Při nepřímém vedení těsta se díky bakteriím mléčného kvašení a dostatečnému času prokvašování mouky s vodou kyselina fytová a fytáty rozloží a uvolní se jak minerály, tak inositol, jenž představuje pro organizmus využitelnou formu kyseliny fytové.

#### 2.4.8 Enzymy

Enzymy jsou bílkovinné makromolekuly se schopností katalyzovat různé typy chemických reakcí (tab. 24). Nejpočetnější skupina oxidoreduktáz ovlivňuje obsah polyfenolů, barvu

sladiny a piva, jeho koloidní a senzoricke stabilitu. K nejvýznamnějším z těchto enzymů patří kataláza, peroxidáza a superoxid dismutáza, jež brání žluknutí zrna.  $\beta$ -glukanáza je důležitá při depolymeraci ječného  $\beta$ -glukanu během sladování. Zástupci amylolytických enzymů,  $\alpha$ -amyláza a  $\beta$ -amyláza, se podílejí na hydrolýze škrobu. Negativní je zvýšená aktivita enzymu lipoxygenázy (LOX) katalyzující oxidaci polynenasycených mastných kyselin [36].

Tab. 24. Enzymy v ječmeni [36]

<b>Oxidoreduktázy</b>	lipoxygenáza, superoxid dismutáza, kataláza, peroxidáza, polyfenoloxidáza
<b>Transferázy</b>	transglukosidázy: D-enzym, P-enzym, O-enzym
<b>Hydrolázy</b>	esterázy: lipázy, fosfatázy
	karbohydrázy: $\alpha$ -amyláza, $\beta$ -amyláza, hraniční dextrináza, R-enzym, maltáza, sacharáza
	hemicelulázy: štěpící glukany a pentózy ( $\beta$ -glukanáza, solubiláza, xylobiáza, arabinosidáza, xylanázy)
<b>Lyázy</b>	aldoláza, karboxydismutáza
<b>Isomerázy</b>	ribuláza-5-fosfát-epimeráza
<b>Lipázy</b>	acetyl-CoA-karboxyláza

### 3 JEČMEN A VÝROBKY Z JEČMENE

V současné době je ječmen po rýži, pšenici a kukuřici čtvrtou nejrozšířenější obilninou na světě. Se stoupajícím zájmem o výživu roste poptávka po potravinářském ječmeni, zvyšuje se také jeho potřeba jako suroviny pro výrobu lihu. Uplatnění ječmene v medicíně nabízí další možnosti jeho využití.

#### 3.1 Historie pěstování ječmene

Ječmen patří mezi nejstarší kulturní plodiny. Počátky pěstování ječmene zasahují do období 10 000 let př. n. l. do oblasti Babylónie a Egypta. Ječmen dvouřadý je původem z Přední Asie a ječmen víceřadý pochází z Východní Asie. K jeho zkulturnění došlo v oblasti tzv. úrodného půlměsíce, v oblasti dnešního Blízkého a Středního východu [57,58].

Mnohé starověké národy pěstovaly ječmen jako potravinu, zejména pro ječnou kaši, ale také k výrobě piva. Ječmen sloužil hlavně pro lidskou výživu, využíval se však také jako léčivá rostlina s protizánětlivými a antiseptickými účinky. U indoevropských národů bylo zrno ječmene nejmenší váhovou a délkovou jednotkou. Šestiřadý ječmen byl vyobrazen na řeckých mincích. Homér zmiňuje ječnou mouku jako obětní dar, byl stravou gladiátorů [59,60].

V našich zemích je pěstování ječmene doloženo v 5. století př. n. l. Rozšířil se v době keltské, kdy měl po pšenici druhé nejvýznamnější místo. Používal se na chléb a pivo. Pro Čechy byl v již devátém století spolu s prosem a nahými pšenicemi nejvýznamnější plodinou. Největší význam měl ječmen v době Velké Moravy.

#### 3.2 Možnosti využití ječmene

Podle užitkových směrů členíme ječmen na potravinářský, sladovnický, krmný, pícninářský a průmyslový. Nejznámějším produktem z ječmene jsou ječné kroupy, které se přidávají do polévek a dušených jídel. Kromě běžných krup se vyrábějí ječné celozrnné vločky, lupínky, ječná mouka se přidává do těstovin, knedlíků, zavářek, kroket, omáček, cukrářských výrobků, pudinků a krémů. Ječmen není chlebovinou (obsahuje málo lepku), přesto se používá na pečení plochých chlebů a placek. Z ječmene se připravuje náhražka kávy – melta.

### 3.2.1 Ječmen potravinářský

Ječmen se dnes využívá hlavně pro sladařské účely. Spotřeba ječmene pro přímou lidskou výživu se u nás pohybuje okolo 1,2 – 1,6 kg na osobu za rok. Pro potravinářské využití se využívá jak ječmen pluchatý, tak i ječmen bezpluchý, který má ale nižší výtěžnost. Ječmen obsahuje vysoké množství esenciálních aminokyselin (především lyzinu),  $\beta$ -glukanů a vitamínu E. Potravinářský ječmen se využívá především k výrobě krup. Vzhledem k příznivému účinku vlákniny na snížení hladiny cholesterolu, snížení rizika výskytu rakoviny tlustého střeva a prevence obezity a cukrovky jsou vhodné odrůdy s vyšším obsahem  $\beta$ -glukanů (více než 5 %) a stravitelné vlákniny. Patří k nim hlavně ječmen bezpluchý [3,12].

#### 3.2.1.1 Výrobky z ječmene

Z ječmene se vyrábí kroupy, krupky, ječné krupice, ječná mouka a ječné vločky. Drcením vyčištěného ječmene se získává ječná krupice. U ječných výrobků byly zjištěny antivirové či protirakovinové schopnosti. Uplatňují se při léčbě vředových žaludečních chorob nebo pro celkové posilování organismu proti stresovým zátěžím [1].

#### Ječné kroupy

Ječné kroupy byly v minulosti významnou složkou potravy ve formě zavárek do polévky, přílohy k masitým jídlům i jako samostatný pokrm. Jejich spotřeba v současné době značně poklesla a má spíše sezonní charakter (např. zabijačkové kroupy). Vyrábějí se tyto tržní druhy: kroupy velké, střední, zabijačkové, malé, perličky a lámanka. Všechny tržní druhy musí mít vlhkost max. 15 %, podíl částečně obroušených nebo neobroušených zrn max. 2 %, podíl slupek max. 0,1 % a 0,15 % minerálních nečistot. Kroupy musí být bílé s namodralým odstínem, lámanka a perličky na lomu jasně bílé [16].

Kroupy se získávají ze zrna ječmene odstraněním vnějšího nestravitelného obalu (plev), otrub a větší části klíčku. Přidávají se do polévek a dušených jídel. Při výrobě krup se zrno nejprve čistí a třídí na velikostní frakce, poté se loupe na hrubém smirkovém kameni, brousí na vertikálních loupačkách a leští na pomalubežných loupačkách. Nakonec se kroupy velikostně třídí na kruhových sítích [1,14].



*Obr. 3. Kroupy – obroušená zrna ječmene [14]*

Dříve se kroupy mohly vyrábět pouze z kulatého ječmene. Zadní a dlouhý ječmen se k jejich výrobě nehodil. Ječná zrna se postupně obrušovala tak, aby se špičky a slupky zrna odstranily a zůstalo jen holé jádro. Tyto velké kroupy s částí slupky ve spáře rozdělující zrna, se nazývaly holce. Pokud se zrna dál obrušovala, získalo kulatý tvar a nazývalo se kroupami. Kroupy měly ještě patrnou spáru. Po odstranění spáry dalším obrušováním vznikly tzv. perličky. K výrobě krup se používal stroj zvaný krupník. Ječmen se nejprve vyčistil, pak přišel na třídící žejbra, kde se roztřídil dle velikosti. Mlynář vpustil určitou dávku ječmene do krupníku a po určitém čase ji vypustil, načež se celý postup opakoval. Zrna se obrušovala obvodem pískovcového kamene. Ječmen zbavený slupky vypadl z krupníku a přišel na stroj zvaný cylindr, kde se zbavil mouky a otrub. Odtud směřoval na žejbra, kde se opět třídil podle velikosti. Většinou se kroupy nasypaly znovu na kámen a dále se brousily, až vznikla kulatá kroupa s rýhou na povrchu, v níž byla část otruby dodávající kroupám ostrou příchut'. Takové kroupy přicházely již do obchodu. Pokud se kroupy ještě vrátily na krupník, obrušovaly se, až rýha zmizela. Tímto postupem se získalo dost ječné mouky, méně jemných krup. Někdy se krájely holce na zvláštních krájecích stolicích na menší díly, jež se obrousily na krupníku do kulata. Takto vyrobené malé kroupy nazývané perlové nebyly tak chutné. Vyrobené kroupy všech druhů se vysévaly na zvláštním vysévači, který je očistil od prachu a rozdělil podle velikosti. V některých krajích se vyráběly tzv. krupky. Ječmen řádně vyčištěný se vyšrotoval na krupice, část nejlepších krupic se semlela na mouku (ječný výražek) a část krupic dobře vyčištěných, se schytala jako krupky. Ječný výražek se použil na pečivo nebo do chleba, krupky se různým způsobem upravovaly na chutné pokrmy.

Dnes se ječmen zpracovává tak, že se nejprve zbaví příměsí a nečistot. Zrna se rozměrově třídí, aby se vyloučila nevyvinutá zrna, která snižují jakost a vzhled finálních výrobků. Loupaním, obrušováním a leštěním krup se odstraňují povrchové vrstvy ječmene. Kroupy se

třídí podle velikosti na žejbrech s přímovratným pohybem. Z velkých krup se další výrobky získávají řezáním, obušováním, tříděním na sítích a vzduchem. Před balením se provádí kontrola feromagnetických nečistot všech krupařských výrobků [16].

Pro výrobu jedlých mlýnských výrobků z ječmene se používají jak klasické stroje běžné v obilních mlýnech, tak speciální zařízení pouze pro zpracování ječmene. Příjem, předčištění a čištění ječmene se provádí na běžných strojích: aspiratéry, sítové třídící stroje, obilné váhy, vzduchové kaskády, odkaménkovače, triery, koukolníky. Loupání ječmene probíhá třístupňově na perut'ových vertikálních loupacích strojích s různou obvodovou rychlostí a charakterem povrchu smirkových kotoučů. K broušení a leštění slouží vertikální brousící stroje s brusnými kotouči s jemnějším zrněním a nižšími obvodovými rychlostmi. Ke třídění krup dochází pomocí rovinných vysévacích strojů nebo žejber na děrovaném plechu s kruhovými otvory. Řezání probíhá na rýhovaných válcích. Kontrolu jakosti krup před balením zajišťují vzduchové skříně a permanentní magnety [16].

Tab. 25. Chemické složení krup vyrobených z bezpluchého ječmene [16]

%			mg.100 g <sup>-1</sup>	Esenciální aminokyseliny mg.g <sup>-1</sup>		
Bílkoviny	Škrob	Lipidy	Tokoferoly	Lyzin	Treonin	Metionin
11,0	69,7	1,9	3,6	5,1	4,2	0,3

### Ječné vločky

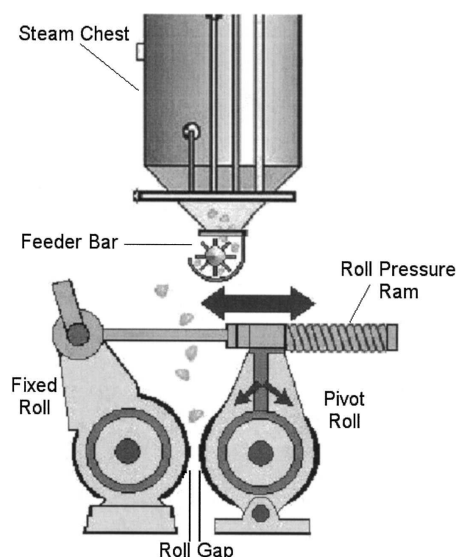
Vločky je možné konzumovat syrové, opražené, považené nebo spařené horkou vodou či mlékem.



Obr. 4. Ječné vločky

Vločky se získávají tak, že se obilné zrno nejprve navlhčí v páře, pak se rozdrtí mezi dvěma válci a lisuje do tenkých plátků. Před vlastním zpracováním je ječmen zbaven příměsí a nečistot. Roztřídí se podle velikosti a směřuje do loupacího stroje. Následuje třídění obilek zbavených pluch od nevyloupaného ječmene. Poté je broušením z povrchu

obilky odstraněn vousek. Po kontrolním rozměrovém a vzduchovém třídění se kondiciuje. Při tomto zákroku dochází ke snížení vlhkosti o 3 – 5 %. Vytvoří se tím podmínky pro následné hydrotermické ošetření. Toto ošetření (teplota 90 – 95 °C, vlhkost 18 – 22 %) ovlivňuje chuť, trvanlivost a dobu, potřebnou k vaření výrobku. Při hydrotermické úpravě denaturují bílkoviny, částečně se hydrolyzuje škrob a inaktivují se lipolytické enzymy. Bezprostředně po napaření vstupuje ječná rýže do vločkovací válcovací stolice, kde dostanou vločky svůj konečný tvar. Tepelné zpracování lze provádět také ve dvou stupních. Potom následuje sušení a chlazení, kontrola feromagnetických nečistot a balení. Při výrobě jemných (drcených) vloček se rýže po rozměrovém a vzduchovém třídění vede na řezací stroje, kde se příčně rozdělí na 2 až 3 části. Další postup je stejný jako při výrobě klasických vloček [16,35,61,62].



Obr. 5. Výroba vloček [62]

### Ječná mouka

Ječná mouka se mele buď z čištěného zrna, nebo z ječných krup. Mletí mouky je náročnější u pluchatých odrůd ječmene, protože pluchy mohou ucpávat otvory sít. Obecnou zásadou je co nejrychlejší mletí ječmene, aby mouka nezačala hnědnout. Ječmen se svým složením podobá pšenici. Obsahuje však méně glutenu, což činí pečivo z ječné mouky hutnější a těžší. Ječnou mouku lze použít na vaření a pečení ve formě příměsí do běžné mouky na zlehčení a zvýšení svěžesti, zejména do knedlíčků, zavářek, omáček, pudinků a krémů. Jako maximum je doporučováno 10 %, v praxi se přidává 15 – 20 % ječné mouky. Vliv přídavku ječné mouky do pšeničné byl zkoumán u indického chleba chapatis. Bylo

zjištěno, že více jak 10 % přídavku zhorší strukturu těsta a sníží jeho objem, zatímco barva a vzhled je přijatelný při 30 % a chuť ještě při 40 % ječné mouky. Péci pouze z ječné mouky se nedoporučuje, protože má extrémně nízký obsah lepku. Pečivo s přídavkem celozrnné ječné mouky pomáhá při žaludečním kataru, dyspepsii (žaludeční neuróza), žaludečních a dvanácterníkových vředech, zánětu žaludku, tenkého střeva a kolitidě. Ječná vláknina pomáhá předcházet zácpě a všem komplikacím s ní spojených, včetně karcinomu tlustého střeva [1,41,63,64].

### **Ječné otruby**

Ječné otruby jsou odpadní produkty při zpracování ječmene, které se získávají odstraněním vnějšího nestravitelného obalu (plev) od zrna. Jsou velmi bohatým zdrojem vlákniny. Regulují rychlost průchodu potravy střevem, tím vytvářejí podmínky pro zlepšení vstřebávání živin. Otruby také zajišťují stálou hladinu cukru v krvi a zároveň snižují hladinu cholesterolu. Jejich konzumace přispívá k prevenci zácpy, karcinomu tlustého střeva. Dietní vláknina zvyšuje viskozitu žaludku a střev, zpomaluje promíchávání jejich obsahu, omezuje přístup pankreatických lipáz a amyláz k substrátům, a tím adsorpci živin. Vláknina na sebe váže minerální látky (ionty Fe, Ca, Cu a Zn), čímž se mění jejich dostupnost. Nerozpustná vláknina prochází trávicím traktem neporušená, pomáhá peristaltice střev. Rychlé zformování stolice ale zhoršuje vstřebání některých živin. Kromě minerálních látek se také vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E a K) a bílkoviny nestihnou vstřebat. Na vstřebání živin má rovněž špatný vliv i nadýmání, které je tvořeno nadbytkem vlákniny ve spojitosti s některými druhy sacharidů, které se dostávají spolu s vlákninou až do střev.

Podle granulace se otruby dělí na hrubé (od kartáčování a šrotů) a jemné (z vymílání a loupání). Při mletí ječmene se získá asi 22 % otrub. Lze je účinně použít i pro léčení ekzémů v podobě koupele.





Obr. 6. Obilné otruby [65,66]

### Hato-Mugi (Perličkový ječmen)

Perličkový ječmen je obilnina podobná ječmeni. Je známá pod názvem „Jobovy slzy“ anebo „Slzovka obecná“ (*Coix lacryma-jobi* L.). Slzovka je jednoletá tropická obilnina z čeledi lipnicovitých. Vyskytuje se v tropické i subtropické východní Asii. Její semena se používají k výrobě mouky, pražená jako náhražka kávy nebo do polévek – podobně jako kroupy. Hato-Mugi má vysoký obsah aminokyselin, 18 z 20, včetně všech esenciálních. Perličkový ječmen se vyznačuje vysokým obsahem  $\beta$ -karotenu, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, P a Zn. Semena obsahují přes 10 % vody, 52 % škrobu, přibližně 18 % bílkovin a 7 % tuku. Obsahují také menší množství vitaminů skupiny B. Pražená semena s cukrem se jí jako cukrovinka, loupaná jako burské oříšky. Hato-Mugi se vaří jako rýže nebo kroupy, má i podobnou konzistenci a specifické, nepříliš výrazné aroma. Může sloužit jako příloha, dávat se do kaší nebo nákypů. Vývar ze slzovky je možné pít jako léčivý čaj [67].

Tab. 26. Chemické složení Hato-Mugi [68]

Voda	Bílkoviny	Tuk	Vláknina	Popel	Ca	P	Fe	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
g.100 g <sup>-1</sup>					mg.100 g <sup>-1</sup>					
11,2	15,4	6,2	0,8	1,9	25,0	435,0	5,0	0,2	0,2	4,3



Obr. 7. Perličkový ječmen [69]

Hato-Mugi má silné čistící účinky. Dokáže „vytáhnout“ nadměrné teplo a vlhko z těla a tím zlepšit funkci zažívání. Jelikož posiluje žaludek, používá se při poruchách trávení, dále při revmatických potížích, bolestech svalů a kloubů, působí proti bradavicím a tvorbě mateřských znamének. Může podpořit léčbu při zánětech močového měchýře, zápalu průdušek a plic, akné. Zároveň podporuje funkci sleziny a jeho použití je vhodné i při nechutenství, průjmech či proti střevním cizopasníkům. Tradiční čínská medicína považuje perlivý ječmen za potravinu, která pomáhá uvolňovat živočišné tuky a škodliviny z organismu, snižuje cholesterol, má příznivý vliv na pokožku. Dokonce chrání před spálením pokožky a zpomaluje šedivění vlasů. Zajímavé je použití proti různým druhům zhoubných nádorů; v poslední době se zjistilo, že v semenech obsažený triterpenoid coixenolid má kancerostatické účinky.

Vzhledem ke značné tvorbě biomasy se o ní uvažuje též jako o energetické rostlině [67].



*Obr. 8. Slzovka obecná [67]*

### **Ječná whisky**

Výroba probíhá ve čtyřech etapách: sladování, příprava zápary, kvašení, destilace. Ječmen se prosyje a 2 až 3 dny se máčí. Vlhký ječmen klíčí 8 až 12 dní. Naklíčený ječmen se suší v sušárně, kterou prochází horký vzduch a kouř z rašelinové pece. Usušený slad se rozemele a smíchá se s horkou vodou. Rozpustný škrob se mění na záparu, která se stočí. Po ochlazení se zápara přečerpá do kvasných nádrží, přidají se kvasinky. Asi po 48 hodinách se změní na slabý alkoholový roztok podobný pivu, kterému se říká zkvašený rmut. Whisky se destiluje dvakrát v kotlíkových destilačních zařízeních [70].

### **3.2.2 Ječmen sladovnický**

Asi 30 % ječmene na světě je pěstováno jako sladovnický ječmen. ČR zaujímá v produkci sladu páté místo po Německu, Británii, Francii a Dánsku. Sladovnický ječmen se u nás pěstuje převážně jako jarní forma. Máme pro pěstování ječmene nejen vhodné půdy a

příznivé povětrnostní podmínky, ale i dlouholetou šlechtitelskou a pěstitelskou tradici. Pro výrobu sladu se na našem území vždy pěstovaly vybrané odrůdy jarního, dvouřadého, níčího ječmene, které dodnes tvoří genetický základ mnohých zahraničních odrůd. Naší nejlepší sladovnickou odrůdou je odrůda Diamant. Jakostní požadavky na sladovnický ječmen se odvíjejí od normy 46 1100-5. K hlavním kritériím jakosti patří obsah bílkovin (max. 11 %), podíl předního zrna, obsah  $\beta$ -glukanů (max. 1,5 – 2 %) (příloha III) [42,57,60].

Při posuzování kvality ječmene využíváme Ukazatele sladovnické jakosti (USJ). Nejdůležitější z nich jsou obsah extraktu a aktivita enzymů. Mezi USJ patří i hodnocení bílkovin obsažených v obilce, které provádíme Kjeldahlovou metodou, určení relativního extraktu při 45 °C, friabilita (křehkost sladu – sklovitý a rozpustný podíl sladu), Kolbachovo číslo (podíl dusíkatých látek, které při rmutování přejdou ze sladu do sladiny), obsah  $\beta$ -glukanů a v poslední době i čirost mladiny (příloha IV a V).

### 3.2.3 Ječmen krmný

Většina vypěstovaného ječmene se používá ke krmným účelům. V ČR se zkrmuje asi 70 % produkce ječmene. Krmný ječmen se pěstuje ve formách víceřadých i dvouřadých, ozimých i jarních, pluchatých i bezpluchých. Má vyšší obsah bílkovin (asi 15 %) a lyzinu a nižší obsah  $\beta$ -glukanů (1,5 – 2 %). Mimo vysoký obsah bílkovin a esenciálních aminokyselin v zrně je důležitý i vysoký podíl škrobu. Krmný ječmen se vyznačuje dobrými dietetickými vlastnostmi. Má příznivý vliv na jakost masa a tuhost tuku. Využívá se především k výkrmu prasat a skotu. U drůbeže se uplatňuje méně, protože obsahuje neškrobové polysacharidy, zejména  $\beta$ -glukany a pentózy. Požadavky na zrně ječmene pro jiné než sladovnické využití stanovuje norma ČSN 46 1200-3 [12,42,71].

### 3.2.4 Ječmen pícninářský

Ječmen pícninářský se využívá jako podklad pro sklizeň celých rostlin. Jarní ječmen slouží jako krycí plodina pro výsev víceletých pícnin (vojtěška, jetel a jetelotrávy) [12].

### 3.2.5 Ječmen průmyslový

Spotřeba ječmene pro technické účely je nízká. Průmyslový ječmen se pěstuje pro výrobu lihu, zvláště whisky, škrobu, detergentů, kosmetických a farmakologických přípravků.

Využívá se při výrobě etanolu jako náhradní surovina po vymrzlých či jinak poškozených porostech pšenice a tritikale. Doporučuje se zvláště bezpluchá forma [9,12].

### 3.2.6 Ječmen potravinářský

Za ječmen potravinářský se považuje ječmen setý jarních odrůd. Využívá se 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  $\beta$ -glukanů (více než 5 %) a stravitelné vlákniny. Patří k nim hlavně ječmen bezpluchý.

### 3.2.7 Mladý ječmen

Mladý ječmen patří k tzv. Green Foods. Český překlad tohoto výrazu „zelené potraviny“ není přesný. Jedná se o produkty vyráběné z mladých rostlin a výhonků pěstovaných bez chemických postřiků a hnojiv. Proto je vhodnější označení „živé potraviny“. Největší důraz je kladen na rychlé a zároveň šetrné zpracování rostlin. Tyto rostliny se pěstují v oblastech s úrodnou půdou a dostatečným množstvím srážek. Výhonky jsou chráněné před slunečním svitem. Ihned po sklizni se suší, následně jsou slisovány a uskladněny v mrazících boxech při nízké teplotě k dalšímu zpracování. Název „Mladý ječmen“ je odvozen od zpracování mladé rostliny ječmene, ve fázi růstu před viditelným prvním kolénkem. V tomto stadiu obsahuje totiž největší množství pro tělo prospěšných látek [72].

Již 5000 let před Kristem znali Egypťané mladé rostlinky zeleného ječmene jako posilující prostředek. Keltové léčili pomocí šťávy ze zelené obilné trávy zranění. Indiáni používali zelený ječmen k vnitřní i vnější léčbě pro jeho schopnost léčit tělo [72].

Japonský farmakolog Dr. Yoshihide Hagiwara testoval ve snaze najít stravu podporující vnitřní ozdravné schopnosti těla veškeré zelené rostliny v Japonsku. Nejzajímavější aktivní složky našel ve šťávě z mladých listů obilninových trav. A protože listy ječmene na rozdíl od jiných rostlin nevykazovaly chuťové nedostatky, soustředil svůj výzkum na zelený ječmen [72,73].

Ve 20. letech 20. století se ječná a pšenicová tráva objevila jako potravinový doplněk v Americe. Ve 40. letech byly potravní doplňky z travin k dostání ve většině lékáren v USA. Po druhé světové válce je na určitou dobu nahradily syntetické vitaminy. Významnou

průkopnicí v oblasti zelených nápojů byla Dr. Ann Wigmore, která v roce 1968 založila v Bostonu léčebnu, v níž podávala pacientům hlavně zelené nápoje a syrovou rostlinnou stravu. David Sandoval v USA založil pěstitelskou a zpracovatelskou společnost mladého ječmene. Je prezidentem společnosti dodávající prášek z mladého ječmene společnosti Green Ways do České republiky [72,73,74].

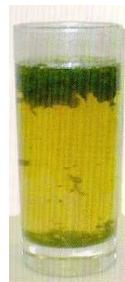
### 3.2.7.1 Pěstování a zpracování mladého ječmene

Mladý ječmen se pěstuje organickým způsobem bez použití pesticidů a umělých hnojiv. Certifikovaná organická pole se nacházejí na jižních stránkách ostrova Kyushu v Japonsku. Pole jsou obdělávána rotačním způsobem, což znamená, že se ječmen pěstuje v souběžných pásech s vojtěškou, aby v krajině nevznikala jednotvárná a nepřirozená monokultura. Vojtěška je zaorána do půdy, čímž dodá do půdy dusík, který zvýší obsah chlorofylu v ječných listech. Pěstování „Mladého ječmene“ ve vyšších nadmořských výškách, jako například na ploše bývalého sladkovodního jezera sopečného původu v Utahu v nadmořské výšce 1 500 metrů, přispívá k vyššímu obsahu bílkovin [72].

Způsob zpracování mladého ječmene je velice šetrný a rychlý. Vzhledem k tomu, že obsah živin v rostlinách v průběhu růstu kolísá, je ječmen sklizen při výšce rostlin od 20 do 25 cm, kdy je obsah všech výživných látek nejvyšší. Při délce 40 cm již výtěžnost výrazně klesá. Vegetační doba od vzejití mladého ječmene po jeho sklizeň trvá čtyři až šest týdnů. Jakmile jsou mladé zelené výhonky ječmene sklizeny, odvázejí se do zpracovatelského závodu, kde ihned začíná proces přeměny výhonků na sušený prášek. Doba, která uplyne mezi sklizní a vznikem prášku z vylisované zelené šťávy, nesmí překročit 4 hodiny. Jedině tak se minimalizuje oxidace, která může zničit živiny. Sklizené listy jsou opláchnuty proudem čisté pramenité vody a vylisovány [72].

Vylisovaná šťáva se vysuší ve vakuové komoře při nízkých teplotách do 31 °C. Uvedená teplota je důležitá zejména pro zachování enzymatické hodnoty. Jemný prášek ze sušené šťávy se mění na stejně velké granulky. To umožňuje snadné rozpouštění v nápojích. Pokud prášek neobsahuje přídatné konzervační látky (např. maltodextrin), je sám o sobě světle zelený, ale po rozpouštění ve vodě získá sytě zelenou barvu. Prášek je třeba udržovat v naprostém suchu při pokojové teplotě a v temnu. O „živosti“ takto zpracovaného prášku je možné se přesvědčit pomocí testu horkou vodou. Při rozpouštění prášku v horké vodě

bílkovina vytvoří na hladině vysrážený povlak, který se dál nerozpouští. Takto se chová pouze bílkovina, která neprošla tepelně znehodnocujícím procesem [72].



*Obr. 9. Test živosti nápoje z mladého ječmene [73]*

Nerozpustná zbytková vláknina po vylisování šťávy se posílá zpátky na pole, kde slouží jako vydatné zelené organické hnojivo. Od práce na poli až po závěrečné balení se celý proces kontroluje. Kontrola začíná už sledováním kvality půdy na polích a končí náročnými testy kvality výsledného produktu [72].



*Obr. 10a. Zpracování mladého ječmene: Organický způsob pěstování, rychlé zpracování mladých ječmenných výhonků, oplachování pitnou vodou, jemná extrakce šťávy, sušení šťávy sušením, granulace pro rozpustnost, kontrola celého procesu*



*Obr. 10b. Zpracování mladého ječmene: Organický způsob pěstování, rychlé zpracování mladých ječmenných výhonků, oplachování pitnou vodou, jemná extrakce šťávy, sušení šťávy sušením, granulace pro rozpustnost, kontrola celého procesu*

### **Výrobky z mladého ječmene**

Mladý ječmen je možné zakoupit ve formě prášku ve dvou variantách: sušený extrakt z ječmenné trávy a vysušená tráva rozemletá na prášek. V prvním případě se ječmen slisuje a jeho šťáva se vysuší na prášek. V druhém případě se v podstatě jedná o seno, které rozemele na prášek. Sušený extrakt obsahuje více výživných látek. Vysušená tráva je o část důležitých látek ztrácejících se sušením, ochuzena, ale má účinky podporující trávení. Je dostupná za nižší cenu.

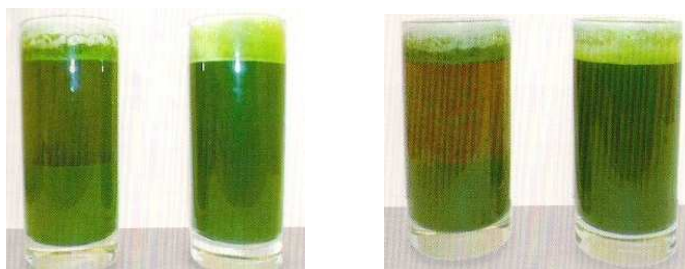


*Obr. 11. Mladý ječmen ve formě prášku*

### **Zelený nápoj**

Nejznámější obchodní řezězce, které nabízejí zelené nápoje z obilných trav jsou Jumba Juice a Mother's. Na trhu jsou dva hlavní druhy nápojů. První vznikne vylišováním travin,

odstraněním vlákniny a následným sušením ve sprejové sušárně. Druhý vznikne sušením travin a jejich následným nadrcením. Nápoje z vylisovaných travin mají o polovinu vyšší cenu než nápoje s vlákninou, která vychází z jejich vyšší užitné hodnoty a nákladnějších zpracovatelských technologií. Navíc je náročné uchovat čerstvost tohoto produktu pro jeho vyšší citlivost na vnější vlivy. K uchránění prášku před oxidací se do něho přidávají stabilizátory, např. maltodextrin či  $\beta$ -cyklodextrin. Maltodextrin působí nejen jako stabilizátor (brání nutričním látkám v nežádoucích chemických reakcích), ale také jako nosič nutričních látek, které jsou díky němu rychleji a účinněji vstřebány [72,75].



*Obr. 12. Nápoj z drceného sena (vlevo) a nápoj z vylisovaných travin (vpravo) po 2 a po 24 hodinách [73]*

Nápoje z lisovaných travin se vyznačují téměř 100% stravitelností, protože neobsahují vlákninu. Naopak u travních nápojů s vlákninou je problematická stravitelnost a tím i jejich užitná hodnota. Dalším rozdílem mezi nápoji je „živost“. Vylisovanou ječnou šťávu plnou živin, enzymů a fyto látek nechrání vláknina, a tak látky obsažené v ječné šťávě reagují mezi sebou navzájem i se svým okolím, a tím významně mění své biologické hodnoty. Proto okamžitě po vylisování dochází k sušení za nízkých teplot, které do značné míry zabrání těmto nežádoucím reakcím. V případě nápoje s vlákninou není takový zpracovatelský proces možný. U produktu s vlákninou je třeba použít vyšších teplot nebo prodloužit dobu sušení. Avšak dlouhodobé sušení způsobuje postupný rozpad chlorofylu. Barva produktu se nemění, přesto vznikají škodlivé odpadní produkty feoforbidy. Lisované nápoje jsou sice dražší, ale stravitelnější [75].

### **Synergie mladého ječmene a Chlorelly**

Užívání samotného mladého ječmene může být pro organizmus přínosem, nicméně při užívání mladého ječmene v kombinaci s řasou chlorellou stačí menší dávky a účinek zelených potravin se násobí. Obě zelené potraviny mají ve svém složení mnoho společného



(např. vitaminy, minerály, stopové prvky, chlorofyl, aminokyseliny, nukleové kyseliny). Řasa obsahuje na rozdíl od mladého ječmene např. vlákninu, přírodní antibiotikum chlorellin, CGF (Chlorella growth factor, Chlorella růstový faktor). Mladý ječmen má ve svém složení oproti řase navíc antioxidanty (glykosylisovitexin, superoxid dismutáza) a vysoké množství enzymů.

### Složení mladého ječmene

Technologie zpracování mladého ječmene umožňuje uchovat všechny jeho důležité látky, k nimž se řadí aminokyseliny, enzymy, nukleové kyseliny, vláknina a chlorofyl, sacharidy a lipidy.

V ječmeni je významný obsah chlorofylu, který působí jako přirozený detoxikační činitel. Eliminuje toxiny ze střev a ostatních tkání, pomáhá také potlačit zápach z úst. Chlorofyl je také antioxidant a působí protizánětlivě. Vysoký obsah vlákniny příznivě ovlivňuje peristaltiku střev, zvyšuje pocit nasycení a omezuje vstřebávání kalorií z potravy. Za lipidy se dají považovat pouze acylglyceroly či fosfolipidy vázící nenasycené mastné kyseliny, protože nasycené mastné kyseliny ani cholesterol se v mladém ječmeni nevyskytují [76,77].

Tab. 27. Obsah živin v 1 g mladého ječmene a jiných zelených potravin [77]

	Mladý ječmen	Mladá pšenice	Chlorella	Spirulina	Vojtěška
<b>Chlorofyl</b>	6 mg	18,5 mg	7 g	1 %	-
<b>Vláknina</b>	35 mg	1 g	0,2 %	-	1 g
<b>Lipidy</b>	59 mg	-	11 %	7 %	7 mg
<b>Sacharidy</b>	-	-	20,1 %	-	110 mg

### Sacharidy

Sacharidy představují hlavní zdroj energie a tvoří až 84 % hmotnosti ječného zrna. Spolu se škrobem (50 – 65 %) a volnými cukry (1 – 6 %) jsou přítomny i neškrobové polysacharidy, které tvoří potravinářskou vlákninu. Pro výživu lidí je důležitá zejména její rozpustná část, která snižuje hladinu cholesterolu v krvi. Z celkového obsahu dieteticky příznivé vlákniny připadá na NSP cca 86 %, z toho je cca 56 %  $\beta$ -glukanů a 23 %

arabinoxylanů. V malém množství se vyskytují další sacharidy – glukóza, fruktóza, sacharóza, maltóza, rafinóza aj. [33,78].

Jednou z předností mladého ječmene je mimořádně vysoké množství aktivních enzymů, které tvoří asi 40 % jeho hmotnosti. Ve šťávě z mladého ječmene bylo nalezeno více než 20 enzymů, ale výzkumy stále pokračují. Mladý ječmen je zdrojem mnoha antioxidantů i digestivních (zažívacích) enzymů. Díky speciální technologii rychlého sušení s kontrolovanou teplotou nedochází k jejich zničení teplem. Navíc se přidává polysacharid maltodextrin, získávaný hydrolyzou z kukuřice. Maltodextrin enzymy obalí na molekulární úrovni a zabrání tak nežádoucím reakcím, především oxidaci, které by je znehodnotily [76,77].

V zeleném ječmeni se vyskytují následující enzymy: superoxiddismutáza (SOD) - zachytává volné radikály, kataláza (CAT) - pracuje v součinnosti se SOD a štěpí jím vyprodukovaný peroxid vodíku na vodu a kyslík, cytochrom C oxidáza (COX) - enzym urychlující oxidaci a redukci, glutathion peroxidáza (GSHPx) - rozkládá peroxid vodíku na kyslík a vodu, oxidáza - nutná ke zpracování mastných kyselin, hemprotein - enzym, který zneškodňuje karcinogenní a mutagenní látky (Try P1 a Try P2), nitrogen oxidoreduktáza, aspartátaminotransferáza [79].

Za nejvýznamnější enzym v ječmeni se považuje superoxiddismutáza (SOD), jež přeměňuje superoxidy na méně nebezpečné sloučeniny – kyslík a peroxid vodíku, který je dále rozkládán katalázou a peroxidázou na vodu a kyslík [80,81].

Mladý ječmen se vyznačuje silnou antioxidantní aktivitou. Je zdrojem následujících antioxidantů: O-glykosylisovitexinu (GIV), SOD, CAT, vitamínu E, vitamínu C, karotenoidů. Antioxidantní aktivita GIV je přibližně 500x vyšší než aktivita vitamínu E. GIV také podpořil vysokou tlumící aktivitu aterosklerózy naměřenou v krevní plazmě. Studie uvádí, že 2"-O-GIV podporuje tvorbu tokoferolu a BHT (butylhydroxytoluen), jež se úspěšně uplatňují v boji s rakovinou. Antioxidantní aktivitu vykazují také polyfenolické látky. V mladém ječmeni byl zjištěn celkový obsah polyfenolů 92 mg.g<sup>-1</sup>. Extrakt z ječmene měl 20x více polyfenolů než extrakt z pšenice, rýže a tritikale [82].

Mladý ječmen obsahuje široké spektrum vitaminů. Za zmínku stojí vysoké množství β-karotenu, vitaminů skupiny B, vitamínu E a vitamínu C (0,107 – 6,357 g.kg<sup>-1</sup> sušiny).

Najdeme v něm i cholin, dusíkatou bázi, vážící se ve fosfolipidech buněčných membrán [83].

Tab. 28. Obsah vitaminů v mladém ječmeni (mg.100 g<sup>-1</sup>)

Vitamin	Mladý ječmen
Vitamin A	1,5
Vitamin B <sub>1</sub>	0,43
Vitamin B <sub>2</sub>	2,41
Vitamin B <sub>3</sub>	3,63
Vitamin B <sub>5</sub>	5,10
Vitamin B <sub>6</sub>	17,8
Vitamin C	457,0
Vitamin E	15,0
Vitamin K	0,776
β-karoten	82,2

### Minerální látky

Mladý ječmen vyniká především vysokým množstvím K a Ca (tab. 29). Mladý ječmen i mladá pšenice jsou také velmi dobrým zdrojem organicky vázaného Fe. Prospěšné je i malé množství Na, jehož bývá ve stravě většinou nadbytek [77].

Tab. 29. Obsah minerálních látek ve 100 g mladého ječmene a jiných zelených potravinách [77]

	Mladý ječmen	Mladá pšenice	Chlorella	Spirulina	Vojtěška
<b>Draslík</b>	25,0 mg	140,0 mg	930,0 mg	1,5 mg	7,0 mg
<b>Fosfor</b>	520,0 μg	14,0 μg	1,0 mg	0,9 mg	0,9 mg
<b>Hořčík</b>	2,0 mg	4,0 μg	400,0 mg	0,2 mg	1,0 mg
<b>Jod</b>	2,0 μg	8,0 μg	60,0 mg	-	-
<b>Kobalt</b>	0,4 μg	2,0 μg	-	-	-
<b>Mangan</b>	44,0 μg	240,0 μg	19,0 mg	2,5 mg	0,2 mg
<b>Měď</b>	10,0 μg	17,0 μg	0,8 mg	-	-
<b>Selen</b>	2,0 μg	3,5 μg	7,0 mg	0,1 mg	-
<b>Síra</b>	2,0 mg	10,5 mg	-	-	1,0 mg
<b>Sodík</b>	180,0 μg	1,0 mg	30,0 mg	-	0,5 mg
<b>Vápník</b>	6,0 mg	15,0 mg	300,0 mg	0,1 mg	73,0 mg
<b>Zinek</b>	16,0 μg	60,0 μg	70,0 mg	3,9 mg	-
<b>Železo</b>	120,0 μg	870,0 μg	108,0 mg	58,0 mg	1,4 mg
<b>Chrom</b>	1,1 μg	-	-	-	-

Ječná tráva obsahuje dále značné množství Cu, Fe, Mg a Zn. Výsledný obsah minerálních látek závisí na tom, kde se rostliny pěstují, na kvalitě půdy, srážkách, technice sklizně aj. [83].

### Aminokyseliny

Oproti obilnému zrně obsahuje prášek z mladé ječmenné trávy dvojnásobné množství proteinů (výjimečně až 45 % z celkové hmotnosti). V mladém ječmeni se nachází 18 z 20 aminokyselin včetně esenciálních. Jsou to: alanin, arginin, kyselina asparagová, cystein, kyselina glutamová, glycin, histidin, izoleucin, leucin, lyzin, metionin, fenylalanin, prolin, serin, treonin, tryptofan, valin. V mladé pšenici se vyskytuje všech osm esenciálních aminokyselin. Kromě nich obsahuje i semiesenciální histidin a arginin a další neesenciální aminokyseliny. I řasy jsou velmi bohatým zdrojem aminokyselin. U Spiruliny tvoří až 71 %, u Chlorelly okolo 60 %. Chlorella obsahuje 19 aminokyselin, esenciální všechny. Obsah jednotlivých aminokyselin udává tab. 30 [77,79].

Tab. 30. Obsah aminokyselin v 1 g mladého ječmene a jiných zelených potravinách [77]

	Mladý ječmen	Mladá pšenice	Chlorella	Spirulina	Alfalfa
	mg		%		mg
<b>Alanin</b>	-	66,0	4,3	5,8	-
<b>Arginin</b>	-	69,0	3,3	6,0	2,5
<b>Cystein</b>	2,0	11,0	-	0,7	1,4
<b>Fenylalanin</b>	11,0	36,0	2,8	3,95	28,0
<b>Glycin</b>	12,0	39,0	3,1	3,5	-
<b>Histidin</b>	4,5	18,0	1,1	1,08	1,0
<b>Izoleucin</b>	9,0	35,0	2,3	4,1	3,0
<b>Kyselina asparagová</b>	22,0	50,0	4,7	6,3	-
<b>Kyselina glutamová</b>	24,0	76,0	5,8	8,9	-
<b>Leucin</b>	29,0	72,0	4,7	5,8	45,0
<b>Lyzin</b>	8,0	38,0	3,1	4,0	38,0
<b>Metionin</b>	4,0	18,0	1,3	2,2	4,0
<b>Prolin</b>	9,0	43,0	2,5	3,0	-
<b>Serin</b>	24,0	31,0	2,0	4,0	-
<b>Treonin</b>	-	42,0	2,4	-	24,0
<b>Tryptofan</b>	1,0	6,0	0,5	1,1	10,0
<b>Tyrozín</b>	5,0	36,0	-	4,6	21,0
<b>Valin</b>	13,0	48,0	3,2	6,0	28,0

### 3.2.7.2 Zdravotní účinky mladého ječmene

Výtažek z ječmene zlepšuje bolesti hlavy, záněty močových cest, potíže s prostatou, kožní onemocnění. Užívá se při revmatických onemocněních, dně, při problémech pohybového aparátu, snížené imunitě, infekci dýchacích cest, gynekologických a klimakterických potížích, psychických problémech. Doporučuje se při střevních potížích či výkyvech v krevním tlaku. Zlepšuje paměť a kvalitu spánku. Kladné působení ječmene bylo dokázáno v ovlivnění vředových žaludečních chorob, ve snížení výskytu kardiovaskulárních onemocnění [12,77,84,85].

Mladý ječmen stabilizuje u pacientů s *diabetem mellitem* (cukrovkou) nebo s poškozenou endokrinní funkcí slinivky hladinu glykémie a přispívá k prevenci hyperglykemických nebo hypoglykemických stavů. Mladý ječmen snižuje tzv. inzulinorezistenci (neschopnost buněk vstřebávat cukr) [72,79,86,87].

MUDr. M. Lacina a MUDr. Z. Tělučilová ověřovali účinky mladého ječmene na hladinu krevního cukru, glykovaného hemoglobinu (GHBA) a glykovaného proteinu (GP) ve dvou skupinách pacientů s *diabetem mellitem*. První skupinu tvořili pacienti na dietě a perorálně podávaných antidiabeticích. Hladina glykémie se zlepšila u 95 % a hodnota GHBA u všech respondentů. Do druhé skupiny byli zařazeni pacienti na inzulinu. Hladina glykémie se zlepšila u 27 %, hodnota GP u 60 % a sekundární příznaky u 85 % respondentů [72].

Dlouhodobé užívání ječmene mírní projevy chronické borreliózy a snižuje četnost podávání antibiotik. I při léčbě antibiotiky se však ječmen doporučuje jako protizánětlivě působící podpurný prostředek [72].

U roztroušené sklerózy ječmen nejlépe účinkuje při léčbě prvního až třetího stadia, kdy zlepšuje klinické projevy i subjektivní příznaky. Ve čtvrtém a pátém stadiu onemocnění ječmen stabilizuje stávající stav a zpomaluje postup nemoci [72].

Mladý ječmen se používá jako doplněk při léčbě gynekologických a urologických obtíží (močové cesty, prostatizmus), infekcí dýchacích cest a zánětlivých onemocněních kloubů (revma, artritida) [79].

Hagiwara Y. *et al.* zjistil, že enzymy v ječmeni neutralizují karcinogenní a mutagenní látky označované jako Try-P1 a Try-P2. Enzym peroxidáza dokáže neutralizovat toxický efekt látky s názvem BHT obsažené v mléce a tepelně upraveném mase. Goldstein A.L. *et al.* prokázal schopnost mladých listů ječmene zpomalovat růst nádorových buněk prostaty.

Laboratorní testy prokazují, že mladý ječmen je účinný i při likvidaci leukemických buněk a výrazně potlačuje rozvoj mozkových nádorových buněk [77,79].

Zlepšení příznaků u pacientů s atopickým ekzémem a melanózou potvrzuje Muto T. *et al.* Známé jsou také radioprotektivní účinky ječmene díky vysokému obsahu chlorofylu a  $\beta$ -karotenu [72,73,79].

Mladý ječmen může nahradit multikomplexy vitaminů a minerálů určené pro těhotné ženy a kojící matky. Jelikož působí jako adaptogen, harmonizuje činnost jednotlivých orgánů a systémů v těle. Živiny ze zeleného ječmene přechází do mateřského mléka.

## 4 ZÁKLADNÍ PRINCIPY LABORATORNÍCH METOD POUŽITÝCH V EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI

### 4.1 Stanovení obsahu sušiny a vody

Sušinou se nazývá hmota vzorku po odstranění vody sušením. Obsah vody, jež se označuje jako vlhkost, se určí z hmotnostního úbytku po vysušení vzorku. Stanovení vlhkosti může být významným ukazatelem jakosti a trvanlivosti výrobku. Podle mezinárodní normy ISO 712, které odpovídá česká norma ČSN 46 1014, se stanovuje vlhkost v obilovinách a výrobcích z obilovin pomocí referenční metody. Tato metoda je vhodná pro pšenici, rýži, ječmen, proso, žito, oves, tritikale a čirok ve formě zrn, šrotu, krupice nebo mouky. Vzorek se nejprve rozměluje a poté se suší při teplotě  $130\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  po dobu jedné hodiny. Kromě této metody je možné použít také metodu rozhodčí, kdy sušení probíhá při teplotě  $105\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  do konstantní hmotnosti [88,89].

### 4.2 Stanovení obsahu popela

Popelem se označují minerální látky, které zůstávají jako zbytky po spálení a vyžhání organické hmoty za předepsaných podmínek. U potravinářského materiálu se minerální látky stanovují tak, že se navážka vzorku spálí při teplotě  $550\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  v elektrické peci a po vychladnutí se zváží popel.

### 4.3 Stanovení obsahu tuku

Tuk je nositelem vysoké energetické hodnoty. V některých krmivech bývá základním jakostním znakem. Nejrozšířenějšími metodami stanovení tuku, za který se považuje souhrn nepolárních netěkavých látek získaných izolací vhodným nepolárním rozpouštědlem z analyzovaného materiálu, jsou extrakční metody. Extrakce neboli vyluhování je metoda získávání látek z různých, většinou přírodních materiálů [90].

#### Extrakční činidla

Podmínky extrakce a druh použitého extrakčního činidla se volí podle povahy vzorku. Extrakční rozpouštědlo je velmi důležité, protože při extrakci přecházejí extrahované látky do jediné fáze – do fáze rozpouštědla. Nejčastěji se používá dietyler nebo petroleter, dále *n*-hexan. Extrakce dietylerem má řadu nevýhod. Kromě toho, že se jedná o hořlavinu

I. třídy, je během extrakce kvůli vyšší polaritě dietyleru společně s tukem extrahována řada látek, které vykazují odlišnou nutriční hodnotu než vlastní tuk (sacharidy, barviva, vosky, lipofilní vitaminy, nižší mastné kyseliny, látky steroidní povahy). Extrakt se pak označuje jako „hrubý tuk“ [90].

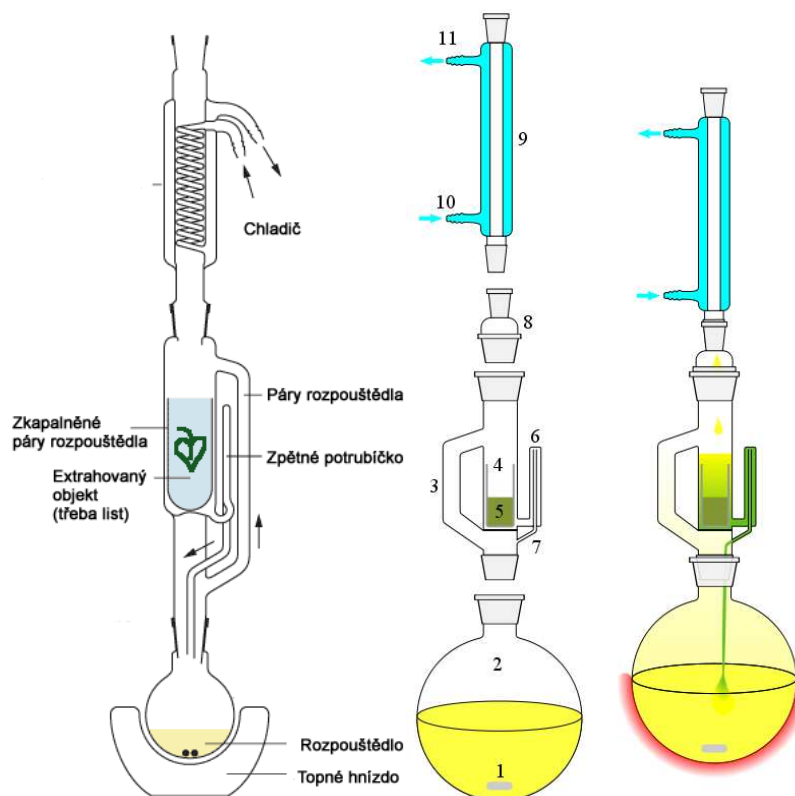
Extrakční rozpouštědla petroleter a *n*-hexan poskytují nižší výsledky než dietyler. Látky, které jsou v dietyleru rozpustné, se však do *n*-hexanu resp. petroleteru neextrahují, což je příčinou kvantitativních rozdílů ve výtěžku. K dalším používaným extrakčním rozpouštědlům patří např. chloroform, trichloretylen, tetrachlormetan. Podle polaritý těchto rozpouštědel nejvíce balastních látek extrahuje dietyler, pak v řadě petroleter, *n*-hexan, chlor a fluorchlorované uhlovodíky. U výsledku obsahu tuku je tedy vhodné uvést extrakční činidlo použité ke stanovení [90].

#### 4.3.1 Extrakce dle Soxhleta

V roce 1879 sestavil německý chemik Franz Ritter von Soxhlet přístroj pro kontinuální extrakci se stále čistým nízkovroucím rozpouštědlem. Metoda dle Soxhleta se považuje za standardní metodu extrakce, se kterou jsou srovnávány modernější extrakční metody. Tato metoda spočívá v extrakci rozemletého vzorku (příp. rozmíchaného s mořským pískem) hexanem, petroleterem nebo dietylerem v Soxhletově extraktoru po dobu 4 – 6 hodin. Používá se u materiálů s vysokým obsahem tuku a malým obsahem vody a sacharidů.

Soxhletova aparatura se skládá z baňky, extrakčního přístroje a chladiče. Nejdříve se naplní baňka rozpouštědlem, v němž se dobře rozpouští složka, kterou chceme oddělit a uchytí se do stojanu. Poté se nad ni připojí Soxhletův extraktor, do kterého se vloží extrakční patrona se vzorkem uzavřená malým smotkem vaty (extrakční patrona je buď papírová nebo skleněná). Nakonec se na horní zábrus Soxhletova extraktoru připevní chladič. Při zahřívání se odpařuje rozpouštědlo v baňce, jeho páry stoupají postranní trubičkou kolem střední části extraktoru do chladiče (obr. 1), kde zkondenzují. Rozpouštědlo kape na vzorek obsažený v extrakční patroně. Střední část extraktoru se postupně plní zkondenzovaným rozpouštědlem (na obr. 1 modře znázorněné), jehož hladina stoupá i v tenké přepadové trubičce. Stoupne-li hladina rozpouštědla ve střední části extraktoru k nejvyšší části přepadové trubičky, přeteče roztok do destilační baňky, z níž se těkavé rozpouštědlo znovu destiluje nebo odpaří na odparce. V baňce tak zůstane jen izolovaná složka, která se suší v sušárně jednu hodinu při teplotě 105 °C. Po vychladnutí v exsikátoru se zváží [91].





Obr. 13. Soxhletův extraktor [92]

1 – rozpouštědlo, 2 – destilační baňka, 3 – postranní trubička (vede páry rozpouštědla), 4 – papírová patrona, 5 – vzorek, 6 – vrchol přepadové trubičky, 7 – přepadová trubička, 8 – expanze, 9 – chladič, 10 – vstup chladicí vody, 11 – výstup chladicí vody

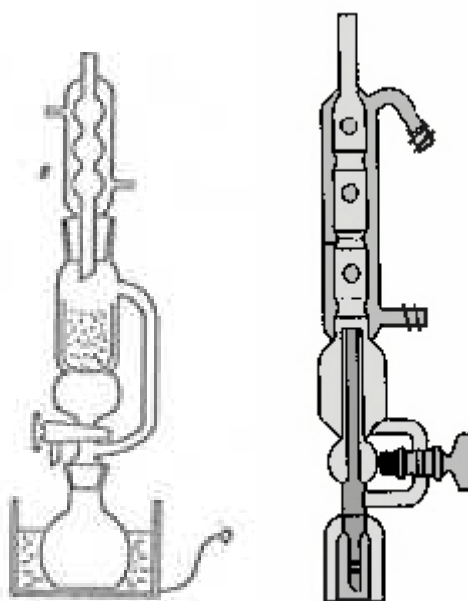
Dobu extrakce v Soxhletově extraktoru ovlivňují: měrná rychlost difuze extrahované látky do rozpouštědla, granulometrie extrahovaného materiálu, kvalita konstrukce extraktoru a teplota.

Pracovní teplota Soxhletova extraktoru je na bodu varu použitého rozpouštědla za daného tlaku a lze ji regulovat jen změnou tohoto tlaku. Při vyšší teplotě je rychlejší difuze a lepší extrakce, u choulostivých látek je ale nutné použít teploty nižší [91].

#### 4.3.2 Aparatura pro extrakci dle Twisselmana a Randalla

Kromě extrakce dle Soxhleta se pro stanovení tuku v potravinářství používá Twisselmannův extraktor nebo aparatura dle Randalla. Twisselmannův extraktor se velmi podobá extraktoru dle Soxhleta. Twisselmannův extraktor je jen navíc opatřen výpustným kohoutem, což umožňuje na konci extrakce vydestilovat rozpouštědlo z baňky a zahustit tak extrakt. U Twisselmannova extraktoru se používá vyšší teplota (blízko bodu varu

rozpuštědla) a čas extrakce je kratší. Při extrakci podle Randalla probíhá stanovení tuků ponořením vzorku do vroucího rozpouštědla, jeho praním a následným sušením. Tato metoda je až pětkrát rychlejší v porovnání s klasickými aparaturami pro extrakci dle Soxhleta. Extraktor je vyráběn v jednopozicovém, čtyřpozicovém nebo šestipozicovém uspořádání s možností regulace teploty pro každou pozici zvlášť. U cereálních materiálů je možné použít také postup dle Grossfelda (částečná hydrolýza vzorku kyselinou chlorovodíkovou, filtrace, promytí vodou, vysušení, extrakce vysušeného vzorku dle Soxhleta) [94,95,96].

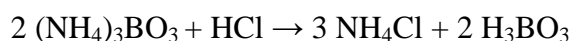
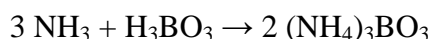
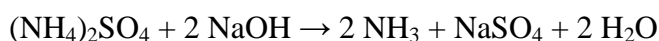


Obr. 14. Twisselmannův extraktor [96]

#### 4.4 Stanovení obsahu bílkovin

Obsah bílkovin zahrnuje celkový obsah dusíkatých látek stanovených za podmínek metody, vynásobený příslušným faktorem. Bílkoviny se v zemědělských a potravinářských materiálech zjišťují stanovením veškerých dusíkatých látek tzv. Kjeldahlovou metodou. Postup pro stanovení dusíkatých látek podle Kjeldahla určuje norma ČSN 46 1011-18. Dusíkaté látky se stanoví titračně po mineralizaci vzorku mokrou cestou kyselinou sírovou za přítomnosti katalyzátoru (směs síranu měďnatého, selenu a síranu draselného). Vzorek se zahřívá na pískové lázni nebo elektrické plotně. Kyselina sírová mineralizuje bílkoviny – obsah černá uhlíkem z organických látek. Působením oxidačních činidel se uhlík přemění na oxid uhličitý, dojde k odbarvení mineralizované směsi. Dým oxidu sírového značí konec mineralizace. Dusíkaté látky ze vzorku se převedou na síran amonný, z něhož se

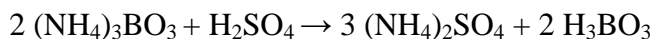
v alkalickém prostředí uvolní amoniak. Amoniak se predestiluje v Parmas-Wagnerově destilačním přístroji pomocí vodní páry do předlohy s kyselinou sírovou a stanoví se titračně. Vzniklý boritan amonný se titruje odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové na indikátor Tashiro nebo metylčerveň [97,98].



Obsah dusíku se přepočte na bílkoviny po vynásobení uzančným faktorem, který je pro obiloviny pro potravinářské účely 5,7 [97].

#### **Metoda stanovení obsahu dusíkatých látek metodou podle Winklera**

Mineralizace vzorku je provedena podle Kjeldahla. Amoniak uvolněný ze síranu amonného koncentrovaným roztokem hydroxidu sodného je predestilován vodní parou do roztoku kyseliny borité. Vzniklý boritan amonný je stanoven titračně odměrným roztokem kyseliny sírové na indikátor Tashiro nebo metylčerveň [98].



Pro stanovení dusíkatých látek se dá využít také spektroskopie (NIRS) nebo Dumasova spalovací metoda, při které je vzorek uzavřený v kapsli z cínové folie spálen při vysoké teplotě v řízené kyslíkové atmosféře za přítomnosti katalyzátoru [99].



*Obr. 15. Přístroj pro stanovení dusíku / bílkovin dle Dumase [99]*

## 5 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo:

- charakterizovat jednotlivé druhy obilovin,
- popsat chemické složení obilky ječmene,
- shrnout možnosti využití ječmene v potravinářském průmyslu,
- zhodnotit výrobky z ječmene a jejich význam ve výživě člověka,
- informovat o přínosu mladého ječmene jako zelené potraviny,
- seznámit s metodami použitými v experimentální části,
- stanovit obsah sušiny, popele, tuku a bílkovin u sedmi vybraných vzorků potravin z ječmene, výsledky diskutovat a formulovat závěr práce.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 6 METODIKA PRÁCE

### 6.1 Použité přístroje a pomůcky

analytické váhy (Adam, AFA – 210 LC, Schoeller instruments, ČR)

tyčový mixér (Braun)

topné hnízdo LTHS 2000

extrakční přístroj podle Twiselmanna

sušárna Venticell 111 comfort

exsikátor

extrakční patrony

hliníkové vysoušečky

porcelánové kelímky

muflová pec 018 LP

přístroj Pro-Nitro 1430

mineralizátor Bloc Digest 12

běžné laboratorní sklo a pomůcky



Obr. 16. Exsikátor, analytické váhy

### 6.2 Použité chemikálie

kyselina sírová (96%)

peroxid vodíku (30%)

katalyzátor ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$  v poměru 10:1)

kyselina boritá (2%)

hydroxid sodný (30%)

kyselina chlorovodíková ( $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ )




hexan

indikátor Tashiro



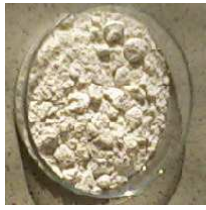

### 6.3 Vybrané vzorky obilovin a potravin

Pro analýzu byly použity vzorky ječmen bezpluchý bio, vločky ječné bio, ječné kroupy velké, ječné celozrnné široké nudle, otruby ječné s klíčky, celozrnná mouka ječná, Hato-Mugi (tzv. perličkový ječmen). Výrobky byly zakoupeny v prodejně se zdravou výživou ve Zlíně. Od každého výrobku bylo zakoupeno 5 balení z jedné šarže a tedy i příslušným datem spotřeby. Všechny vzorky byly skladovány v temnu v klimatizované laboratoři při 23 °C. Před zahájením analýzy byly vzorky rozemlety na laboratorním mlýnku (tyčovém mixéru Braun). Každé balení bylo otevřeno a vždy jeho polovina obsahu byla rozemleta do co nejvíce homogenní konzistence. Po rozemletí byly naplněny skladovací tmavé plastové láhve vzorkem, zavřeny a uskladněny za již definovaných podmínek a následně analyzovány. Všechny vzorky nebyly skladovány déle než 1 měsíc.

Tab. 31a. Seznam a charakteristiky použitých vzorků obilovin a potravin

Vzorek	Obrázek	Typ obalu	Hmotnost balení (g)	Země původu
Ječmen bezpluchý bio		PVC	500	ČR
Vločky ječné bio		PVC	250	Rakousko
Ječné kroupy velké		PVC	500	ČR

Tab. 31b. Seznam a charakteristiky použitých vzorků obilovin a potravin

Vzorek	Obrázek	Typ obalu	Hmotnost balení (g)	Země původu
Ječné celozrnné široké nudle		PVC	400	ČR
Otruby ječné s klíčky		PVC	220	ČR
Celozrnná mouka ječná		papírový obal	1000	ČR
Hato-Mugi (Perličkový ječmen)		PVC	227	Čína

Tab. 32. Energetické a nutriční hodnoty použitých výrobků z ječmene udávané výrobcem ve 100 g výrobku

Vzorek	Energetická hodnota (kJ, kcal)	Bílkoviny (g)	Sacharidy (g)	Tuky (g)
<b>Ječné kroupy velké</b>	1498 kJ / 358 kcal	8,8	75,3	1,8
<b>Ječné celozrnné široké nudle</b>	1650 kJ / 393 kcal	11,5	79,0	2,5
<b>Celozrnná mouka ječná</b>	1443 kJ / 345 kcal	10,5	74,5	1,6

U ostatních analyzovaných vzorků nutriční hodnoty výrobce neuváděl. Konkrétní výrobce či dovozce není v práci záměrně uveden.



## 6.4 Stanovení obsahu vlhkosti

Hliníkové misky byly dány na vysušení do sušárny předem vyhřáté na teplotu 105 °C na dobu jedné hodiny. Poté se nechaly vychladit v exsikátoru a byly zváženy na analytických vahách. Následně byl do hliníkových misek navážen 1 g vzorku s přesností na 0,0001 g. Vzorek byl rozprostřen pomocí skleněné tyčinky do stejnoměrné vrstvy. Navážení každého vzorku se opakovalo celkem třikrát. Poté byly hliníkové misky s naváženými vzorky umístěny do sušárny předeřáté na teplotu 105 °C. Vzorek se sušil do konstantní hmotnosti při teplotě 105 °C asi 3 hodiny. Doba sušení se počítala od dosažení 105 °C. Po uplynutí doby sušení byly hliníkové misky umístěny do exsikátoru. Následně byly misky zváženy na analytických vahách. Výsledkem byl průměr ze tří provedených stanovení a byla vypočtena směrodatná odchylka.

Obsah sušiny v % u vzorku se vypočte ze vzorce:

$$S = \frac{m_3 - m_1}{m_2} \cdot 100, \quad [1]$$

kde  $S$  = sušina vzorku [%]

$m_1$  = hmotnost prázdné vysušené misky [g]

$m_2$  = hmotnost navážky vzorku [g]

$m_3$  = hmotnost misky se vzorkem po sušení při 105 °C [g].

Množství vlhkosti v % se vypočítalo ze vzorce:

$$V = 100 - S, \quad [2]$$

kde  $S$  = sušina vzorku [%].

## 6.5 Stanovení obsahu popela

Prázdné porcelánové kelímky byly dány na vyžhání do muflové pece při teplotě 550 °C na dobu 1 hodiny. Po ochlazení v exsikátoru byly zváženy na analytických vahách s přesností na 0,0001 g. Poté byl do nich navážen asi 1 g vzorku s přesností na 0,0001 g. Kelímky byly umístěny pomocí laboratorních kleští do pece. Pec byla uzavřena a vzorek se nechal spalovat při teplotě 550 °C po dobu 5,5 hodin. V popelu nesmí být výrazné černé body,

které charakterizují nedokonalé spálení. Po dokonalém spálení byly kelímky vyjmuty z pece a vloženy do exsikátoru. Po ochlazení byly kelímky zváženy na analytických vahách. Výsledkem je průměr ze tří provedených stanovení od každého vzorku a byla vypočtena směrodatná odchylka.

Obsah popela v % u vzorku se vypočte ze vzorce:

$$X = \frac{m_a - m_b}{m_c - m_b} \cdot 100, \quad [3]$$

kde  $X$  = obsah popela [%]

$m_a$  = hmotnost spalovacího kelímku se vzorkem po procesu spalování [g]

$m_b$  = hmotnost prázdného kelímku [g]

$m_c$  = hmotnost kelímku se vzorkem před spálením [g].

Množství popela v sušině v % se vypočítalo ze vzorce:

$$Y = \frac{X}{S} \cdot 100, \quad [4]$$

kde  $S$  = sušina vzorku v % (w/w)

$X$  = obsah popela [%].

## 6.6 Stanovení obsahu tuku

Do extrakční patrony se navázilo s přesností na 0,0001 g asi 5 g vzorku. Extrakční patrona se vzorkem se uzavřela malým smotkem vaty a vložila do střední části extrakčního přístroje. Na spodní zábrus extrakčního přístroje se nasadila předem vysušená a s přesností na 0,0001 g zvážená extrakční baňka se třemi skleněnými kuličkami. Do této baňky se přililo 100 ml extrakčního činidla – hexanu. Poté byla baňka umístěna na vyhřívací zařízení, napojena na extraktor s chladičem a následovala extrakce po dobu 5 hodin. Po uplynutí této doby byla extrakce přerušena, uzavřel se kohout, oddestilovala se většina extrakčního činidla, střední část přístroje se opatrně oddělila a oddestilovaný hexan se slil do láhve. Baňka s tukem a zbylým hexanem se nechala volně odpařit v digestoři. Následně

se baňka s tukem dosušila v sušárně po dobu asi půl hodiny při teplotě 105 °C. Poté se baňka nechala vychladnout v exsikátoru a byla zvážena na analytických vahách.



Obr. 17. Twisselmannův extrakční přístroj

Obsah tuku v % u vzorku se vypočte ze vzorce:

$$P_t = \frac{m_b - m_a}{m_n} \cdot 100, \quad [5]$$

kde  $m_a$  – hmotnost prázdné baňky [g]  
 $m_b$  – hmotnost baňky s tukem [g]  
 $m_n$  – hmotnost navážky vzorku [g].

Množství tuku v sušině v % se vypočítalo ze vzorce:

$$P_{tS} = \frac{P_t}{S}, \quad [6]$$

kde  $S$  = obsah sušiny v %.

## 6.7 Stanovení obsahu bílkovin pomocí přístroje Pro-Nitro 1430

Nejprve byla provedena mineralizace vzorků obilovin. Do mineralizačních zkumavek bylo na analytických vahách naváženo 0,1 g homogenizovaných obilovin, od každého vzorku třikrát, s přesností na čtyři desetinná místa. Ke vzorkům bylo v digestoři přidáno 10 ml koncentrované  $H_2SO_4$  z dávkovače, dále několik kapek  $H_2O_2$  a jedna malá lžička směsného katalyzátoru ( $Na_2SO_4 + CuSO_4$  – v poměru 10:1). Mineralizační zkumavky byly vloženy na topnou desku mineralizátoru Bloc Digest 12 s přídatným zařízením umožňujícím odsávání

vznikajících par. Zapl se vyhřívací blok, pračka plynů a digestoř. Po vychladnutí byla do zkumavek přidána destilovaná voda do objemu 25 ml.

Pro stanovení byla použita automatická destilační jednotka Pro-Nitro 1430. Před spuštěním přístroje byla zkontrolována hladina vody v zásobníku generátoru par. Menu bylo nastaveno na TEST a potvrzeno ENTER. Šipkou bylo najeto na DEST a potvrzeno ENTER (nutné pro zahřátí přístroje). Poté byl proveden pro kontrolu slepý pokus s 25 ml destilované vody. Spotřeba HCl musela být nulová, pak bylo možno vložit mineralizát a začít stanovení. Následně byla provedena analýza mineralizátu obilovin. Výsledkem byl údaj obsahu dusíku v mg, který byl následně přepočítán na celkový obsah dusíkatých látek.



Obr. 18. Automatická destilační jednotka Pro-Nitro 1430, mineralizátor Bloc

#### Digest 12

Celkový obsah dusíkatých látek v % u vzorku se vypočte ze vzorce:

$$\frac{P_2}{n} \cdot 100 \cdot F, \quad [7]$$

kde  $P_2$  = obsah dusíku [mg]

$n$  = navážka vzorku, která byla zmineralizována [mg]

$F$  = přepočítávací faktor 5,7.

## 7 VÝSLEDKY A DISKUZE

### 7.1 Výsledky stanovení sušiny

Stanovení sušiny bylo provedeno podle pracovního postupu, který je uveden v kapitole 6.4. Výsledné hodnoty byly vypočteny podle vzorce 1. Tyto hodnoty jsou průměrem ze tří stanovení, u nichž byla následně vypočtena směrodatná odchylka. Obsah vlhkosti vzorku byl vypočten podle vzorce 2.

Tab. 33. Obsah sušiny a vody u jednotlivých vzorků (v %)

Vzorek	Obsah sušiny ± S.D. (%)	Obsah vlhkosti ± S.D. (%)
<b>Ječmen bezpluchý bio</b>	89,54 ± 0,27	10,45 ± 0,27
<b>Vločky ječné bio</b>	92,11 ± 0,52	7,89 ± 0,52
<b>Ječné kroupy velké</b>	88,41 ± 0,24	11,59 ± 0,24
<b>Ječné celozrnné široké nudle</b>	91,26 ± 0,52	8,74 ± 1,52
<b>Otruby ječné s klíčky</b>	88,86 ± 0,15	11,14 ± 0,38
<b>Celozrnná mouka ječná</b>	92,01 ± 0,48	8,32 ± 0,49
<b>Hato-Mugi (Perličkový ječmen)</b>	90,90 ± 0,11	9,10 ± 0,11

S.D. – směrodatná odchylka

Ječmen obsahuje až 88 % sušiny a 12 % vody. U stanovení obsahu sušiny ve vybraných výrobcích z ječmene se hodnoty pohybovaly v rozmezí 88,41 – 92,11 %. Nejvyšší obsah sušiny (92,11 ± 0,52 %) měly ječné vločky a nejnižší (88,41 ± 0,24 %) měly ječné kroupy. Množství vlhkosti se ve vzorcích pohybovalo v rozmezí 8,32 – 11,59 %. Příloha č. 2 k vyhlášce č. 268/2006 Sb. obsahující požadavky na smyslovou, fyzikální a chemickou jakost mouk připouští maximální hodnotu vlhkosti 15 %. Vypočítané hodnoty vlhkosti jsou u všech vzorků nižší než 15 %, odpovídají tedy požadavkům na vlhkost obilovin. Ke krmení se využívají otruby, které mají ve srovnání s obilninami a jinými mlynářskými krmnými zbytky nižší energetickou hodnotu, vyšší obsah vlákniny a také vyšší obsah minerálních látek. U vzorku ječných otrub s klíčky byl zjištěn obsah vody 11,4 ± 0,38 %, což tomuto požadavku odpovídá. Obiloviny určené k průmyslovému zpracování jako krmivo by neměly mít vyšší vlhkost než 14,5 % [100,101].

Vlhkost je nejdůležitějším rysem tržní hodnoty zrna. Nepříznivě působí na hygroskopické potraviny, u kterých zvyšuje obsah vody. Potraviny pak silně vlhnou a mění se jejich struktura. Sledování vlhkosti je významné nejen z ekonomických a skladovacích důvodů,

ale i z hlediska výtěžnosti. Skladiště na pytlovanou mouku musí být čistá, suchá a dobře větratelná. Při chybném skladování dochází vlivem vlhkosti a tepla k intenzivnímu dýchání mouky, při kterém se mění složení mouky působením enzymů. Optimální relativní vlhkost vzduchu ve skladištích mouky je 70 %, teplota 15 až 20 °C. Je nezbytné zabránit výkyvům teplot, jejichž následkem dochází k orosení mouky (kondenzaci vlhkosti), a tím i k rozvoji nežádoucích mikroorganismů. Mouku nelze skladovat v blízkosti zapáchajících nebo ostře čpících látek, protože je silně hygroskopická a s vlhkostí snadno přijímá cizí pachy [16].

## 7.2 Výsledky stanovení popela

Stanovení popela bylo provedeno podle pracovního postupu, který je uveden v kapitole 6.5. Výsledné hodnoty byly vypočteny podle vzorce 3. Tyto hodnoty jsou průměrem ze tří stanovení, u nichž byla následně vypočtena směrodatná odchylka. Stanovení popela v sušině vzorku bylo vypočteno podle vzorce 4.

Tab. 34. Obsah popela u jednotlivých vzorků (v %)

Vzorek	Obsah popela ± S.D. (%)	Obsah popela v sušině (%)
<b>Ječmen bezpluchý bio</b>	1,51 ± 0,10	1,70 ± 0,24
<b>Vločky ječné bio</b>	1,52 ± 0,03	1,65 ± 0,17
<b>Ječné kroupy velké</b>	1,16 ± 0,02	1,31 ± 0,19
<b>Ječné celozrnné široké nudle</b>	1,18 ± 0,05	1,29 ± 0,15
<b>Otruby ječné s klíčky</b>	2,03 ± 0,11	2,28 ± 0,33
<b>Celozrnná mouka ječná</b>	1,24 ± 0,03	1,35 ± 0,14
<b>Hato-Mugi (Perličkový ječmen)</b>	1,27 ± 0,24	1,40 ± 0,31

S.D. – směrodatná odchylka

Obsah popela u vybraných vzorků se pohyboval v rozmezí 1,16 – 2,03 %. Množství popela v sušině se pohybovalo v rozmezí 1,29 – 2,28 %. Nejvyšší obsah popela (2,03 ± 0,11 %) měly ječné otruby s klíčky a nejnižší obsah popela (1,16 ± 0,02 %) měly ječné kroupy. Nízký obsah popela u ječných krup je způsoben mlýnskou technologií. Loupáním obilí se snižuje obsah popela, protože nejvyšší množství minerálních látek je v osemeni (pericarpu) a v aleuronové vrstvě. Obalové vrstvy zrna se odstraňují obrušováním (abrazí) a otíráním (frikcí). Frikční produkty, které jsou tvořeny převážně *perikarpem*, obsahují vysoké množství potravní vlákniny, abrazní produkty, bohaté na aleuronovou vrstvu, mají značný obsah proteinu,  $\beta$ -glukanu a rozpustné vlákniny [78].

Logicky také nejvyšší obsah popela v sušině (2,28 %) byl vypočítán u ječných otrub s klíčky. Nejnižší obsah popela v sušině (1,29 %) pak byl u ječných celozrnných nudlí. V celých zrnech obilovin bývá popel obsažen v množství 1,25 – 2,5 %. Tomuto údaji odpovídají naměřené hodnoty u všech vzorků. Podle výrobce obsahují ječné vločky 1,82 % popela, což je pouze o 0,17 % více než naměřená hodnota (1,65 %). U otrub činí rozdíl mezi množstvím popela uváděným zdrojem [102] (1,5 %) a námi naměřenou hodnotou 0,78 %. Může to být způsobeno tím, že byl použit vzorek ječných otrub s klíčky, které jsou bohatým zdrojem popelovin, zrno mohlo být lépe technologicky zpracováno obrušováním apod. Obsah popela u vzorku celozrnné ječné mouky (1,35 %) odpovídá rozmezí hodnot, které uvádí zdroj [1] u pšeničné (0,5 – 1,7 %) a žitné mouky (0,4 – 1,7 %). U vzorku ječných krup je obsah popela 1,31 %. Když tuto hodnotu srovnáme s množstvím popela uváděným zdrojem [55], což je 1,1 %, je naměřená hodnota o 0,21 % vyšší.

Obsah minerálních látek v rostlinných potravinách závisí na jejich obsahu v půdě, jejich vlastnostech, hnojení, klimatických podmínkách, zralosti aj. U obilovin je nejvíce minerálních látek koncentrováno v obalových vrstvách, nejnižší obsah má endosperm. V mouce je obsah popela nepatrný, přesto má rozhodující vliv na jakost mouky, především barvu a vzhled. Obsah popela v mouce se zvyšuje se stupněm vymletí. Mouky, které obsahují více popela, rychleji kvasí a zpomalují proces stárnutí chleba. Popel obilovin je tvořen převážně oxidem fosforečným, nejvíce zastoupenými minerálními látkami jsou hořčík, vápník, zinek a železo. Cereálie mají nízký obsah sodíku, jsou ale dobrým zdrojem draslíku. Mouky se obohacují biogenními prvky (vápníkem, fosforem, železem, hořčíkem aj.). V našich podmínkách je nositelem vápníku při umělé fortifikaci např. uhličitan vápenatý. Z nutričního hlediska je žádaná fortifikace mouky železem, která je ale technologicky obtížná. Doporučená dávka železa je 18 mg na 4,18 kJ. K obohacování mouky byly navrženy různé formy železa, příp. jeho sloučeniny, např. *ferrum reductum* (vyredukované železo), síran železnatý, citrát železitoamonný. Vzhledem k negativnímu působení železa na výsledné sensorické parametry výrobku (urychluje žluknutí tuků, tmavší barva pečiva) se fortifikace železem zatím nepoužívá [3,16].

### 7.3 Výsledky stanovení tuku

Stanovení tuku bylo provedeno podle pracovního postupu, který je uveden v kapitole 6.6. Výsledné hodnoty byly vypočteny podle vzorce 5. Tyto hodnoty jsou průměrem ze tří

měření, u nichž byla následně vypočtena směrodatná odchylka. Stanovení tuku v sušině vzorku bylo vypočteno podle vzorce 6.

Tab. 35. Obsah tuku u jednotlivých vzorků (v %)

Vzorek	Obsah tuku $\pm$ S.D. (%)	Obsah tuku v sušině (%)
<b>Ječmen bezpluchý bio</b>	2,03 $\pm$ 0,07	0,02 $\pm$ 0,0128
<b>Vločky ječné bio</b>	2,46 $\pm$ 0,27	0,03 $\pm$ 0,0049
<b>Ječné kroupy velké</b>	2,12 $\pm$ 0,45	0,02 $\pm$ 0,0242
<b>Ječné celozrnné široké nudle</b>	2,11 $\pm$ 0,32	0,02 $\pm$ 0,0038
<b>Otruby ječné s klíčky</b>	2,53 $\pm$ 0,33	0,03 $\pm$ 0,0349
<b>Celozrnná mouka ječná</b>	2,13 $\pm$ 0,21	0,02 $\pm$ 0,0143
<b>Hato-Mugi (Perličkový ječmen)</b>	2,21 $\pm$ 0,12	0,02 $\pm$ 0,0050

S.D. – směrodatná odchylka

U stanovení obsahu tuku se hodnoty pohybovaly v rozmezí 2,03 – 6,56 %. Množství tuku v sušině se pohybovalo v rozmezí 0,02 – 0,07 %. Nejvyšší obsah tuku (6,56  $\pm$  1,36 %) měl Hato-Mugi (Perličkový ječmen) a nejmenší (2,03  $\pm$  0,07 %) měl bezpluchý ječmen. Nejvyšší obsah tuku v sušině (0,07 %) měl pak logicky Hato-Mugi (Perličkový ječmen), naopak nejnižší obsah tuku v sušině (0,02 %) byl zjištěn u bezpluchého ječmene bio, ječných krup a ječných celozrnných nudlí. Výrobce uvádí 1,25 % tuku u ječných vloček a zdroj [102] uvádí 1,25 % tuku u otrub. Žádná z těchto hodnot neodpovídá zjištěnému obsahu ve vzorcích. Stejně jako u vzorku ječných vloček, tak i u vzorku ječných otrub s klíčky bylo množství tuku o 1,22 % vyšší. Podle zdroje [1] obsahuje pšeničná mouka 1,1 – 1,9 % tuku a žitná mouka 0,7 – 1,4 % tuku. U vzorku celozrnné ječné mouky byla naměřena hodnota 2,13 % tuku. Tento vyšší obsah může být způsoben vyšším stupněm vymletí mouky. Zdroj [103] uvádí 1,8 – 2,4 g tuku ve 100 g mleté celozrnné ječné mouky. Podle výrobce obsahuje celozrnná ječná mouka 1,6 g tuku.

Tuky obsažené v obilovinách jsou smíšené triacylglyceroly nasycených i nenasycených mastných kyselin. U ječmene se vyskytují následující mastné kyseliny: linolová (54 %), olejová (33 %), palmitová (9 %), stearová (3 %) a stopy kyseliny linolenové. Vlivem enzymu lipázy podléhá tuk snadno hydrolyze. Stářím mouky vzrůstá množství volných kyselin, s čímž souvisí zvyšování kyselosti mouky. Působením vzdušného kyslíku podléhá tuk oxidaci, žlukne a znehodnocuje mouku, jež nabývá hořké chuti a nepříjemného zápachu. Přítomnost malého množství tuku, zejména fosfolipidů (např. fosfatidylcholinu), je v mouce technologicky nutná, jelikož podporuje bobtnavost.



## 7.4 Stanovení bílkovin

Stanovení celkového obsahu dusíku bylo provedeno podle pracovního postupu, který je uveden v kapitole 6.7. Výsledné hodnoty byly vypočteny podle vzorce 7. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 7.

Tab. 36. Obsah bílkovin u jednotlivých vzorků (v %)

Vzorek	Obsah dusíku $\pm$ S.D. (%)	Celkový obsah dusíkatých látek $\pm$ S.D. (%)
<b>Ječmen bezpluchý bio</b>	3,00 $\pm$ 0,08	11,05 $\pm$ 0,80
<b>Vločky ječné bio</b>	2,18 $\pm$ 0,06	9,66 $\pm$ 0,34
<b>Ječné kroupy velké</b>	2,00 $\pm$ 0,20	9,68 $\pm$ 0,32
<b>Ječné celozrnné široké nudle</b>	2,21 $\pm$ 0,25	9,82 $\pm$ 0,36
<b>Otruby ječné s klíčky</b>	2,20 $\pm$ 0,11	8,42 $\pm$ 0,09
<b>Celozrnná mouka ječná</b>	2,40 $\pm$ 0,19	9,80 $\pm$ 0,15
<b>Hato-Mugi (Perličkový ječmen)</b>	4,08 $\pm$ 0,08	17,68 $\pm$ 0,32

S.D. – směrodatná odchylka

Při stanovení celkového obsahu dusíku ve vybraných vzorcích se hodnoty pohybovaly v rozmezí 8,42 – 17,68 %. Nejvyšší obsah dusíkatých látek (17,68 %) byl naměřen u Hato-Mugi (Perličkového ječmene) a nejnižší obsah dusíkatých látek (8,42 %) u ječných otrub s klíčky. Podle výrobce obsahují ječné vločky 11,12 % dusíkatých látek, což je hodnota o 0,92 % nižší než byla vypočtena u vzorku. Vzorek ječných krup s naměřenou hodnotou 9,68 % je při srovnání s množstvím bílkovin 9,2 % uváděného zdrojem [55] o 0,48 % vyšší, při srovnání s množstvím bílkovin 8,8 % uváděného výrobcem o 0,88 % vyšší. Ječné celozrnné široké nudle mají dle výrobce 11,5 % bílkovin. U vzorku bylo zjištěno 9,82 %, rozdíl činí 1,68 %. Obsah dusíkatých látek ve vzorku celozrnné ječné mouky byl 9,80 %. Výrobce celozrnné ječné mouky uvádí 10,5 % bílkovin, rozdíl mezi tímto množstvím a naměřenou hodnotou u vzorku (9,80 %) tedy činí 0,7 %. U ječného zrna tvoří bílkoviny 11 až 13 %. Když tento údaj srovnáme se vzorkem bezpluchého ječmene, naměřená hodnota dusíkatých látek 11,05 % mu odpovídá. Celkový obsah dusíkatých látek závisí na odrůdě, podmínkách ročníku a minerálním hnojení.

## ZÁVĚR

Cílem teoretické části diplomové práce bylo charakterizovat jednotlivé druhy obilovin pěstované na území České republiky. Hlavním úkolem bylo vystihnout využití ječmene v potravinářství a zhodnotit jeho význam ve výživě člověka. Proto obsahuje diplomová práce i podkapitolu věnovanou zelenému ječmeni, popisující příznivé účinky mladého ječmene na lidské zdraví.

Cílem experimentální části práce bylo stanovit množství sušiny, popele, tuku a bílkovin u sedmi vybraných výrobků z ječmene a porovnat tyto výsledky s s informacemi uváděnými výrobcem či s údaji dostupnými v odborné literatuře.

Nejvyšší obsah sušiny byl zjištěn u ječných vloček, a sice  $92,11 \pm 0,52$  %. Výrobce uvádí 85,86 %. Dále byla vypočtena vlhkost, která se u všech vzorků pohybovala pod maximální povolenou hranicí 15 %. Nejvíce vlhkosti obsahovaly ječné kroupy, jednalo se o 11,59 %. Nejvyšší obsah popela (2,03 %) měly ječné otruby s klíčky, nejnižší obsah popela (1,16 %) byl zjištěn u ječných krup. V celých zrnech obilovin se obvykle množství popelovin pohybuje v rozmezí 1,25 – 2,5 %. Tomuto údaji odpovídají naměřené hodnoty u všech vzorků. Ke stanovení tuku byla použita extrakční metoda pomocí Twisselmana. Nejvyšší podíl tuku obsahoval vzorek ječných otrub s klíčky, jeho hodnota byla  $2,53 \pm 0,33$  %. Nejméně tuku bylo vyextrahováno ze vzorku ječných celozrnných nudlí, které obsahovaly 2,11 % tuku. Žádná z naměřených hodnot tuku u vzorků se neshodovala s množstvím tuku uváděného výrobcem. U sedmi vybraných výrobků z ječmene – ječmen bezpluchý bio, vločky ječné bio, ječné kroupy velké, ječné celozrnné široké nudle, otruby ječné s klíčky, celozrnná mouka ječná a Hato-Mugi (Perličkový ječmen), byl dále změřen obsah dusíkatých látek, přičemž byl nejvyšší podíl zjištěn u perličkového ječmene (17,68 %). Nejnižší celkový obsah dusíkatých látek ( $8,42 \pm 0,09$  %) byl zjištěn u otrub s klíčky.

S rostoucí osvětou zaměřenou na cereální výživu se zvyšuje i poptávka po potravinářském ječmeni. Zrno ječmene je základní surovinou při výrobě sladu, využívá se k výrobě škrobu, glukózy, maltózových sirupů, etanolu (whisky). Uplatňuje se při výrobě funkčních potravin, jako krmná obilnina, krycí plodina v pěstování. Bezpluché ječmeny nacházejí uplatnění jako potravinářská surovina v oblastech s vyšší spotřebou ječmene pro výživu obyvatel (Nepál, Etiopie, Japonsko). Ječmen je perspektivní plodinou pro využití k přímé lidské výživě jako potravina s preventivním zdravotním účinkem. Jeho význam pro

zdravou výživu dokazuje řada výzkumů. Jedná se především o hypocholesterolemický účinek ječmene. Ječmen by mohl být potencionálním zdrojem bílkovin v lidské výživě, nicméně je jeho využitelnost a stravitelnost omezena díky polysacharidům a fenolům, které jsou přítomné v buněčné stěně obalových vrstev zrn. Mladý ječmen je významným zdrojem minerálních látek a vitaminů. Další možností jeho uplatnění je medicína, GMO, nové druhy obilnin (*tritordeum*). V České republice je přímé potravinářské využití zrna ječmene zatím velmi nízké, dá se však předpokládat širší uplatnění nových odrůd ječmene s nízkým nebo nulovým obsahem amylozy v endospermu zrna („waxy“ ječmeny). Zvyšuje se také potřeba ječmene jako suroviny pro průmyslové využití k výrobě detergentů, kosmetických a farmaceutických přípravků.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KUČEROVÁ, *Technologie cereálií*. 1. vyd. Brno: MZLU, 2004. 141 s. ISBN 80-7157-811-8.
- [2] ŠNOBL, J., PULKRÁBEK, J. a kol.: *Základy rostlinné produkce*. 2. vyd. Praha: ČZU, 2002. 153 s. ISBN 80-213-0924-5.
- [3] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům*. Praha: UZPI, 2007. 55 s. ISBN 978-80-7271-184-0.
- [4] *Pšenice obecná* [online]. [cit. 2012-1-12]. Dostupný z WWW: <http://vf-wwww.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/psenice.htm>
- [5] *Wheat* [online]. [cit. 2012-1-12]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Wheat>
- [6] *Pšenice špalda* [online]. [cit. 2012-1-12]. Dostupný z WWW: <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=92237>
- [7] PRUGAR, J. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
- [8] *Žito seté* [online]. [cit. 2012-2-4]. Dostupný z WWW: <http://vf-wwww.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/zito.htm>
- [9] TICHÁ, M., VYZÍNOVÁ, P. *Polní plodiny*. Brno: VFU, 2006. 41 s.
- [10] PEŇA, R. J. Food Uses of Triticale. *Triticale improvement and productions*. s. 37–48.
- [11] PETR, J., HÚSKA, J. a kol. *Speciální produkce rostlinná I. Obecná část a obiloviny*. 1.vyd. Praha: ČZU, 1997. 197 s. ISBN 80-213-0152-X.
- [12] *Ječmen setý* [online]. [cit. 2012-2-2]. Dostupný z WWW: <http://www.probio.cz/ARCHIV/vyrobky/jecmen-sety.htm>
- [13] SKOPAL, J. *Ječmen jarní – Perspektivní plodina pro pěstitelé*. Sborník z konference. Řepařství & sladovnický ječmen. 2004.
- [14] DOSTÁLEK, P. Ječmen: od kolébky zemědělství přes zázrak rozmnožení chlebů a krále Ječmínka až ke kroupám do jelit. *Ječmenářská ročenka*, 2007. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s. s. 32–36.
- [15] *Ječmen* [online]. [cit. 2012-11-9]. Dostupný z WWW: <http://vf-wwww.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/jecmen.htm>
- [16] PŘÍHODA, J., HRUŠOVÁ, M., SKŘIVAN, P. *Cereální chemie a technologie I*.

- Cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2004. 202 s. ISBN 80-7080-530-7.
- [17] LINKO, R., LAPVETELAINEN, A., LAAKSO, P., KALLIO, H. Protein Composition of a High-Protein Barley Flour and Barley Grain. *Cereal Chemistry*. 1989, roč. 66, č. 6, s. 478–482.
- [18] *Kukuřice* [online]. [cit. 2011-11-9]. Dostupný z WWW: <http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/kukurice.htm>
- [19] FAHRENHOLZ, CH. *Cereal grains and byproducts: What's in them and how are they processed?* s. 57–70.
- [20] *Rýže setá* [online]. [cit. 2011-11-5]. Dostupný z WWW: <http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/ryze.htm>
- [21] HANSEN, H. B., MØLLER, B., ANDERSEN, S. B., JØRGENSEN, J. R., HANSEN, A. Grain Characteristics, Chemical Composition, and Functional Properties of Rye (*Secale cereale* L.) As Influenced by Genotype and Harvest Year. *J. Agric. Food Chem.* 2004, roč. 52, s. 2282–2291.
- [22] *Čirok* [online]. [cit. 2011-10-13]. Dostupný z WWW: <http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/cirok.htm>
- [23] *Proso seté* [online]. [cit. 2012-3-2]. Dostupný z WWW: <http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/proso.htm>
- [24] MOUDRÝ, J., KALINOVÁ, J., PETR, J., MICHALOVÁ, A. *Pohanka a proso*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. 2005. 206 s.
- [25] *Pohanka* [online]. [cit. 2012-2-22]. Dostupný z WWW: <http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/pohanka.htm>
- [26] IKEDA, S., YAMASHITA, Y., KREFT, I. Mineral composition of buckwheat by-products and its processing characteristics to konjak preparation. *Fagopyrum*. 1999, roč. 16, s. 89–94.
- [27] *Laskavec* [online]. [cit. 2011-9-11]. Dostupný z WWW: <http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/laskavec.htm>
- [28] GORINSTEIN, S., PAWELZIK, E., DELGADO-LICON, E., HARUENKIT, R., WEISZ, M., TRAKHTENBERG, S. Characterisation of pseudocereal and cereal proteins by protein and amino acid analyses. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2002, roč. 82, s. 886–891.
- [29] ABUGOCH JAMES, L. E. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): Composition,

- Chemistry, Nutritional and Functional Properties. *Food and Nutrition Research*. 2009, roč. 56, s. 1–31.
- [30] REPO-CARRASCO, R., ESPINOZA, C., JACOBSEN, S.-E. Nutritional value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiva (*Chenopodium pallidicaule*). *Food reviews international*. 2003, roč. 19, č. 1 a 2, s. 179–189.
- [31] *Obilniny* [online]. [cit. 2011-9-11]. Dostupný z WWW: <http://vfu-www.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/obilniny.htm>
- [32] SHEWRY, P. R., HALFORD, N. G. Cereal seed storage proteins: structures, properties and role in grain utilization. *Journal of Experimental Botany*. 2002, roč. 53, č. 370, s. 947–958.
- [33] VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. *Chemie potravin I*. 1. díl, Tábor: OSSIS, 2009, ISBN 978-80-86659-17-6.
- [34] TATHAM, A. S., SHEWRY, P. R. The S-poor prolamins of wheat, barley and rye: Revisited. *Journal of Cereal Science*. 2012, roč. 30, s. 1–21.
- [35] PELIKÁN, M. *Zpracování obilnin a olejnin*. 2. vyd. Brno: MZLU, 1999. 152 s. ISBN 80-7157-195-4.
- [36] KOSAŘ, K., PROCHÁZKA, S. a kol. *Technologie výroby sladu a piva*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a. s. 2000. 76 s. ISBN 80-902658-6-3.
- [37] GRIFFEY, C., BROOKS, W., KURANTZ, M., THOMASON, W., TAYLOR, F., OBERT, D., MOREAU, R., FLORES, R., SOHN, M., HICKS, K. Grain composition of Virginia winter barley and implications for use in feed, food, and biofuels production. *Journal of Cereal Science*. 2010, roč. 51, s. 41–49.
- [38] FERRARI, B., FINOCCHIARO, F., STANCA, A. M., GIANINETTI, A. Optimization of air classification for the production of  $\beta$ -glucan-enriched barley flours. *Journal of Cereal Science*. 2009, roč. 50, s. 152–158.
- [39] BAIK, B. K., ULLRICH, S. K. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest, *Journal of Cereal Science*, 2008, Vol. 48, 233-242.
- [40] BRENNAN, CH. S., CLEARY, L. The potential use of cereal (1 $\rightarrow$ 3, 1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glucans as functional food ingredients. *Journal of Cereal Science*. 2005, roč. 42, s. 1–13.
- [41] THONDRE, P. S., HENRY, C. J. K. High-molecular-weight barley  $\beta$ -glucan in

- chapatis (unleavened Indian flatbread) lowers glycemic index. *Nutrition Research*. 2009, roč. 29, s. 480–486.
- [42] PIPALOVÁ, S. PROCHÁZKOVÁ, J., EHRENBERGEROVÁ, J. *Ověření nutriční hodnoty linií jarních ječmenů*. Brno: MZLU. s. 1–6.
- [43] VASANTHAN, T., GAOSONG, J., YEUNG, J., LI, I. Dietary fiber profile of chapatis (unleavened Indian flatbread) lowers glycemic index. *Nutrition Research*. 2009, roč. 29, s. 480–486.
- [44] ERKAN, H., ÇELIK, S., BILGI, B., KÖKSEL, H. A new approach for the utilization of barley in food products: Barley tarhana. *Food Chemistry*. 2006, roč. 97, s. 12–18.
- [45] MACHÁŇ, P., EHRENBERGEROVÁ, J., KLÍMOVÁ, E., BENEŠOVÁ, K., VACULOVÁ, K. Neškrobové polysacharidy v souboru odrůd ječmene jarního. *Kvasný průmysl*. 2011, roč. 57, č. 7–8, s. 219–223. ISSN 0023-5830.
- [46] MIKYŠKA, A., HARTMAN, I., HAŠKOVÁ, D. Polyfenolové látky a antioxidační vlastnosti odrůd ječmene doporučených pro České pivo. *Kvasný průmysl*. 2011, roč. 57, č. 7–8, s. 182–189.
- [47] GALLEGOS-INFANTE, J. A., ROCHA-GUZMAN, N. E., GONZALEZ-LAREDO, R. F., PULIDO-ALONSO, J. Effect of processing on the antioxidant properties of extracts from Mexican barley (*Hordeum vulgare*) cultivar. *Food Chemistry*. 2010, roč. 119, s. 903–906.
- [48] DYKES, L., ROONEY, L. W. Phenolic Compounds in Cereal Grains and Their Health Benefits. *Cereal Foods World*. 2007, roč. 52, č. 3, s. 105–111.
- [49] EHRENBERGEROVÁ, J. *Chemické složení zrna ječmene*. In: ZIMOLKA, J. a kol. *Ječmen – formy a užitkové směry v ČR*. 1. vyd. Praha: Profi Press, s., r. o., 2006. s. 25–36. ISBN 80-86726-18-5.
- [50] HULÍN, P., DOSTÁLEK, P., HOCHÉL, I. Metody stanovení lepkových bílkovin v potravinách. *Chemické Listy*. 2008, roč. 102, s. 327–337.
- [51] BAMDAD, F., WU, J., CHEN, L. Effects of enzymatic hydrolysis on molecular structure and antioxidant activity of barley hordein. *Journal of Cereal Science*. 2011, roč. 54, s. 20–28.
- [52] SVOBODA, Z., MIKULÍKOVÁ, R., BĚLÁKOVÁ, S., BENEŠOVÁ, K., NESVADBA, Z. Stanovení obsahu lipidů a zastoupení mastných kyselin v obilkách ječmene a ve sladu. *Kvasný průmysl*. 2009, roč. 55, č. 11–12, s. 315–

320. ISSN 0023-5830.
- [53] PANFILI, G., FRATIANNI, A., CRISCIO, T. D., MARCONI, E. Tocol and  $\beta$ -glucan levels in barley varieties and in pearling by-products. *Food Chemistry*. 2008, roč. 107, s. 84–91.
- [54] HALLFRISCH, J., SCHOLFIELD, D. J., BEHALL, K. M. Blood pressure reduced by whole grain diet containing barley or whole wheat and brown rice in moderately hypercholesterolemic men. *Nutrition Research*. 2003, roč. 23, s. 1631–1642.
- [55] *Kroupy ječné* [online]. [cit. 2011-20-11]. Dostupný z WWW: <http://www.czfcdb.cz/potravinny/?id=177>
- [56] *Šestero druhů vloček* [online]. [cit. 2011-18-11]. Dostupný z WWW: <http://www.probio.cz/ARCHIV/vyrobky/vlocky.htm>
- [57] ČERNÝ, L a kol. Jarní sladovnický ječmen – pěstitelský poradce. České Budějovice: Kurent, s. r. o., 2007. ISBN 978-80-87111-04-8.
- [58] BENEŠ, J., ŠÁLKOVÁ, T. VANĚČEK, Z. Původ a nejstarší historie ječmene setého (*Hordeum vulgare*) na Předním Východě: pohled archeobotaniky. *Kvasný průmysl*. 2011, roč. 57, č. 5.
- [59] NEWMAN, C. W., NEWMAN, R. K. A Brief History of Barley Foods. *Cereal foods world*. 2006, roč. 51, č. 1, s. 4–7.
- [60] HÁJEK, M., ČERNÝ, L., VAŠÁK, J. *Pohled do historie pěstování sladovnického ječmene*. Praha: ČZU. 2006. Sborník z konference „Úspěšné plodiny pro velký trh“ - Ječmen a cukrovka“. s. 4–5.
- [61] SPEETJENS, J. Steam flaked grain. Higher flaked quality and gelatinization levels demand increased moisture, heat and retention time during conditioning, making sound cooler-dryer choices essential. *World Grain*. 2002. s. 26–28.
- [62] ZINN, R. A., OWENS, F. N., WARE, R. A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 2002. s. 1145–156.
- [63] *Mouka ječná celozrnná jemně mletá* [online]. [cit. 2012-2-18]. Dostupný z WWW: <http://www.countrylife.cz/mouka-jecna-celozrnnajemnemleta-1kg-bio-pro-bio>
- [64] ŠKRBIĆ, B., MILOVAC, S., DODIG, D., FILIPČEV, B. Effects of hull-less barley flour and flakes on bread nutritional composition and sensory properties.



- Food Chemistry*. 2009, roč. 115, s. 982–988.
- [65] *Otruby* [online]. [cit. 2012-3-14]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.recipetips.com/kitchen-tips/t--1007/types-of-grain.asp>>
- [66] *Otruby* [online]. [cit. 2012-3-14]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.livestrong.com/article/476887-corn-bran-vs-wheat-bran-health-benefits/>>
- [67] *Slzovka obecná* [online]. [cit. 2011-9-8]. Dostupný z WWW:  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Slzovka\\_obecn%C3%A1](http://cs.wikipedia.org/wiki/Slzovka_obecn%C3%A1)>
- [68] JIANGSHENG, L., CORKE, H. Physicochemical Properties of Normal and Waxy Job's Tears (*Coix lachryma-jobi* L.) Starch. 1999, roč. 76, č. 3, s. 414–416.
- [69] *Perličkový ječmen* [online]. [cit. 2012-3-8]. Dostupný z WWW:  
<<http://healthydoses.wordpress.com/2008/05/25/job%e2%80%99s-tears-chinese-pearl-barley-coix-lacryma-jobi-adlay-seed-coixseed-ma-yuen/>>
- [70] *Výroba whisky* [online]. [cit. 2012-3-26]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.rocniky.cz/encyklopedie/produkty/lihoviny/whisky/vyroba-whisky/>>
- [71] ČSN 46 1200-3, Obiloviny – část 3: Ječmen, Český normalizační institut, Praha, 2001.
- [72] RATHOUSKÝ, V. *Kniha o nápoji z trávy III*. Staré Město: Green Ways s.r.o., 2009. 79 s. ISBN 978-80-904166-1-1.
- [73] Katalog produktů. Staré Město: Green Ways s.r.o., 2010. 51 s.
- [74] SANDOVAL, D. *The Green Foods Bible*. USA: Freedom Press, 2008. 190 s.
- [75] *Výživa a zdraví* [online]. [cit. 2011-9-4]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.aktivital.cz/index.php/vyziva-a-zdravi-a15>>
- [76] *Ječmen (Green Barley)* [online]. [cit. 2011-10-10]. Dostupný z WWW:  
<<https://www.greentrend.cz/ptate-se>>
- [77] DALLEN M. *Zelené potraviny, když jídlo je naším lékem*. Praha: Ratio Bona spol. s.r.o., 2010. 113 s. ISBN 978-80-254-4590-7.
- [78] HRABĚ, J., BUŇKA, F., HOZA, I.: *Technologie výroby potravin rostlinného původu pro kombinované studium*, Zlín: UTB, 1. vyd., 2008, 188s. ISBN 978-80-7318-520-6.
- [79] Produktová dokumentace Barley. Praha: Energy Group a.s., 2008. 23 s.
- [80] EHRENBERGEROVÁ J., BŘEZINOVÁ BELCREDI N., KOPÁČEK J., MELIŠOVÁ L., HRSTKOVÁ P., MACUCHOVÁ S., VACULOVÁ K.,

- PAULÍČKOVÁ I. Antioxidant Enzymes in Barley Green Biomass. *Plant Foods for Human Nutrition*. 2009, roč. 64, s. 122–128.
- [81] BŘEZINOVÁ BELCREDI, N., EHRENBERGEROVÁ, J., VACULOVÁ, K. Antioxidační aktivita enzymu superoxiddismutasy v zrně ječmene jarního. *Kvasný průmysl*. 2010, roč. 56, č. 3, s. 127–130.
- [82] AMAROWICZ, R., ZEGARSKA, Z., PEGG, R. B., KARAMAČ M., KOSÍŇSKA A. Antioxidant and radical scavenging activities of a barley crude extract and its fraction. *Czech J. Food Sci.* 2007, roč. 25, s. 73–80.
- [83] PAULÍČKOVÁ, I., EHRENBERGEROVÁ, J., FIEDLEROVÁ, V., GABROVSKÁ, D., HAVLOVÁ, P., HOLASOVÁ, M., KOPÁČEK, J., OUHRABKOVÁ, J., PINKROVÁ, J., RYSOVÁ, J., VACULOVÁ, K., WINTEROVÁ, R. Evaluation of Barley Grass as a Potential Source of Some Nutritional Substances. *Czech J. Food Sci.* 2006, roč. 25, č. 2, s. 65–72.
- [84] YU, Y. M., WU, CH. H., TSENG, Y. H., TSAI, CH. E., CHANG, W. CH. Antioxidative and Hypolipidemic Effects of Barley Leaf Essence in a Rabbit Model of Atherosclerosis. *Jpn. J. Pharmacol.* 2002, roč. 89, s. 142–148.
- [85] YU, Y. M., CHANG, W. CH., LIU, CH. S., TSAI, CH. M. Effect of Young Barley Leaf Extract and Adlay on Plasma Lipids and LDL Oxidation in Hyperlipidemic Smokers. *Biol. Pharm. Bull.* 2004, roč. 27, č. 6, s. 802–805.
- [86] HORNIŠER, P. *Šest klíčových vlastností zelených nápojů* [online]. [cit. 2011-1-16]. Dostupný z WWW: [www.zelenyobchod.cz](http://www.zelenyobchod.cz)
- [87] LI, J., KANEKO, T., QIN, L-Q., WANG, J., WANG, Y. Effects of Barley Intake on Glucose Tolerance, Lipid Metabolism, and Bowel Function in Women. *Nutrition*. 2003, roč. 19, s. 926–929.
- [88] ČSN EN ISO 712, Obiloviny a výrobky z obilovin, Stanovení vlhkosti, Praktická referenční metoda, Český normalizační institut, Praha, 2003.
- [89] ČSN 46 1014, Obiloviny a výrobky z obilovin, Stanovení vlhkosti, Praktická referenční metoda.
- [90] Douša, M: Vliv extrakčního činidla a doby extrakce na stanovení obsahu tuku v krmivech. *Feed and Food Analysis*. 2000, roč. 1. .
- [91] *Separční metody – Extrakce* [online]. [cit. 2012-1-18]. Dostupný z WWW: <http://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/extrakce.pdf>

- [92] *Soxhlet* [online]. [cit. 2012-1-14]. Dostupný z WWW:  
<<http://de.wikipedia.org>>
- [93] *Jak použít Soxhletův extraktor* [online]. [cit. 2012-1-19]. Dostupný z WWW:  
<<http://adaptogeny.cz/quest/jak-pouzit-soxhletuv-extraktor-672.aspx>>
- [94] *Extraktion nach Twisselmann* [online]. [cit. 2012-1-15]. Dostupný z WWW:  
<[http://de.wikipedia.org/wiki/Extraktion\\_nach\\_Twisselmann](http://de.wikipedia.org/wiki/Extraktion_nach_Twisselmann)>
- [95] Extrakce za zvýšené teploty [online]. [cit. 2012-1-16]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.labicom.cz/extrakce-za-zvysene-teploty-283/>>
- [96] *Přednáška 11, část B5 – Lipidy* [online]. [cit. 2012-1-13]. Dostupný z WWW:  
<<http://web.vscht.cz/koplikr/>>
- [97] *Kjeldahlova metoda* [online]. [cit. 2012-1-12]. Dostupný z WWW:  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Kjeldahlova\\_metoda](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kjeldahlova_metoda)>
- [98] ČSN 46 1011-18, Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin – Část 18: Zkoušení obilovin – Stanovení obsahu dusíkatých látek, Český normalizační institut, Praha, 2003.
- [99] *NDA 701* [online]. [cit. 2012-1-21]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.mezos.cz/pdf/NDA701.pdf>>
- [100] Vyhláška č. 268/2006 Sb.
- [101] Vyhláška č. 356/2008 Sb.
- [102] *Pentózany a otruby* [online]. [cit. 2012-3-6]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.mrazagro.cz/cs/krmivarstvi/pentozany-a-otruby.html>>
- [103] *Mladý ječmen - doplňky stravy* [online]. [cit. 2012-3-12]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.embracelife.cz/products/jecmen/>>
- [104] *Kulturní druhy rodu Triticum* [online]. [cit. 2012-3-10]. Dostupný z WWW:  
<[http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul\\_key=81&idkapitola=2](http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?titul_key=81&idkapitola=2)>
- [105] *Pšenice špalda* [online]. [cit. 2012-3-10]. Dostupný z WWW:  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%A1enice\\_%C5%A1palda](http://cs.wikipedia.org/wiki/P%C5%A1enice_%C5%A1palda)>
- [106] *Špaldové kernotto Bio* [online]. [cit. 2012-3-12]. Dostupný z WWW:  
<<http://makrobiotika.aspone.cz/e-shop/Detail-Produktu.aspx?VyrobekID=185>>
- [107] *Grünkern* [online]. [cit. 2012-3-12]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.kuechengoetter.de/rezepte/warenkunde/15048/gruenkern.html>>
- [108] *Khorasan wheat* [online]. [cit. 2012-3-12]. Dostupný z WWW:  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/Khorasan\\_wheat](http://en.wikipedia.org/wiki/Khorasan_wheat)>

- [109] *Tritikále* [online]. [cit. 2012-2-4]. Dostupný z WWW:  
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Tritik%C3%A1le>>
- [110] *Ječmen* [online]. [cit. 2011-11-9]. Dostupný z WWW:  
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Je%C4%8Dmen>>
- [111] VACULOVÁ, K., BALOUNOVÁ, M., SEDLÁČKOVÁ, I. KVASNIČKA, F., MIKULÍKOVÁ, R., BĚLÁKOVÁ, S., BENEŠOVÁ, K., POUCH, M., EHRENBERGEROVÁ, J. *Metodika prebreedingu ječmene jarního s diferencovaným obsahem přirozených škodlivých látek v zrně pro šlechtění odrůd nesladovnického typu*. 1. vyd. Kroměříž: Agrotest fyto, 2011. 46 s. ISBN e-verze: 978-80-87555-00-2. Dostupný z WWW:  
<<http://www.vukrom.cz/vyzkum/patenty-vzory/metodika-prebreeding>>
- [112] *Oves setý* [online]. [cit. 2012-2-6]. Dostupný z WWW:  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Oves\\_set%C3%BD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Oves_set%C3%BD)>
- [113] *Ovesné zrno* [online]. [cit. 2012-2-6]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.oseva-trading.cz/view.php?cisloclanku=2008030011>>
- [114] *Laskavec neboli amarant je velmi výživná a zdravá obilovina* [online]. [cit. 2011-10-8]. Dostupný z WWW:  
<<http://zdrava-vyziva.doktorka.cz/laskavec-neboli-amarant-je-velmi-vyzivna-a-zdrava-obilnina>>
- [115] *Merlík čilský* [online]. [cit. 2011-12-6]. Dostupný z WWW:  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Merl%C3%ADk\\_%C4%8Dilsk%C3%BD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Merl%C3%ADk_%C4%8Dilsk%C3%BD)>
- [116] ČSN 46 1100-5, Obiloviny potravinářské – část 5: Ječmen sladovnický, Český normalizační institut, Praha, 2005.
- [117] *Jak pěstovat mladý ječmen* [online]. [cit. 2011-12-16]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.nejodstavnovac.cz/pestovat-mlady-jecmen>>
- [118] *Užívání mladého ječmene* [online]. [cit. 2012-1-5]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.zelenyjecmen.eu/zelene-potraviny-obecne.htm>>
- [119] *Srovnání výrobků z mladého ječmene na trhu* [cit. 2012-1-5]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.zelenyobchod.cz/news/srovnani-jecmene-fresh-jecmene-green-ways-barley-green-premium-bez-rasy-jecmene-green-trend-jecmene-lifefood/>>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

BHT	Butylated hydroxytoluene – Butylhydroxytoluen
BNLV	Bezdušikáté látky výtažkové
CAT	Kataláza
CGF	Chlorella Growth Factor – Chlorella růstový faktor
ČSN	Česká státní norma
DNA	Deoxyribonukleová kyselina
FAO	Food and Agriculture Organization – Organizace pro výživu a zemědělství
GHBA	Glykovaný hemoglobin
GIV	Glykosylisovitexin
GP	Glykovaný protein
GSHPx	Glutation peroxidáza
HDL	Hight density lipoproteid – Lipoprotein o vysoké hustotě
ISO	International Standard Organisation – Mezinárodní organizace pro normalizaci
LDL	Low density lipoproteid – Lipoprotein o nízké hustotě
LOX	Lipoxigenáza
NIRS	Near infrared spectroscopy – Infračervená spektroskopie
NSP	Neškrobové polysacharidy
Pt	Obsah tuku.
Pts	Obsah tuku v sušině.
S	Obsah sušiny.
S.D.	Směrodatná odchylka
SOD	Superoxid dismutáza
USJ	Ukazatel sladovnické jakosti

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Podélný řez obilkou.....</i>	<i>24</i>
<i>Obr. 2. Proteiny obilovin a jejich složení.....</i>	<i>26</i>
<i>Obr. 3. Kroupy – obroušená zrna ječmene.....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 4. Ječné vločky.....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 5. Výroba vloček.....</i>	<i>39</i>
<i>Obr. 6. Obilné otruby.....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 7. Perličkový ječmen.....</i>	<i>41</i>
<i>Obr. 8. Slzovka obecná.....</i>	<i>42</i>
<i>Obr. 9. Test živosti nápoje z mladého ječmene.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 10a. Zpracování mladého ječmene: Organický způsob pěstování, rychlé zpracování mladých ječmenných výhonků, oplachování pitnou vodou, jemná extrakce šťávy, sušení šťávy sušením, granulace pro rozpustnost, kontrola celého procesu.....</i>	<i>46</i>
<i>Obr. 10b. Zpracování mladého ječmene: Organický způsob pěstování, rychlé zpracování mladých ječmenných výhonků, oplachování pitnou vodou, jemná extrakce šťávy, sušení šťávy sušením, granulace pro rozpustnost, kontrola celého procesu.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 11. Mladý ječmen ve formě prášku.....</i>	<i>47</i>
<i>Obr. 12. Nápoj z drceného sena (vlevo) a nápoj z vylisovaných travin (vpravo) po 2 a o 24 hodinách.....</i>	<i>48</i>
<i>Obr. 13. Soxhletův extraktor.....</i>	<i>57</i>
<i>Obr. 14. Twisselmannův extraktor.....</i>	<i>58</i>
<i>Obr. 15. Příklad pro stanovení dusíku / bílkovin dle Dumase.....</i>	<i>59</i>
<i>Obr. 16. Exsikátor, analytické váhy.....</i>	<i>62</i>

---

*Obr. 17. Twisselmannův extrakční přístroj.....67*

*Obr. 18. Automatická destilační jednotka Pro-Nitro 1430, mineralizátor Bloc Digest  
12.....68*

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Rozdělení druhů obilnin do skupin podle vlastností a požadavků na prostředí.....</i>	<i>13</i>
<i>Tab. 2. Chemické složení zrna pšenice (%).....</i>	<i>14</i>
<i>Tab. 3. Srovnání obsahu esenciálních aminokyselin u pšenice seté a pšenice špaldy (g.100 g<sup>-1</sup> proteinu).....</i>	<i>15</i>
<i>Tab. 4. Chemické složení zrna žita (%).....</i>	<i>16</i>
<i>Tab. 5. Chemické složení zrna tritikale (%).....</i>	<i>17</i>
<i>Tab. 6. Chemické složení zrna ječmene (%).....</i>	<i>18</i>
<i>Tab. 7. Chemické složení zrna kukuřice (%).....</i>	<i>19</i>
<i>Tab. 8. Chemické složení zrna rýže (%).....</i>	<i>19</i>
<i>Tab. 9. Chemické složení zrna ovsa (%).....</i>	<i>20</i>
<i>Tab. 10. Chemické složení zrna čiroku (g.100 g<sup>-1</sup>).....</i>	<i>20</i>
<i>Tab. 11. Chemické složení zrna prosa (%).....</i>	<i>21</i>
<i>Tab. 12. Obsah minerálních látek v mouce z pohanky (mg.100 g<sup>-1</sup>).....</i>	<i>22</i>
<i>Tab. 13. Chemické složení zrna merlíku čilského (g.100 g<sup>-1</sup>).....</i>	<i>23</i>
<i>Tab. 14. Obsah antinutričních látek merlíku čilského.....</i>	<i>23</i>
<i>Tab. 15. Rozdělení látkového složení v jednotlivých částech zrna v % sušiny.....</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 16. Průměrné složení zrn obilovin v %.....</i>	<i>26</i>
<i>Tab. 17. Chemické složení zrna ječmene v %.....</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 18. Rozdělení bílkovin podle rozpustnosti.....</i>	<i>31</i>
<i>Tab. 19. Podíl dusíkatých frakcí z celkového dusíku v ječmeni v %.....</i>	<i>31</i>
<i>Tab. 20. Obsah esenciálních aminokyselin v ječmeni (g.100 g<sup>-1</sup> proteinu).....</i>	<i>32</i>
<i>Tab. 21. Obsah mastných kyselin v obilovinách.....</i>	<i>32</i>
<i>Tab. 22. Obsah minerálních látek v ječmeni (mg.100 g<sup>-1</sup>).....</i>	<i>32</i>



<i>Tab. 23. Průměrný obsah minerálních látek ve výrobcích z ječmene.....</i>	<i>33</i>
<i>Tab. 24. Enzymy v ječmeni.....</i>	<i>34</i>
<i>Tab. 25. Chemické složení krup vyrobených z bezpluchého ječmene.....</i>	<i>38</i>
<i>Tab. 26. Chemické složení Hato-Mugi.....</i>	<i>41</i>
<i>Tab. 27. Obsah živin v 1 g mladého ječmene a jiných zelených potravin.....</i>	<i>49</i>
<i>Tab. 28. Obsah vitaminů v mladém ječmeni (mg.100 g<sup>-1</sup>).....</i>	<i>51</i>
<i>Tab. 29. Obsah minerálních látek ve 100 g mladého ječmene a jiných zelených potravinách.....</i>	<i>51</i>
<i>Tab. 30. Obsah aminokyselin v 1 g mladého ječmene a jiných zelených potravinách.....</i>	<i>52</i>
<i>Tab. 31a. Seznam a charakteristiky použitých vzorků obilovin a potravin.....</i>	<i>63</i>
<i>Tab. 31b. Seznam a charakteristiky použitých vzorků obilovin a potravin.....</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 32. Energetické a nutriční hodnoty použitých výrobků z ječmene udávané výrobce ve 100 g výrobku.....</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 33. Obsah sušiny a vody u jednotlivých vzorků (v % ).....</i>	<i>69</i>
<i>Tab. 34. Obsah popela u jednotlivých vzorků (v % ).....</i>	<i>70</i>
<i>Tab. 35. Obsah tuku u jednotlivých vzorků (v % ).....</i>	<i>72</i>
<i>Tab. 36. Obsah bílkovin u jednotlivých vzorků (v % ).....</i>	<i>73</i>

## SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha P I: Významné kulturní druhy rodu *Triticum*
- Příloha P II: Obilniny a pseudoobilniny
- Příloha P III: Odrůdy ječmene podle ukazatele sladovnické jakosti (USJ)
- Příloha P IV: Hodnoty jakostních ukazatelů sladovnického ječmene
- Příloha P V: Ukazatelé sladovnické jakosti
- Příloha P VI: Pěstování mladého ječmene v domácích podmínkách
- Příloha P VII: Užívání mladého ječmene
- Příloha P VIII: Srovnání výrobků z mladého ječmene na trhu: Ječmen Fresh, Ječmen Green Ways, Barley Green Premium bez řasy, Ječmen Green Trend, Ječmen Lifefood
- Příloha P IX: Srovnání výrobků z mladé pšenice na trhu: Mladá pšenice Bio, Bio Mladá pšenice
- Příloha P X: Naměřené hodnoty pro výpočet obsahu sušiny
- Příloha P XI: Naměřené hodnoty pro výpočet obsahu popela
- Příloha P XII: Naměřené hodnoty pro výpočet obsahu tuku
- Příloha P XIII: Naměřené hodnoty pro výpočet obsahu bílkovin

## PŘÍLOHA P I: VÝZNAMNÉ KULTURNÍ DRUHY RODU *TRITICUM*

[104]

Počet chromozomů	Obilky nahé	Obilky pluchaté
2n = 14	-	pšenice jednozrnka ( <i>Triticum monococcum</i> L.)
2n = 28	pšenice tvrdá ( <i>Triticum durum</i> ) pšenice perská ( <i>Triticum carthlicum</i> ) pšenice naduřelá ( <i>Triticum turgidum</i> L.) pšenice polská ( <i>Triticum polonicum</i> L.)	pšenice dvouzrnka ( <i>Triticum dicoccum</i> ) pšenice Timofejevova ( <i>Triticum timopheevi</i> )
2n = 42	pšenice setá ( <i>Triticum aestivum</i> L.) pšenice indická ( <i>Triticum sphaerococcum</i> ) pšenice shloučená ( <i>Triticum compactum</i> L.)	pšenice špalda ( <i>Triticum spelta</i> L.) pšenice macha ( <i>Triticum macha</i> L.)

## PŘÍLOHA P II: OBILNINY A PSEUDOOBILNINY



*Obr. 1. Pšenice setá [3]*



*Obr. 2. Pšenice špalda, špaldové kernotto, Grünkern [105,106,107]*



*Obr. 3. Kamut [108]*



*Obr. 4. Žito seté [3]*



*Obr. 5. Tritikale [3,109]*



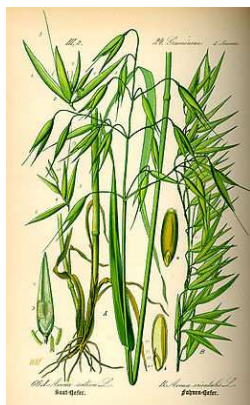
*Obr. 6. Ječmen setý, zrno bezpluchého ječmene, vzorek pluchatého zrna [110,111]*



*Obr. 7. Kukuřice [3]*



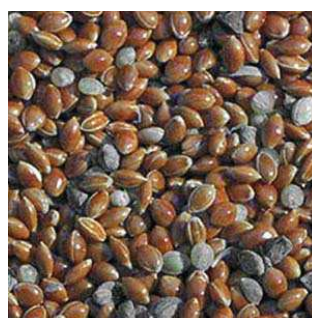
*Obr. 8. Rýže [3]*



*Obr. 9. Oves setý [112,113]*



*Obr. 10. Čirok [3]*



*Obr. 11. Proso seté [3]*



*Obr. 12. Pohanka [3]*



*Obr. 13. Amarant [3,114]*



*Obr. 14. Merlík čilský [3,115]*

## **PŘÍLOHA P III: ODRŮDY JEČMENE PODLE UKAZATELE SLADOVNICKÉ JAKOSTI (USJ)**

- 1) **výběrové odrůdy** (USJ 7 až 9) – Diplom, Jersey, Malz, Prestige, Sebastian, aj.
- 2) **standardní odrůdy** (středně jakostní, USJ 4 až 6) – Akcent, Amulet, Annabel, Atribut, Calgary, Forum, Kompakt, Madeira, Madonna, Maridol, Philadelphia, Sabel, Scarlett, Novum, Terno, Tiffany (ozimý), Tolar aj.
- 3) **nestandardní odrůdy** (nesladovnické, USJ méně než 4) – Ditta, Heris, Ladik, Orbit, Orthege, Pax, Pejas, Primus, Prosa, Stabil, Viktor aj.
- 4) odrůdy vhodné pro české pivo – Tolar, Bojos, Aksamit, Blaník, Malz (většinou tyto odrůdy patří do druhé skupiny s USJ 4–6) [57].



**PŘÍLOHA P IV: HODNOTY JAKOSTNÍCH UKAZATELŮ  
SLADOVNICKÉHO JEČMENE [116]**

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

**PŘÍLOHA P V: UKAZATELÉ SLADOVNICKÉ JAKOSTI [116]**

<b>Parametry</b>	<b>Optimální hranice 9</b>	<b>Jednotky</b>
<b>Bílkoviny v zrně ječmene</b>	10,2	%
	11,0	
<b>Extrakt v sušině sladu</b>	83,0	%
<b>Relativní extrakt při 45 °C</b>	40,0	%
	48,0	
<b>Kolbachovo číslo</b>	42,0	%
	48,0	
<b>Diastatická mohutnost</b>	300,0	WK
<b>Dosažený stupeň prokvašení</b>	82,0	%
<b>Friabilita</b>	86,0	%
<b>Obsah <math>\beta</math>-glukanů ve sladině</b>	100,0	mg.l <sup>-1</sup>

## **PŘÍLOHA P VI: PĚSTOVÁNÍ MLADÉHO JEČMENE V DOMÁCÍCH PODMÍNKÁCH**

Mladý ječmen se u nás nedá koupit ve stavu vzrostlé rostlinky vhodné k odšťavnění. Je ale snadné, vypěstovat ho v domácích podmínkách. Nejdůležitější je zakoupit semena ječmene určená pro klíčení.

### **Postup pěstování**

1. Semena (500 g) se máčí ve vodě 8 hodin.
2. Připraví se podnos s hlínou pro sázení o rozměrech asi 50 x 25 cm (hloubka 5 cm).
3. Po skončení namáčení se nechají semena odkapat.
4. Semena se opláchnou a znovu se nechají důkladně odkapat.
5. Semena se rovnoměrně rozmístí v podnosu. Poté se přidá další vrstva hlíny (asi 1 cm) a rovnoměrně se zalije.
6. Hlína by měla být mírně vlhká. Ječmen se každý den zalévá (rosí).
7. Je vhodné přikrýt podnos víkem pro udržení vlhkosti. Po třech dnech by měl mít ječmen již několika cm výhonky.
8. Víko se odstraní a ječmen se umístí na vhodné místo s dostatkem nepřímého slunečního světla (na přímém slunečním světle by došlo k vypaření vlhkosti z půdy a zastavení růstu).
9. Sluneční světlo dodává výhonkům energii potřebnou k vytváření chlorofylu, který přemění žlutou barvu výhonků na zelenou barvu. Výhonky se sklízí, když mají výšku asi 10 cm. V této výšce mají největší nutriční hodnotu. Výhonky se stříhají zhruba 1 cm nad půdou.
10. Před odšťavněním se výhonky omyjí [117].






Z již jednou vyrostlých semínek nemá smysl nechávat vyrůst další výhonky, protože už nebudou obsahovat tolik nutričních látek. Celý průběh od namočení semínek do sklizně trvá zhruba 7 až 8 dní. Dobu růstu ovlivňuje okolní teplota a vlhkost. Příliš vysoká teplota nebo okolní vlhkost způsobuje plíseň. Nařezané listy ječmene je možné skladovat v ledničně, maximálně však 3 dny. Vlákna, která zbude po odšťavnění, se dá použít jako

léčivý a regenerační obklad při onemocněních kůže, na různá poranění nebo odřeniny. Je účinná i při hemeroidech [73,117].

## **PŘÍLOHA P VII: UŽÍVÁNÍ MLADÉHO JEČMENE**






Ječmen se užívá nalačno, 20 minut před jídlem nebo 2 hodiny po jídle. Sklenice vypitá před spaním sníží kyselost krve a zkvalitní spánek. Je důležité rozmíchat ječný prášek v chladných neperlivých tekutinách (voda, džus), aby se uchovaly aktivní enzymy. Při vysokých teplotách je totiž Mladý ječmen nestabilní. Rozpuštěním ve vodě teplejší než 48 °C by se důležité látky zničily. Jako preventivní dávka se doporučuje u dospělých 2x 1 lžička denně, léčebná dávka představuje v průměru 3x 1 až 4x 1 lžičku denně. Starší a nemocní lidé mohou dávku znásobit. Dávku pokrývající denní potřebu všech důležitých látek tvoří 6 – 8 lžiček mladého ječmene denně. Pokud se užívá mladý ječmen v kombinaci s chlorellou, stačí na pokrytí denní dávky živin poloviční množství. Děti mladší než 10 let a do 40 kg hmotnosti užívají poloviční dávku (½ kávové lžičky) 1 – 2x denně, dětem nad 40 kg lze podávat stejnou dávku jako dospělým. Nápoj by se měl užívat alespoň tři měsíce [73,76,118].

**PŘÍLOHA P VIII: SROVNÁNÍ VÝROBKŮ Z MLADÉHO JEČMENE  
NA TRHU: JEČMEN FRESH, JEČMEN GREEN WAYS, BARLEY  
GREEN PREMIUM BEZ ŘASY, JEČMEN GREEN TREND, JEČMEN  
LIFEFOOD**

Podrobné informace	Ječmen Fresh	Ječmen Green Ways	Barley Green Premium bez řasy	Ječmen Green Trend	Ječmen Lifefood
					
<b>Prodejní cena</b>	<b>790,- Kč</b> (cena platná k 1.7.2011)	<b>1100,- Kč</b> (cena platná k 1.7.2011)	<b>856,- Kč</b> (cena platná k 1.7.2011)	<b>990,- Kč</b> (cena platná k 1.7.2011)	<b>874,- Kč</b> (cena platná k 1.7.2011)
<b>Velikost balení</b>	200 g	220 g	200 g	200 g	200 g
<b>Cena za 220 g (pro porovnání)</b>	869,- Kč	1100,- Kč	942,- Kč	1089,- Kč	961,- Kč
<b>Pěstitel a/nebo výrobce</b>	Organic By Nature USA	Organic By Nature USA	YH Products Corporation Japonsko	Green Foods Corporation Belgie	Southern Synergy Nový Zéland
<b>Zpracování ječmene</b>	Vyšťavená šťáva	Vyšťavená šťáva	Vyšťavená šťáva	Vyšťavená šťáva	Drcená tráva
<b>Přidané látky</b>	žádné	žádné	hnědá rýže a chaluha	prodejce neuvádí	prodejce neuvádí
<b>Energie</b>	1380 kJ	1380 kJ	1333 kJ	1466 kJ	prodejce neuvádí
<b>Bílkoviny</b>	27,5 g	28,4 g	16,6 g	23,3 g	19,9 g
<b>Sacharidy</b>	36,1 g	41,1 g	66,6 g	66,6 g	64 g
<b>Tuky</b>	0,49 g	4,1 g	0 g	5 g	5,2 g
<b>Vápník</b>	548 mg	548 mg	583,3 mg	718 mg	50 mg
<b>Hořčík</b>	396 mg	396 mg	200 mg	224 mg	110 mg
<b>Železo</b>	13,3 mg	13 mg	8,3 mg	49 mg	25 mg
<b>Chlorofyl</b>	300 mg	300 mg	216 mg	1,49 g	507 mg
<b>Sodík</b>	474 mg	474 mg	833 mg	833mg	50 mg
<b>Vitamin C</b>	457 mg	457 mg	150 mg	329 mg	454 mg
<b>Betakaroten</b>	82,2 mg	1,32 mg	prodejce neuvádí	31 mg	23,2 mg

Poznámka: Množství jednotlivých prvků je udáváno ve 100 gramech výrobku. [119].

**PŘÍLOHA P IX: SROVNÁNÍ VÝROBKŮ Z MLADÉ PŠENICE NA TRHU: MLADÁ PŠENICE BIO, BIO MLADÁ PŠENICE**

<b>Podrobné informace</b>	<b>Mladá pšenice Bio</b>	<b>Mladá pšenice Bio</b>	<b>Mladá pšenice Bio</b>	<b>Mladá pšenice Bio</b>	<b>Bio Mladá pšenice</b>
					
<b>Prodejní cena</b>	<b>370,- Kč</b> (cena platná k 4.11.2011)	<b>339,- Kč</b> (cena platná k 4.11.2011)	<b>567,- Kč</b> (cena platná k 4.11.2011)	<b>339,- Kč</b> (cena platná k 4.11.2011)	<b>850,- Kč</b> (cena platná k 4.11.2011)
<b>Velikost balení</b>	prášek	prášek 80 g	100 g	80 g	200 g
<b>Výrobce</b>		Bio Nutracare	Sanatur		
<b>Země původu</b>	Austrálie	Indie	Německo		

Poznámka: Množství jednotlivých prvků je udáváno ve 100 gramech výrobku.

**PŘÍLOHA P X: NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO VÝPOČET OBSAHU  
SUŠINY**

<b>Vzorek</b>	<b>Hmotnost prázdné vysušené hliníkové misky (g)</b>	<b>Hmotnost navážky vzorku (g)</b>	<b>Hmotnost hliníkové misky se vzorkem po vysušení (g)</b>
<b>1a</b>	18,7681	1,0691	19,7285
<b>1b</b>	18,7402	1,0308	19,6628
<b>1c</b>	16,1120	1,0501	17,0498
<b>2a</b>	17,5076	1,0821	18,5099
<b>2b</b>	18,8871	1,0192	19,8205
<b>2c</b>	15,8638	1,0460	16,8275
<b>3a</b>	16,2626	1,0086	17,1530
<b>3b</b>	16,1322	1,0061	17,0245
<b>3c</b>	16,5627	1,0168	17,4602
<b>4a</b>	18,7517	1,0880	19,7542
<b>4b</b>	18,6803	1,0048	19,6060
<b>4c</b>	18,8047	1,0418	19,7371
<b>5a</b>	18,8648	1,0103	19,7609
<b>5b</b>	18,7988	1,0077	19,6957
<b>5c</b>	16,4082	1,0122	17,3078
<b>6a</b>	18,7575	1,0498	19,7211
<b>6b</b>	18,8983	1,0440	19,8647
<b>6c</b>	16,2581	1,0549	17,2252
<b>7a</b>	16,1015	1,0175	17,0276
<b>7b</b>	18,8630	1,0973	19,8594
<b>7c</b>	18,7972	1,0520	19,7533



**Výpočty:**

$$S_{1a} = \frac{19,7285 - 18,7681}{1,0691} \cdot 100 = 89,83$$

$$S_{1b} = \frac{19,6628 - 18,7402}{1,0308} \cdot 100 = 89,50$$

$$S_{1c} = \frac{17,0498 - 16,1120}{1,0501} \cdot 100 = 89,31$$

průměr:  $89,54 = 90\%$

$$V_1 = 100 - 90 = 10\%$$

$$S.D. = 0,27$$

**PŘÍLOHA P XI: NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO VÝPOČET OBSAHU  
POPELA**

<b>Vzorek</b>	<b>Hmotnost prázdného vysušeného porcelánového kelímku (g)</b>	<b>Hmotnost navážky vzorku (g)</b>	<b>Hmotnost porcelánového kelímku se vzorkem po procesu spalování (g)</b>
<b>1a</b>	38,1582	1,0893	38,1751
<b>1b</b>	33,5957	1,0310	33,6101
<b>1c</b>	35,7390	1,0408	35,7554
<b>2a</b>	36,5823	1,0263	36,5976
<b>2b</b>	34,2972	1,0002	34,3128
<b>2c</b>	36,1319	1,0241	36,1475
<b>3a</b>	37,9952	1,0968	38,0082
<b>3b</b>	34,3117	1,0455	34,3236
<b>3c</b>	39,0096	1,0210	39,0214
<b>4a</b>	33,9247	1,0150	33,9373
<b>4b</b>	34,9602	1,0688	34,9726
<b>4c</b>	37,3149	1,0104	37,3264
<b>5a</b>	31,4527	1,0002	31,4742
<b>5b</b>	34,6273	1,0068	34,6470
<b>5c</b>	38,4308	1,0240	38,4510
<b>6a</b>	38,6542	1,0670	38,6673
<b>6b</b>	32,3646	1,0230	32,3770
<b>6c</b>	36,6967	1,0077	36,7095
<b>7a</b>	8,9324	1,0766	8,9490
<b>7b</b>	10,9792	1,0522	10,9908
<b>7c</b>	10,5368	1,0548	10,5490

**Výpočty:**

$$X_{1a} = \frac{38,1751 - 38,1582}{1,0893} \cdot 100 = 1,55$$

$$X_{1b} = \frac{33,6101 - 33,5957}{1,0310} \cdot 100 = 1,40$$

$$X_{1c} = \frac{35,7554 - 35,7390}{1,0408} \cdot 100 = 1,58$$

průměr: 1,51

S.D. = 0,10

**PŘÍLOHA P XII: NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO VÝPOČET OBSAHU  
TUKU**

<b>Vzorek</b>	<b>Hmotnost baňky + kulička (g)</b>	<b>Hmotnost vzorku (g)</b>	<b>Hmotnost po extrakci (g)</b>
<b>1a</b>	136,7987	5,0484	136,9011
<b>1b</b>	144,1353	5,0474	144,2342
<b>1c</b>	140,3952	5,0202	140,5006
<b>2a</b>	143,9942	5,0197	144,1272
<b>2b</b>	136,5430	5,0185	136,6725
<b>2c</b>	140,3946	5,0166	140,5024
<b>3a</b>	148,3819	5,0688	148,5026
<b>3b</b>	136,4673	5,0722	136,5480
<b>3c</b>	144,1411	5,0598	144,2612
<b>4a</b>	140,3958	5,1358	140,4923
<b>4b</b>	136,8041	5,1165	136,9052
<b>4c</b>	144,1368	5,1200	144,2638
<b>5a</b>	143,9998	5,0286	144,1203
<b>5b</b>	140,3943	5,0813	140,5034
<b>5c</b>	136,5416	5,0620	136,6503
<b>6a</b>	143,8710	5,0148	143,9882
<b>6b</b>	140,3956	5,0069	140,5037
<b>6c</b>	140,4062	5,0089	140,5024
<b>7a</b>	140,4238	5,0804	140,5416
<b>7b</b>	144,1350	5,0405	144,2405
<b>7c</b>	148,3814	5,0662	148,4941

**Výpočty:**

$$P_{t1a} = \frac{136,9011 - 136,7987}{5,0483} \cdot 100 = 2,03$$

$$P_{t1b} = \frac{144,2342 - 144,1353}{5,0474} \cdot 100 = 1,96$$

$$P_{t1c} = \frac{140,5006 - 140,3952}{5,0202} \cdot 100 = 2,10$$

průměr: 2,03

S.D. = 0,07

$$P_{tS1} = \frac{2,03}{89,54} = 0,02$$

**PŘÍLOHA P XIII: NAMĚŘENÉ HODNOTY PRO VÝPOČET OBSAHU  
BÍLKOVIN**

<b>Vzorek</b>	<b>Hmotnost vzorku (mg)</b>	<b>HCL (ml)</b>	<b>N (mg)</b>
<b>1a</b>	122,7	2,00	2,93
<b>1b</b>	170,2	2,05	3,00
<b>1c</b>	185,1	2,11	3,08
<b>2a</b>	126,8	1,54	2,25
<b>2b</b>	135,3	1,47	2,15
<b>2c</b>	124,8	1,47	2,15
<b>3a</b>	101,0	1,21	1,77
<b>3b</b>	131,8	1,48	2,16
<b>3c</b>	121,5	1,42	2,07
<b>4a</b>	103,6	1,20	1,92
<b>4b</b>	146,4	1,64	2,39
<b>4c</b>	137,5	1,58	2,31
<b>5a</b>	133,7	1,37	2,00
<b>5b</b>	124,9	1,26	1,84
<b>5c</b>	188,4	1,91	2,76
<b>6a</b>	138,0	1,65	2,41
<b>6b</b>	124,6	1,38	2,14
<b>6c</b>	157,0	1,82	2,66
<b>7a</b>	150,9	2,90	4,23
<b>7b</b>	127,0	2,25	4,12
<b>7c</b>	119,4	1,98	3,89

**Výpočty:**

$$I_a = \frac{2,93}{122,7} \cdot 100 \cdot 5,7 = 13,61$$

$$I_c = \frac{3,00}{170,2} \cdot 100 \cdot 5,7 = 10,05$$

$$I_c = \frac{3,08}{185,1} \cdot 100 \cdot 5,7 = 9,48$$

průměr: 11,05

S.D. = 2,24