



**Ječmen jako surovina a jeho využití v cereálních  
technologiích**  
Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*  
doc. Ing. Jindřiška Kučerová, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Magdalena Šimková



## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

### **Ječmen jako surovina a jeho využití v cereálních technologiích**

vypracovala samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....  
podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce doc. Ing. Jindřišce Kučerové, Ph.D. za její ochotu, veškeré materiály a rady, které mi poskytla během psaní bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům, kteří mě během studia podporovali.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce na téma „Ječmen jako surovina a jeho využití v cereálních technologiích“ popisuje aktuální produkci ječmene, využití v potravinářství a jeho odrůdy používané v potravinářství. Uvádí popis anatomické stavby zrna a látkové složení, z něhož je významný obsah vlákniny potravy a  $\beta$ -glukanů, které mají prokázaný vliv na lidské zdraví. Popisuje mletí ječmene, opracování zrna při výrobě krup, využití ječné mouky v pekařských výrobcích jako je chléb a jemné pečivo a vliv ječné mouky na barvu a texturu výsledného výrobku. Práce je doplněna studii, které uvádí možnosti přidavků ječné mouky do cereálních výrobků. V závěru je uvedeno dotazníkové šetření, jehož výsledkem je potvrzení hypotézy, že ještě stále velké množství spotřebitelů neví o pozitivních zdravotních aspektech ječmene a že z ječných produktů, které nejvíce využívají, jsou kroupy.

Klíčová slova: ječmen,  $\beta$ -glukany, ječná mouka, pekařské výrobky, kroupy

## **ABSTRACT**

Bachelor thesis with topic “Barley as raw material and its utilization in cereal technology” describes current production of barley, utilization of barley in food processing and varieties of barley that are using in grocery store. It includes a specification of the anatomic structure of grain and material composition, from which is important a content of dietary fiber and  $\beta$ -glucans, which have a proven influence on human health. It describes milling of barley, grain processing during production of peeled barley, use barley flour in bakery products such as bread and pastry and ability to influence the colour and texture of final products by barley flour. The work is complemented by studies, when products of cereal technology are enriched by barley flour. In conclusion, the questionnaire introduces that many of consumer don't know about a positive health aspects of barley and that peeled barley is the earliest used products from barley grain.

Keywords: barley,  $\beta$ -glucan, barley flour, bakery products, peeled barley

## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>CÍL</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>LITERÁRNÍ PŘEHLED</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Ječmen</b> .....	<b>10</b>
3.1.1	Historie.....	10
3.1.2	Produkce .....	11
3.1.3	Využití.....	12
3.1.3.1	Namáčení a naklíčení ječmene .....	13
3.1.4	Odrůdy potravinářského ječmene v České republice .....	14
<b>3.2</b>	<b>Anatomická stavba</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3</b>	<b>Látkové složení zrna</b> .....	<b>16</b>
3.3.1	Sacharidy .....	17
3.3.1.1	Škrob.....	17
3.3.1.2	Vláknina potravy .....	18
3.3.1.3	$\beta$ -glukany .....	19
3.3.2	Bílkoviny .....	21
3.3.3	Lipidy.....	22
3.3.4	Vitaminy.....	22
3.3.5	Minerální látky.....	23
3.3.6	Fytochemické látky.....	23
<b>3.4</b>	<b>Mletí ječmene</b> .....	<b>24</b>
3.4.1	Stroje a zařízení na výrobu krup .....	24
<b>3.5</b>	<b>Využití ječné mouky v pekařském průmyslu</b> .....	<b>25</b>
3.5.1	Pekařské výrobky.....	27
3.5.2	Barva .....	27
3.5.3	Chléb.....	28
3.5.4	Jemné pečivo.....	30
3.5.4.1	Vdolky .....	31
3.5.4.2	Lívance .....	31
<b>3.6</b>	<b>Další využití ječmene v cereálních technologiích</b> .....	<b>31</b>
3.6.1	Těstoviny .....	31
3.6.2	Kroupy .....	33
3.6.3	Tortilla.....	34
3.6.4	Tarhanna.....	34
3.6.5	Nudle.....	35
3.6.6	Vločky.....	35

3.6.7	Alternativní uplatnění ječmene v potravinářství.....	36
3.7	Zdravotní aspekty ječmene .....	36
4	<b>DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ.....</b>	<b>38</b>
4.1	Cíl.....	38
4.2	Hypotézy.....	38
4.3	Vyhodnocení dotazníkového šetření .....	38
5	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>46</b>
6	<b>POUŽITÁ LITERATURA.....</b>	<b>47</b>
7	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>54</b>
8	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>54</b>
9	<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>55</b>
10	<b>PŘÍLOHY.....</b>	<b>56</b>

# 1 ÚVOD

Ječmen je univerzální obilovinou s bohatou jemně oříškovou chutí. Obilka ječmene je světlejší oproti obilce pšenice. V zemích severní a východní Evropy, v kterých nejsou vhodné podmínky pro pěstování kukuřice, se ječmen stává důležitou krmnou obilovinou. Naklíčený ječmen obsahující maltózu slouží k výrobě sladu, a tak je základní surovinou pro výrobu piva a whisky. Za 2. světové války byl ječmen pražen a sloužil jako náhražka kávy.

Využití ječmene v potravinářství je dnes omezené, ale přesto je zaznamenána určitá renesance této cenné obiloviny. Byly vytvořeny české odrůdy ječmene jarního s bezpluchým typem zrna, které obsahují vysoký obsah nutričně významných látek, jako jsou bílkoviny, vláknina a škrob. Ječmen patří mezi potraviny s vysokým obsahem rozpustné vlákniny a ty mají tu vlastnost, že ovlivňují hladinu glukózy při diabetu a hladinu cholesterolu v krevním séru, což funguje jako prevence vzniku kardiovaskulárních onemocnění. Ječmen také obsahuje ze všech obilovin nejvyšší množství vitamínu E, který je důležitým antioxidantem v potravinách.

Ječmen se v České republice mlel i na obchodní mouky, ale jeho podíl postupně klesal. Mletí ječmene je jiné než u ostatních obilovin a je náročnější. Pro úpravu zrna na ječné kroupy se využívá klasických i speciálních strojů, které jsou určeny jen pro ječmen.

Ječná mouka má ve srovnání s pšeničnou moukou vyšší obsah popelovin a vlákniny, a proto má schopnost absorbovat větší množství vody. Odlišnost ve složení ječného zrna nedovoluje použití ječné mouky do standardních výrobků. Ječná mouka má prokázaný vliv na barvu, chuť a texturu konečného výrobku. Využití ječné mouky je rozmanité, ale stále se vyvíjí nové možnosti, kde by tato mouka měla trvalé uplatnění.

V cereálních technologiích se ječná mouka využívá na výrobu těstovin, které jsou pozitivně hodnoceny, pokud je přídavek mouky pouze do určitého množství. Největší využití ječného zrna v České republice je při výrobě krup, které se získávají obrušováním obalových vrstev zrna. Byly provedeny studie, kdy byla nahrazena pšeničná mouka v různých cereálních výrobcích, jako jsou tortilla, tarhanna, nudle, těstoviny apod., v různém rozsahu za mouku ječnou. Výsledky mohly být ovlivněny již zažitými stravovacími návyky spotřebitelů. Pokud by lidé byli dostatečně informováni o jednotlivých složkách ječného zrna a jeho vlivu na zdraví, mohlo by to jejich rozhodování při výběru výrobků.



## 2 CÍL

Cílem bakalářské práce bylo vypracovat literární rešerši na téma Ječmen jako surovina a jeho využití v cereálních technologiích. V práci byla nastíněna aktuální produkce ječmene, využití ječmene i odrůdy ječmene používané v potravinářství, byla popsána anatomická stavba ječného zrna a jeho látkové složení. Dále bylo shrnuto využití ječné mouky v pekařských výrobcích, její možné další využití v cereálních technologiích a vliv ječmene na zdraví. V závěru bylo vyhodnoceno dotazníkové šetření týkající se využití ječmene v cereálních technologiích.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

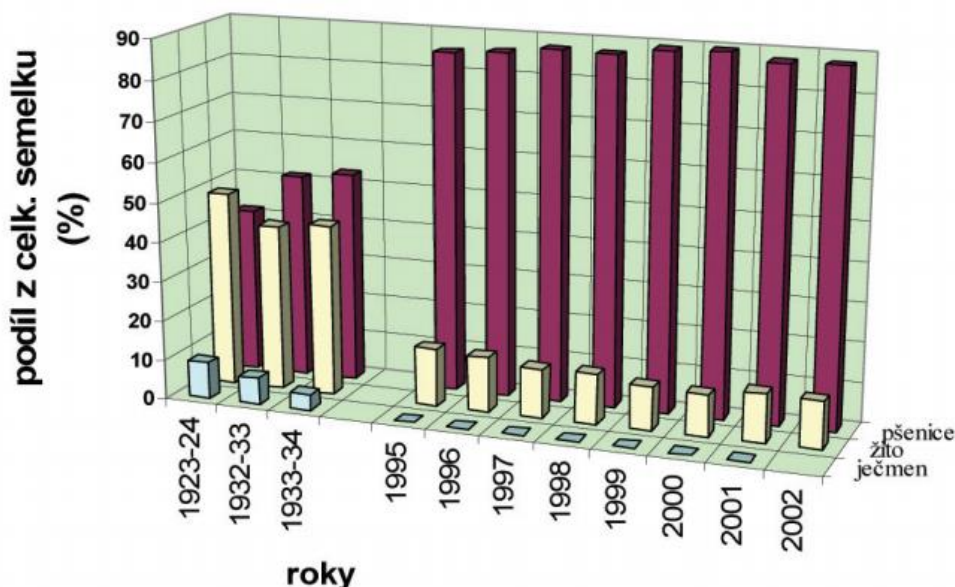
### 3.1 Ječmen

Pro přímou výživu lidí byl ječmen pěstován a zpracováván mnohem dříve než pšenice. Kromě asijských a afrických států, kde je spotřeba ječných výrobků tradicí, bylo ječné zrnو v období starověku a středověku konzumováno ve velkém množství i v Evropě. Zájem o ječmen se snížil po rozšíření pěstebních ploch pšenice a jejím využíváním, hlavně v pekárenském a pečivářenském průmyslu. V současné době se pro přímou výrobu potravin využívá méně než 1,5 %, a to z celosvětové produkce ječmene. V Evropě spotřeba potravinářského ječmene klesla jen na 0,75 % z celkové domácí spotřeby (VACULOVÁ, 2016).

#### 3.1.1 Historie

Ve starověku byl ječmen jedním z nejdůležitějších zrn. Ječná semena se objevila na mnoha egyptských mincích, byla spojována s náboženskými obřady a oslavami, byla používána jako oběť bohům, na pohřbech a stala se součástí egyptských legend. Ječmen byl také používán jako prostředek směny, v terapeutickém užití po pomletí a smíchání s olejem byl ječmen aplikován na rány, ke zkrácení doby léčení. V Evropě byl ječmen obvyklou složkou nekvašených chlebů a kaší. Některé ječné výrobky jako chléb nazývaný *krimnitas* nebo *chondrinos* a sušenky nazývané *paximadia* byly oblíbené v době starověkého Řecka. Římsí vojáci považovali konzumaci ječmene za trest, a tak byl ječmen každodenním jídlem otroků a chudých. Protože pšeničná mouka byla hodnocena jako stravitelnější a výživnější. Ječmen byl také stravou římských gladiátorů, kteří byli nazýváni *hordearii* nebo ječnými muži, protože byl ječmen hlavní složkou jejich stravy během výcviku. Měl gladiátorům dodat větší sílu a zvýšit jejich odolnost v porovnání s ostatními pokrmy. Ječmen byl obděláván v Kavkazském pohoří po tisíce let a byl využíván jako surovina při děláni placek, polévek a nápojů s nízkým obsahem alkoholu (*buza*). V Tibetu byl využíván k produkci buchtových placek (*tsamba*), v Koreji k tvorbě vařeného pokrmu (*king bori bob*) a v Číně, Japonsku, Indii a Tibetu k výrobě čaje. V současnosti je snaha začlenit ječmen pro jeho příznivé nutriční vlastnosti do lidské stravy (ARENT, ZANNINI, 2013).

Dříve se v běžných pekařských výrobcích i jiných cereálních výrobcích konzumovalo podstatné množství gelotvorných polysacharidů bobtnajících ve vodě, které jsou hlavně v žitu, v ovsu a v ječmeni. Tyto složky vlákniny mají určité funkční vlastnosti a taky ovlivňují zdraví člověka, mohou působit jako prevence mnoha civilizačních onemocnění. Pšenice v posledním století převzala v našem regionu dominanci a téměř vytlačila ovesné, ječné, prosné a další produkty obilovin (Obr. 1). Proto je snaha o renesanci těchto velmi bohatých a cenných plodin. Hledají se cesty, jakým způsobem zvýšit podíl těchto obilovin v lidské stravě, proto je nutné sledovat jejich senzorycké vlastnosti a atraktivitu. Nové mlýnské a pekárenské postupy by mohly do budoucnosti pomoci (GABROVSKÁ et al., 2015).



Obr. 1 Porovnání podílu semelku českých mlýnů (HONCŮ et al., 2012)

### 3.1.2 Produkce

Maroko, Lotyšsko a Alžírsko mají současně největší průměrnou roční spotřebu potravinářského ječmene a ječných výrobků. Spotřeba potravinářského ječmene byla významně snížena v posledních čtyřiceti letech s růstem městské populace a zavedením politických zákonů, které podporují spotřebu pšenice. V Evropě průměrná spotřeba potravinářského ječmene klesala do roku 1991. Od roku 1991 začala spotřeba opět růst a v roce 2007 představovala 1,37 kg/ os/ rok (ARENDR, ZANNINI, 2013).

Hlavní složkou lidské potravy jsou obiloviny (cereálie). Z obilovin se pro lidskou výživu používá hlavně zrno. Podíl obilovin v lidské výživě celosvětově je odhadován na

60–70 %. Z celkové osevní plochy v současné době zaujímají v České republice asi 56 % obiloviny. Ječmen (Tab. 1) představuje 23% podíl z obilovin (GABROVSKÁ et al., 2015). V Příloze 2 je uveden odhad sklizně ječmene k roku 2016.

V současné době je produkce ječmene v České republice pro přímý konzum kolem 0,5–0,6 %, což je asi 10,7–12,8 tis. tun ječmene. V rozvojových zemích je spotřeba ječmene vysoká, a proto je výskyt civilizačních chorob nízký. Ječmen je tu základní surovinou pro přípravu každodenní stravy (PRUGAR, 2008).

Tab. 1 Bilanční tabulka ječmene (KŮST, POTMĚŠILOVÁ, 2015)

Ukazatel	Jedn.	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ <sup>9)</sup> 2016	
Osevní plocha	tis. ha	388,9	372,8	382,3	349,0	350,5	366,0	
Výnos	t/ha	4,07	4,87	4,23	4,57	5,61	5,55	
Výroba	tis. t	1 584,5	1 813,7	1 616,5	1 593,8	1 967,0	2 030,6	
Počáteční zásoby	tis. t	359,7	411,5	303,3	194,9	160,1	353,2	
Dovoz celkem	tis. t	34,6	39,4	35,5	36,9	45,2	37,0	
Celková nabídka	tis. t	1 978,8	2 264,6	1 955,3	1 825,6	2 172,3	2 420,8	
Domácí spotřeba celkem <sup>1)</sup>	tis. t	1 520,0	1 625,0	1 500,0	1 450,0	1 475,0	1 475,0	
z toho	potraviny	tis. t	650,0	780,0	700,0	700,0	700,0	700,0
	osiva	tis. t	95,0	90,0	95,0	105,0	110,0	120,0
	krmiva	tis. t	770,0	750,0	700,0	640,0	660,0	650,0
	techn. užití	tis. t	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Vývoz celkem	tis. t	310,7	336,3	260,4	215,5	344,1	341,0	
Intervenční nákup	tis. t	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Prodej intervenčních zásob	tis. t	263,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Zůstatek intervenčních zásob	tis. t	19,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Celkové užití	tis. t	1 567,3	1 961,3	1 760,4	1 665,5	1 819,1	1 816,0	
Konečné zásoby	tis. t	411,5	303,3	194,9	160,1	353,2	604,8	
Konečné zásoby/celkové užití	%	26,25	15,46	11,07	9,61	19,42	33,30	
Konečné zásoby/domácí spotřeba	%	27,07	18,66	12,99	11,04	23,95	41,00	

### 3.1.3 Využití

I když je využití ječmene v potravinářství v malém měřítku, má ječmen široké možnosti zpracování a pestrý výběr výrobků. Výrobky s přídavkem ječmene mají vysokou nutriční hodnotu, díky obsažené vláknině a jejím složkám (PANČÍKOVÁ, 2014). Ječmen je pro mnoho zemí významnou potravinou a používá se v mnoha tradičních kuchyních, hlavně kvůli dlouhodobé historii pěstování na Středním východě. Ječmen byl v České republice hlavní semílanou surovinou, která se dál používala pro pekařské účely. Pečivo ale nemělo klenutý vzhled. Lepší pekařská kvalita pšenice, nové odrůdy, rozvoj agrotechnických

dovedností a postupů, postupně vytlačily ječmen, z pozice potravinářské suroviny. Po 2. světové válce se ječmen přestal semílat. Dnes je jeho využití hlavně v pivovarnictví a pro krmné účely. Pro potravinářské účely je využívána pouze malá část ječmene, hlavně na výrobu krup různých velikostí, výrobu ječné mouky, vloček a extrudovaných výrobků. V menším množství se pak vyrábí těstoviny, pekařské nebo cereální výrobky (HONCŮ et al., 2012).

Využívání zrna ječmene v potravinářství v současnosti zaznamenává renesanci. Zvláště ve vyspělých zemích světa se používá k výrobě funkčních potravin obsahující účinné složky – nutriceutika. Konzumací nutriceutik lze zabránit civilizačním chorobám, jako jsou choroby oběhového ústrojí, nádorových onemocnění i diabetes. Vědcům ze Severní Ameriky se podařilo ječmen znovu začlenit do lidské výživy. Ve vyspělých zemích jako jsou Spojené státy americké, Kanada, Německo aj., jsou nyní registrovány potravinářské odrůdy ječmene. Lékaři i odborníci dále rozvíjejí zpracovatelské technologie (PRUGAR, 2008).

### *3.1.3.1 Namáčení a naklíčení ječmene*

Přímý konzum naklíčených zrn ječmene je v současnosti oblíbený, protože nakličováním dochází k mobilizaci enzymů a roste v obilce obsah nutričně cenných látek (KNOTOVÁ, 2014). Pozitivní vliv na zdraví mají preparáty z mladých částí zelených rostlin ječmene. Zelená hmota obsahuje antioxidanty, polyfenoly, foláty a další látky.

Během procesu máčení a klíčení ječmene se aktivuje nebo vzniká enzymový aparát, poskytující možnost využití v potravinářské technologii. Komerčně přidávané enzymové preparáty by mohly být nahrazeny přidavkem rozemletého namáčeného nebo naklíčeného ječmene, také různě upravenými ječnými sladovými suspenzemi a fungovat jako zlepšující látky při výrobě potravin. Při výrobě sladových suspenzí s náhradou vody za syrovátku by se zvýšila nutriční hodnota výrobku, ale zároveň by se zvýšily vedlejší produkty při zpracování potravin. V budoucnu by se mohl přídavek naklíčeného ječmene i ječných suspenzí aplikovat do běžného pečiva nebo cukrářských výrobků. Nejvíce by vyhovovala sladovnická odrůda ječmene s výraznou klíčivostí (PANČÍKOVÁ, 2014).

### 3.1.4 Odrůdy potravinářského ječmene v České republice

Nejvhodnější odrůdy ječmene pro potravinářské využití jsou s bezpluchým typem obilky. Waxy (voskové) typy ječmene obsahují vysoký podíl amylopektinu ve škrobu a mají vyšší obsah celkových a také rozpustných  $\beta$ -glukanů v porovnání se standardním složením škrobu v ječném zru (PANČÍKOVÁ, 2014).

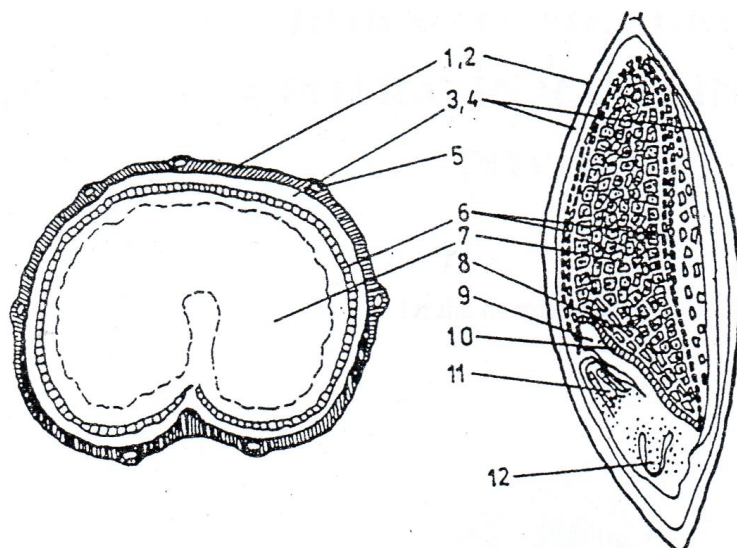
Nové výrobky mohou zvýraznit nutriční obsah ječmene a tuto cennou obilovinu nabídnout široké spotřebitelské veřejnosti. Zpracovatelé musí vyvinout takové potravinářské výrobky, aby byly přijímány skupinami populace, které mají specifické výživové nároky a také, aby splnily požadavky a očekávání běžných spotřebitelů. A proto je nutné vyvinout jiné odrůdy než sladovnické, protože jejich parametry jsou jiné, než by měly mít odrůdy použitelné pro přímé potravinářské uplatnění. Pro potravinářské účely se dá vhodně využít zvýšeného množství nutričně významných živin a jednotlivých složek zrna i morfologická rozdílnost bezpluché obilky. Ječmen bezpluchý má nepřirostlou pluchu, již během sklizně lehce odlučitelnou. Díky tomu je zpracování jednodušší a nabízí možnosti využití celého zrna. Výzkum a vývoj vlastních genetických zdrojů bezpluchého ječmene trvající několik let vyústil do podoby, která vyhovovala daným podmínkám pro přihlášení do státních registračních zkoušek ÚKZÚZ. První česká odrůda ječmene jarního s bezpluchým typem zrna byla registrována v roce 2009 pod názvem AF Lucius. Ve srovnání s obdobnými zahraničními odrůdami ječmene i se sladovnickým ječmenem poskytuje AF Lucius vyšší výnos zrna, střední odolnost proti původcům houbových chorob, má vyšší obsah bílkovin, střední obsah vlákniny potravy a vysoký obsah škrobu. Další odrůdou bezpluchého ječmene vytvořenou v roce 2014 je AF Cesar, u níž je vyšší obsah  $\beta$ -glukanů v zrně oproti jiným odrůdám. Má vysokou odolnost vůči původci padlí travního, k poléhání a k lámavosti stébla (VACULOVÁ, 2016).

## 3.2 Anatomická stavba

Ječmen je taxonomicky zařazen do čeledi *Poaceae*, podčeledi *Triticeae*, která má asi 350 druhů. Kulturní ječmen je jednoletá plodina v jarní nebo ozimé formě. Je charakterizován přítomností tří klásků s jedním kvítkem, a to na každém článku vřetene klasu. U ječmene dvouřadého je vyvinut jen prostřední kvítek, ale u víceřadého jsou vyvinuty všechny. Bezpluchému ječmeni obalové vrstvy nesrůstají, a proto se zrno z pluch při sklizni uvolňuje, jak je tomu i u pšenice a žita (BRTNÍKOVÁ, 2003).

Zrna ječmene jsou obecně větší a špičatější než zrna pšenice a mají světle žlutou barvu. Barva se může lišit od světle žluté do fialové, modré až černé, což je způsobeno především obsahem antokyanů. Obalové vrstvy a oplodí se skládají převážně z celulózy, hemicelulózy, ligninu a lignanu, což jsou hlavní složky nerozpustné vlákniny (IDF). Testa (osemení) je membrána složená z celulózy. Aleuronová vrstva obklopuje endosperm a skládá se z buněk bohatých na bílkoviny. Další látky jako jsou tuky, polyfenoly a barevné materiály, jsou uloženy ve stabilní proteinové struktuře této vrstvy. Endosperm je ze škrobové hmoty a je zdrojem živin pro vyvíjející se embryo (ARENDR, ZANNINI, 2013).

Obal zrna je tvořen plevou a pluškou a chrání klíček před vnějšími vlivy. Pleva je zadní obal zrna a překrývá plušku. Pleva vybíhá do osiny, která se později odstraňuje. Plevy jsou z velké části složené z nerozpustných látek. Pod plevami je umístěno oplodí (perikarp) a je pevně srostlé s osemením (testa). Osemení je polopropustné, a tak do zrna vpouští pouze vodu, ale rozpustné látky zadržuje. Zárodek (klíček, embryo) je důležitou částí zrna a nachází se ve spodní části zrna. Tvoří základ pro budoucí rostlinu. Při klíčení roste vrchol rostliny pod plevou a proráží ji na protější špičce zrna. Endosperm zabírá největší část zrna a představuje tu část zrna, která se v průběhu zpracování biochemicky mění. Skládá se hlavně ze škrobu. Pod osemením je vrstva aleuronových buněk, které obsahují zásobní bílkoviny. V aleuronové vrstvě se aktivují na počátku klíčení enzymy a jejich činnost se šíří do jádra endospermu. Podle poměru podílu škrobu v endospermu k jiným látkám, a to hlavně bílkovinám, se určuje sklovitost a moučnatost zrna. Vyšší podíl škrobu je důležitý pro docílení optimální moučnatosti. Mezi škrobovou částí endospermu a klíčkem je tenká vrstva stlačených prázdných buněk, jejichž obsah byl spotřebován pro výživu klíčku. Podélný a příčný řez zrna ječmene je na *Obr. 2*. S postupujícím klíčením se složení endospermu mění natolik, jak zde probíhají biologické a chemické reakce (BAJČI et al., 2001).



Obr. 2 Podélný a příčný řez zrna ječmene (BAJČÍ et al., 2001)

Obaly: 1. zadní pleva, 2. břišní pleva, 3. oplodí, 4. osemení, 5. nervové svazky

Endosperm: 6. aleuronové buňky, 7. škrobové buňky, 8. prázdné buňky

Zárodek: 9. štítek, 10. nasávací epitel, 11. pochva (zárodek) listu, 12. pochva (zárodek) kořínků

### 3.3 Látkové složení zrna

Celé zrna ječmene (Tab. 2) se skládá asi z 60 až 68 % škrobu, 8–17 % bílkovin, 3,6–9 %  $\beta$ -glukanů, 2–3 % lipidů a 1,5–3 % minerálních látek. Celková vláknina potravy (TDF) se pohybuje v rozmezí od 11–34 % a rozpustná vláknina potravy (SDF) od 3–20 %. Ječmen zbavený obalových vrstev obsahuje méně TDF; 11–20 %, z nichž 11–14 % připadá na IDF a 3–10 % na SDF. Škrob, vláknina a bílkoviny tvoří největší část jádra a variace v jedné z těchto složek ovlivní ostatní dvě. Navíc úroveň škrobu je nepřímo úměrná úrovni bílkovin (ARENDR, ZANNINI, 2013).

Vliv na rozšíření zájmu o konzumaci ječmene mají neškrobové sacharidy, celulóza a lignin, které tvoří dohromady hlavní komponenty buněčných stěn. Podstatou jejich dietetické funkce je komplex fyzikálně-chemických vlastností a jejich vliv na pochody lidského mechanismu. Potraviny s vysokým obsahem SDF je doporučeno konzumovat pro modulaci hladiny glukózy v krevním séru při diabetu. Snižují také hladinu cholesterolu v séru, což je prevence vzniku kardiovaskulárních onemocnění. V bezpluchém ječmeni jsou komponenty jako typ škrobu, zvýšený obsah amylopektinu, SDF, tokoferoly a tokotrienoly i kyselina ferulová, které patří k látkám se zdravotním benefitem (PRUGAR, 2008).



Tab. 2 Složení ječného zrna (BAIK, ULLRICH, 2008)

Složky zrna	Obsah (% sušiny)
<b>Sacharidy</b>	<b>78–83</b>
Škrob	60–68
Arabinoxylany	4,4–7,8
$\beta$ -glukany	3,6–9
Celulóza	1,4–5
Jednoduché sacharidy (glukóza, fruktóza, sacharóza, maltóza)	0,41–2,9
Oligosacharidy (rafinóza, fruktóza)	0,16–1,18
<b>Tuky</b>	<b>2–3</b>
<b>Bílkoviny</b>	<b>8–17</b>
Albuminy a globuliny	3,5–4,5
Hordeiny	3–5
Gluteliny	3–5
<b>Minerální látky</b>	<b>1,5–3</b>
<b>Ostatní (vitaminy)</b>	<b>5–6</b>

### 3.3.1 Sacharidy

Důležitou složkou ječného zrna jsou sacharidy, jejichž podíl je 78–83 %. Zásobním polysacharidem zrna je škrob a dalšími neškrobovými polysacharidy jsou  $\beta$ -glukany a arabinoxylany, které tvoří rozpustnou a nerozpustnou vlákninu potravy. Ječné obilky mají i stavební polysacharidy, do nichž patří celulóza a hemicelulózy (PANČÍKOVÁ, 2014).

#### 3.3.1.1 Škrob

Škrob je polysacharid, jehož základní jednotkou je  $\alpha$ -D-glukóza. Škrobové zrna jsou složená ze dvou strukturně odlišných sacharidů amylozy a amylopektinu. Podíl amylozy je 20 % a amylopektinu 80–90 % (BAJČI et al., 2001). Škrob se zvýšeným obsahem amylopektinu (do 100 %) se nazývá voskový škrob a nachází se ve waxy ječmeni. Ječné waxy škroby obsahují nízkou hladinu amylozy a lipidů, mohou ve větší míře bobtnat a jsou náchylnější k enzymatické hydrolyze oproti běžným ječným škrobům (ARENDET,

ZANNINI, 2013). Velikost škrobových zrn a obsah amylózy je odrůdovou vlastností, ale je současně průkazně ovlivňovaný vnějšími podmínkami. Ječmen obsahuje 10–14 % neškrobových polysacharidů (BAJČI et al., 2001).

Škrob je nejvíce zastoupen v ječné frakci jádra – endospermu, a tak je hlavní složkou mouky. Přídavek ječmene do směsi s tvrdou pšenicí vyprodukuje konečný produkt se zvýšeným výskytem škrobové retrogradace, a proto by musel být výrobek započten do ječného výrobku. Fosfor je nejhojnější minerál ve škrobu. Všechny škroby také obsahují nízkou hladinu dusíku. Část je z lipidů a zbytek je většinou bílkovinné povahy.

### 3.3.1.2 *Vláknina potravy*

Jsou neškrobové polysacharidy a společně představují TDF v ječném zrně. Celulóza tvoří 4–7 % ječného zrna. V plevách je jí nejvíce. Tvoří vyplňující složku buněčných stěn, ale ve vlastním endospermu se nenachází. Celulóza je bez chuti a zápachu, ve vodě nerozpustná a chemicky i enzymaticky těžko štěpitelná (BAJČI et al., 2001). Celulóza působí jako strukturální látka tvořící agregované struktury celulózy, ligninu a oxidu křemičitého, které poskytují ochranu proti hmyzu a mikrobiální penetraci (ARENDE, ZANNINI, 2013).

Arabinoxylany (pentozy) jsou strukturální neškrobové polysacharidy obilovin. Arabinoxylany jsou rozmístěny v obalových vrstvách obilky. Jsou součástí vlákniny potravy a ovlivňují technologickou a nutriční hodnotu potravy, také mají pozitivní vliv na zdraví. Dělí se na arabinoxylany vodou extrahovatelné, vodou neextrahovatelné a extrahovatelné v alkalických roztocích. K tvorbě rezistentních škrobů přeměnou sacharidů dochází při zpracování a skladování pekařských výrobků. Rezistentní škrob je určité množství škrobu a produktů degradace škrobu, které se netráví v tenkém střevě, ale tvoří frakci škrobu fermentovanou mikroflórou v tlustém střevě (GABROVSKÁ et al., 2015). Kladně působí v prevenci onemocnění tlustého střeva (PRUGAR, 2008).

Obilná vláknina může mít v lidské výživě i negativní vliv. Kyselina fytová tvoří s vápníkem, železem, zinkem, mědí a hořčíkem nerozpustné komplexy, a tak negativně ovlivňuje využitelnost těchto minerálních látek v lidském organismu. Nevýhodou může být zrychlený průchod tráveniny střevním traktem z hlediska využití vitamínů a bílkovin. V trávícím traktu probíhá kvašení, které způsobuje nadměrnou plynatost. Je možná i interakce mezi složkami potravinové vlákniny a některými léky (BRTNÍKOVÁ, 2003).

Vláknina ze zrn ječmene přispívá ke zvýšení objemu stolice. Tvrzení smí být použito pouze u potravin s vysokým obsahem této vlákniny podle vymezení v tvrzení S VYSOKÝM OBSAHEM VLÁKNINY na seznamu v příloze nařízení (ES) č. 1924/2006 (nařízení Komise (EU) č. 432/2012; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:136:0001:0040:CS:PDF>).

Vláknina ječmene může mít preventivní vliv na onkologická onemocnění trávicího traktu. Podle publikovaných poznatků činností střevní mikroflóry vznikají karcinogenní látky a působí na střevní sliznici určitou dobu. Pokud trávenina obsahuje více vlákniny, zvětší se její objem a zrychlí se její pasáž. Zamezí se tak dlouhodobému působení karcinogenních látek na střevní stěny, protože se přítomné karcinogenní látky zředí (BRTNÍKOVÁ, 2003).

Bohatým zdrojem vlákniny jsou i ječné otruby a mohou být součástí cereální snídaně, nebo mohou být přidávány do pekařských nebo masných výrobků i do polévek (KNOTOVÁ, 2014).

### 3.3.1.3 *β-glukany*

Obilné  $\beta$ -glukany jsou strukturní polysacharidy složené z molekul  $\beta$ -D-glukózy, které jsou ve všech semenech obilovin. Ze všech složek TDF ječmene jsou  $\beta$ -glukany nejdůležitější, pokud jde o lidskou stravu a zdravotní benefity. Zrno ječmene obvykle obsahuje 2–10 g  $\beta$ -glukanů/ 100 g sušiny (ARENDR, ZANNINI, 2013).

$\beta$ -glukany jsou koncentrovány ve škrobovém centru obilky, tedy v endospermu. Ze všech cereálií je obsah  $\beta$ -glukanů nejvyšší u ječmene. Jejich obsah je ovlivněn odrudou a povětrnostními podmínkami během pěstování.  $\beta$ -glukany nahrazují tuk v mléčných a masných výrobcích (PRUGAR, 2008).  $\beta$ -glukany plní funkci stavebních látek v buněčných stěnách endospermu na rozdíl od škrobu, který plní funkci látek zásobních (BAJČI et al., 2001).

Jsou rozpustnou i částečně nerozpustnou vlákninou potravy. S rostoucí teplotou se zvyšuje rozpustnost  $\beta$ -glukanů. Mají schopnost tvořit gely. Ječmen má o 20 % vyšší obsah vlákniny než žito a o 40 % více vlákniny než pšenice. U ječmene se nachází  $\beta$ -glukany rovnoměrně ve všech vrstvách obilky. U  $\beta$ -glukanů s vysokou viskozitou se zvyšuje viskozita v lidském střevě, tedy mají vliv na pocit sytosti a nasycenosti, snižují resorpci některých živin a enzymů.  $\beta$ -glukany s nižší viskozitou jsou vhodné, protože jsou snadněji a pohotověji využity bakteriemi v tlustém střevě člověka. Frakce izolovaných  $\beta$ -

glukanů s nízkou molekulovou hmotností se tolik nedegradují při pečení pekařského výrobku, naopak frakce izolovaných  $\beta$ -glukanů s vysokou molekulovou hmotností jsou degradovány.  $\beta$ -glukany ječmene lze využít jako složky funkčních potravin. Funkční potraviny jsou definovány jako potraviny s technologicky zvýšenou nutriční hodnotou. Mají pozitivní vliv na zdraví, fyzickou výkonnost a jejich výživový a fyziologický účinek je vědecky prokázán. Funkční potraviny mohou obsahovat méně tuků a cukrů, mohou být obohaceny vlákninou nebo minerálními látkami. Přidání  $\beta$ -glukanů jako složky funkčních potravin do pekařského výrobku může negativně ovlivnit chuť výrobku, texturu střídy výrobku a vláčnost i vlhkost pečiva (GABROVSKÁ et al., 2015).

Vzhledem k funkčním vlastnostem  $\beta$ -glukanu je celosvětovým úsilím ho izolovat z ječmene, aby mohl být začleněn do jiných potravin. Výsledkem toho je v současnosti na trhu velké množství komerčních  $\beta$ -glukanových prášků (HENRY et al., 2011). Separované  $\beta$ -glukany jsou připraveny tzv. vzdušným mletím – air classification. Čisté  $\beta$ -glukany se mohou použít do různých potravinářských výrobků, nebo samotné jako zdroj SDF. Mohou mít i léčebné účinky a způsobit snížení energetického obsahu vyrobených potravin, když je SFD použita jako náhrada tuků (BRTNÍKOVÁ, 2003).

Snižují riziko vzniku ischemické srdeční choroby. Klinické studie ukázaly, že příjem  $\beta$ -glukanů z ječmene nebo z produktů ovesa pomáhají regulovat vznik kardiovaskulárních onemocnění a udržovat nižší hladinu glukózy v krvi, ale důkaz pro dlouhodobé udržení hladiny glukózy v krvi chybí. Ječné  $\beta$ -glukany však vyvolávají silný bifidogenní účinek u starších zdravých jedinců, což naznačuje na potenciální prebiotický efekt ječného  $\beta$ -glukanu (KYRIACOU et al., 2010). Konzumace  $\beta$ -glukanů z ovesa nebo ječmene jakožto součásti jídla přispívá k omezení nárůstu hladiny glukózy v krvi po tomto jídle. Tvrzení smí být použito pouze u potravin, které obsahují nejméně 4 g  $\beta$ -glukanů z ovesa nebo ječmene na každých 30 g využitelných sacharidů v kvantifikované porci jakožto součásti jídla. Aby bylo možné tvrzení použít, musí být spotřebitel informován, že příznivého účinku se dosáhne konzumací  $\beta$ -glukanů z ovesa nebo ječmene jakožto součásti jídla (nařízení Komise (EU) č. 432/2012; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:136:0001:0040:CS:PDF>).

Včlenění  $\beta$ -glukanů do pekařských výrobků je problém vzhledem k jejich vlivu na texturu a sensorické vlastnosti konečných výrobků. Bylo zjištěno, že ječné  $\beta$ -glukany snižují pevnost chleba a zároveň nedochází ke ztrátám vlhkosti během skladování. Přídavek  $\beta$ -glukanů zvyšuje měrný objem, ale vytváří hrubší a tmavší strukturu střídy chleba. Je nutná optimalizace pečení, protože účinky  $\beta$ -glukanu na reologii těsta

a vlastnosti chleba silně závisí na velikosti molekul polysacharidů a kvalitě mouky (ARENDE, ZANNINI, 2013). Přítomnost  $\beta$ -glukanů v produktech tak může ovlivnit celý proces zpracování a reologické vlastnosti výrobků. Při výrobě nízkotučné zmrzliny, jogurtů a dalších výrobků, je možné využít SDF a  $\beta$ -glukany. Textura mléčných výrobků je téměř srovnatelná s produkty s obvyklým obsahem tuku. Míra zpracování ovlivňuje obsah i vlastnosti  $\beta$ -glukanů (PANČÍKOVÁ, 2014).

BJORCK et al. (2006) sledovali vliv různých koncentrací  $\beta$ -glukanů v ječných chlebech na lidské zdraví. Autoři použili chléb se třemi různými koncentracemi ječmene bohatého na  $\beta$ -glukany (35 %, 50 % a 75 %), chléb s obvyklým ječmenem (koncentrace 50 %) a 100% pšeničný kontrolní chléb. Výsledky ukázaly, že v chlebu s 50% a 75% obsahem ječné mouky došlo ke snížení glykemického indexu (GI) chleba ve srovnání s pšeničným kontrolním chlebem. Začlenění frakcí ječmene bohatého na  $\beta$ -glukany do chleba může snížit GI chleba.

### 3.3.2 Bílkoviny

Obsah bílkovin v ječmeni je v rozmezí mezi 7–25 %. Bílkoviny mohou být rozděleny do čtyř skupin podle rozpustnosti: albumin (ve vodě rozpustná frakce), globulin (v solných roztocích rozpustná frakce), prolamin nebo hordein (frakce rozpustná v alkoholu) a gluteliny (v alkáliích rozpustné frakce). V endospermu ječmene se bílkoviny vyskytují v mnoha formách a jsou zodpovědné za metabolickou aktivitu, mají konstrukční funkci a poskytují dusík pro vývoj klíčícího embrya. Hlavními zásobními bílkovinami jsou kromě globulinu a glutelinů i hordeiny (prolaminy), které jsou zastoupeny od 30–50 % z celkového obsahu bílkovin zrna. Hordeiny jsou rozděleny na základě zastoupení aminokyselin do tří skupin: bohaté na síru, mající nedostatek síry a s vysokou molekulovou hmotností prolaminů (NEWMAN, NEWMAN, 2008).

Obecně platí, že obsah ječného proteinu je vysoce závislý na kultivaru (odrůdě; soubor jedinců, kteří mají stejný genotyp) (PRUGAR, 2008; QI et al., 2006) a odlišuje se v růstových podmínkách.

Aminokyselinové složení ječné bílkoviny je velmi podobné ostatním obilným zrnům. Zrno ječmene je charakterizováno vysokým obsahem kyseliny glutamové a prolinu a malým množstvím bazických aminokyselin. Stejně jako u většiny živin v ječmeni (kromě vlákniny) má odstranění obalových vrstev za následek zvýšení hladiny bílkovin a aminokyselin ve zbývající části jádra.

### 3.3.3 Lipidy

Ječná jádra mají nízkou hladinu lipidů ve srovnání s ovsem a kukuřicí. Distribuce lipidů v hlavních anatomických částech jádra ječmene je podobná jako u pšenice. Asi 30 % z lipidů zrna v ječmeni je soustředěno v embryu, zatímco zbývajících 70 % se nachází v endospermu (ARENDR, ZANNINI, 2013).

Lipidy jsou tuky rozpustné v etheru. Nachází se hlavně v aleuronové vrstvě, v pluchách a v klíčku, kde je jejich podíl asi jedna třetina z celkového obsahu (MUSILOVÁ, 2011). Lipidické sloučeniny ječmene jsou hořké látky, které jsou především v plevách (BAJČI et al., 2001).

Kyselina linolová je hlavní přítomnou mastnou kyselinou v ječmeni, následuje ve sníženém množství kyselina palmitová, kyselina olejová, kyselina linolenová a kyselina stearová. Lipidy jsou rozděleny do dvou základních frakcí: neškrobové lipidy a škrobové lipidy. Neškrobové lipidy jsou uloženy v olejových kapičkách. Obsahují polární lipidy, zejména fosfolipidy a nepochární lipidy, zejména triacylglyceroly (palmitová, olejová, linolová a linolenová). Škrobové lipidy zahrnují lipidy, které jsou spojeny se zrny škrobu v ječmeni. Škrobové lipidy jsou pevněji vázány oproti většině lipidů a jsou běžně extrahovatelné horkým butanolem nebo směsí polárních rozpouštědel. Tokoferoly a tokotrienoly, souhrnně nazývané tokoly nebo komplex vitamínu E, jsou důležitou skupinou živin spojených s ječnými lipidy.

### 3.3.4 Vitaminy

Ječmen je bohatý na vitaminy, které se nacházejí hlavně v zárodku a aleuronové vrstvě zrna. Podílejí se na syntéze řady enzymů, jako jsou i prostetické skupiny (BAJČI et al., 2001). Vitaminy jsou vyživovací složky produkované rostlinami. Obilná zrna jsou známá tím, že jsou bohatým zdrojem vitaminů, zejména na vitaminy ze skupiny B. Zrna ječmene obsahují všechny vitaminy a cholin s výjimkou vitaminů A, D, K, B<sub>12</sub> a C (nebo jsou přítomny ve velmi malých množstvích). Z hlavních obilovin je to ječmen, který obsahuje nejvyšší množství vitamínu E rozpustného v tucích (tokoly), který představuje důležitý antioxidant v potravinách. Tyto tokoly jsou spojeny s lipidovými složkami v aleuronu, endospermu a embryonální tkáni a jejich koncentrace jsou v pozitivní korelaci s obsahem oleje (NEWMAN, NEWMAN, 2008). Ječmen je jedním z nejbohatších zdrojů tokotrienolů mezi obilnými zrny (ANDERSSON et al., 2008b). Ječmen obsahuje nejvyšší hladinu kyseliny nikotinové ze všech obilovin, která se koncentruje v aleuronové vrstvě

(ARENDE, ZANNINI, 2013). Ječmen má antioxidační vlastnosti, díky obsahu enzymu superoxiddismutasy (SOD), tokoferolů, tokotrienolů a kyselině ferulové. Tokotrienoly podporují snížení tvorby cholesterolu v játrech. Nejvyšší hodnoty SOD byly u zkřížených linií s waxy typy ječmenem. Zásadně vyšší aktivita vitamínu E byla stanovena u zahraničních bezpluchých a waxy typů a kříženců s pluchatými odrůdami oproti pluchatým odrůdám pěstovaných v České republice (PRUGAR, 2008).

Ječné zrno patří mezi lipofilní antioxidanty v lidském těle, zde působí jako ochrana vůči poškození volnými radikály, jako prevence a léčba kardiovaskulárních a karcinogenních chorob, pozitivně ovlivňuje trávení, zpomaluje průběh stárnutí a má schopnost urychlovat hojení popálenin (BRTNÍKOVÁ, 2003).

### **3.3.5 Minerální látky**

Ječmen obsahuje 2–3 % minerálních látek. Tyto látky jsou anorganickým zbytkem, který zůstane po úplném spálení rostlinného materiálu, a tak je lze označit jako popel. Nejvíce obsahují popel vrstvy pod obalem zrna a nejméně ho je v endospermu zrna. Převážně je popel složen z oxidu fosforečného a některých kovů, jako je např. hořčík, železo a vápník. Těžké kovy jsou nežádoucími minerálními kontaminanty zrna (KNOTOVÁ, 2014).

Minerální látky jsou rozděleny do dvou hlavních skupin na základě jejich koncentrace v potravinách, a to na makroprvky a mikroprvky. Největší zastoupení v ječmeni mají fosfor, draslík a křemík. Ze stopových prvků jsou hlavními prvky železo, mangan a zinek. Křemičitany (silikáty) se vyskytují hojně ve slupce, ale jsou přítomny i ve škrobu. Fosfor je důležitým prvkem. V jádře ječmene je ve formě kyseliny fytové. Při přípravě potravin s alkálií nebo s bakteriemi mléčného kvašení způsobí fermentace, že je fosfor v kyselině fytové biologicky dostupný.

Obsah minerálních látek v rostlině je ovlivněn zásobením živinami v průběhu růstu i zrání a podmínkami během pěstování (MUSILOVÁ, 2011).

### **3.3.6 Fytochemické látky**

Fytochemické látky nepatří mezi výživové složky zrna. Jsou přítomné v potravě rostlinného původu a mají ochranné i preventivní funkce. Byly spojeny s ochranou před a během léčby chronických onemocnění, jako jsou srdeční choroby, rakovina, diabetes, hypertenze a jiné zdravotní potíže (SURH, 2003). Řada různých fytochemických látek,

včetně tokolů, kyseliny listové, sterolů, fenolické kyseliny a alkylresorcinolů se nachází v ječmeni v malém množství. Obsah folátů v zrně ječmene je vyšší, než bylo pozorováno u pšenice a u ovsu. ANDERSSON et al. (2008a) zjistili, že hladinu fytochemických látek v ječmeni lze ovlivnit pomocí šlechtění, také že jejich obsah může být snadno upraven pečlivým výběrem genotypu.

### **3.4 Mletí ječmene**

Mletí ječmene je odlišné od mletí ostatních obilovin. Zrno tradičních odrůd obsahuje pluchu, kterou je nutno oloupat. Na mletí ječmene není v současné době žádný specializovaný mlýn. Používají se mlýny žitné s úpravou nastavení chodů. V České republice se mlely i obchodní mouky ječmene. Ve dvacátých letech minulého století činil ječmen více než 10 % semelku. Podíl začal klesat po 2. světové válce. Dnes je podíl téměř zanedbatelný (HONCŮ et al., 2012). Z historického srovnání poměrů mezi zpracovanými obilovinami je patrný úbytek žita a ječmene. Kvůli tomu se snižuje konzumace TDF a hlavně SDF, která je nejvíce obsažená v ječmeni a v ovsu a nejméně u pšenice. Dříve se konzumovaly i pohanka a luskoviny. Pokles ječmene a ostatních obilovin byl způsoben zrušením provozoven i poptávkou po produktech s vyšší úrovní opracování. Investiční zdroje na nové technologie však v České republice výrobcům chybí. Nyní však dochází k pokroku a rozšiřuje se i výroba různě upravených cereálních výrobků (<http://www.svazmlynucr.cz/mlynsky-prumysl-v-ceske-republice-2014-2015/>).

Výroba ječné mouky je podobná jako u žita, ale mletí je obtížnější kvůli velké houževnatosti zrna. Otvory sít se ucpávají pluchami a jejich odstranění je složité, proto je lepší ječmen loupat silněji než žito. Při nedostatečně rychlém mletí ječmene dochází k hnědnutí mouky a zhoršení její jakosti. Během vysévání mouky je nutné použít řídké potahy, aby došlo co nejrychleji k oddělení moučnatých částic (KUČEROVÁ, 2016).

#### **3.4.1 Stroje a zařízení na výrobu krup**

V provozech se zavádí rozměrové třídění zrna s cílem vyloučení nevyvinutých zrn. Mezi základní výrobní operace patří loupání ječmene, obrušování a leštění krup. Cílem těchto operací je odstranění povrchové vrstvy ječmene a úprava povrchu krup. Směs krup se následně třídí na žejbrech s přímovratným pohybem, a to podle velikosti. U všech krupařských výrobků se před balením provádí kontrola feromagnetických nečistot.



Používají se klasické stroje, které jsou běžné v mlýnech na obilí a také speciální zařízení určená pouze pro zpracování ječmene. Na aspirátorech, síťových třídících strojích, vzduchových kaskádách, obilných vahách a odkaménkovačích se provádí příjem, předčištění a čištění zrna ječmene. Perut'ové vertikální loupací stroje se používají na loupání ječmene. Dříve se využívala technologie loupání na tzv. holendru, což byl periodický systém, v kterém loupání probíhalo na jemném pískovcovém kameni na horizontální hřídeli. Vertikální brousící stroje s brusnými kotouči zajišťují broušení a leštění. Kroupy se třídí na rovinných vysévačích a na děrovaném plechu s otvory kruhového charakteru. Drobnější druh krup, lámanka a perličky se vyrábí řezáním na rýhových válcích a opakovaně se brousí a leští. Permanentní magnety a vzduchové skříně kontrolují správnou jakost krup a krulek před balením (PŘÍHODA et al., 2004).

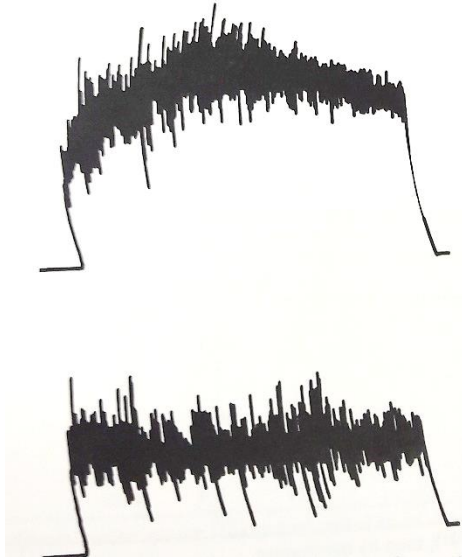
### **3.5 Využití ječné mouky v pekařském průmyslu**

Mouka je mlynářský obilný výrobek, který se získává mletím obilí a třídí se podle velikosti částic, druhu využitého obilí a obsahu minerálních látek. Rozdělují se na hladké, polohrubé a hrubé podle granulace určené rozměry a propadem skrz dvě síta. Zároveň mají odlišné spotřebitelské a průmyslové uplatnění (DOSTÁLOVÁ, KADLEC, 2014).

Pro zdravou výživu jsou dle amerických odborníků na humánní výživu FDA doporučovány oves a ječmen. Ječmen je vhodnější, díky vyššímu obsahu SDF a menšímu obsahu tuku. Ječná mouka má vyšší obsah popelovin a dvojnásobnou absorpci vody v porovnání s pšeničnou moukou. Vyšší absorpce vody je hlavně díky obsahu neškrobových polysacharidů  $\beta$ -glukanů a arabinoxylanů. Pro přípravu různých výrobků a potravin je vhodná celozrnná ječná mouka z bezpluchých typů ječmene. K výrobě krup, krulek a lámanky je vhodné celé zrno. Zelené zrno je také vhodné k výrobě nápojů (PRUGAR, 2008).

Ječná mouka může být zahrnuta v pšeničných výrobcích včetně chlebů, dortů, koláčů, nudlí a extrudovaných svačinových pokrmů. V porovnání s pšeničnou moukou má ječná mouka menší schopnost tvořit lepkový komplex po hydrataci a mísení, vzhledem k záměně gliadinů za hordeiny. Mixografický rozbor (*Obr. 3*) pšeničného těsta smíchaného s prolaminou chudými na síru odhalil těstové oslabení. Došlo ke snížení času míchání, maximálního odporu těsta a ke zvýšení odolnosti vůči zhroucení těsta (BEKES et al., 1998).

Studie DHINGRA a JOOD (2002) byla zaměřena na poměr ječné mouky, která může být smíchaná s pšeničnou moukou k tvorbě přijatelného pečiva. Při zvýšení obsahu ječné mouky došlo ke snížení schopnosti udržení těstových plynů specifického bochníkového objemu, pevnosti střídy a přijatelnosti konečných výrobků.



Obr. 3 Mixogramy pšeničné a ječné mouky (výše pšeničná mouka, níže ječná mouka) (BHATTY, MACGREGOR, 1993)

Přídavek ječné mouky ve směsi s pšeničnou moukou se projevil na snížení měrného objemu pečiva, i když se dodržely normální podmínky pečení. Přídavek 50 % ječné mouky se projevil výrazně. Produkty s množstvím vyšším než 20 % ječné mouky jsou pro konzumenta nepříjemné. Výrobek pouze z čisté ječné mouky není klenutý. Pokud upravíme ječné suroviny předběžně, může se podíl ječmene zvýšit. Nedojde k ovlivnění kvality výrobku, pouze má jiné chuťové vlastnosti. Konečný obsah  $\beta$ -glukanů se v průběhu fermentačních procesů a tepelného zpracování těsta může oproti teoretickým předpokladům změnit, protože dojde k destrukci  $\beta$ -glukanů. U drobnějšího pečiva se obsah  $\beta$ -glukanů téměř nemění, ale u formového chleba dochází k významnému úbytku (HONCŮ et al., 2012).

Receptury s ječnou moukou jsou použitelné dle studie v malých i velkých pekárnách, do cukrářské výroby, do výroby směsí na pečení a do produkce výrobků zdravé výživy (RENASANCE JEČMENE, 2014).

Ječná krupice a mouka vzniká pomletím krup a krulek (obroušeného ječného pluchatého zrna) na válcových stolicích (PŘÍHODA et al., 2004). Celozrnná ječná mouka je přínosným doplňkem při výrobě sušenek, koláčů a chleba (KNOTOVÁ, 2014). Ječné

mouky obsahují  $\beta$ -glukany, které ze sensorického i technologického hlediska zpomalují stárnutí pečiva a vstřebávání látek v zažívacím traktu (KUČEROVÁ, 2015).

### **3.5.1 Pekařské výrobky**

Pro přímou spotřebu jako nefermentovaná potravina je zpracováno jen malé množství z produkce ječmene. Mouka je vyráběna pro pekařské využití jen ojediněle, spíše má využití jako zahušťovadlo do polévek. V minulých stoletích se pekařské ječné výrobky vyráběly jen v období válek, nouze a přírodních pohrom, kdy nebyly k dispozici běžně využívané obiloviny. Výrobky z ječmene byly hodnoceny jako chuťově nepřijemné až nahořklé. Hodnocení výrobků mohlo být ovlivněno určitým zvykem na tradiční pšeničné a žitné pečivo. Dříve se vytýkalo, že výrobky z ječmene mají tmavou barvu, protože se za nejhodnotnější považovalo světlé pečivo. Pokud se mouka používala do chleba a pečiva, tak jen ve směsi s pšeničnou moukou. Většinou v maximálním podílu 20 % ječné mouky (HONCŮ et al., 2012).

Velká odlišnost ve složení zrna ječmene omezuje jeho použití do tradičních pekařských výrobků. Vlastnosti ječmene nepodporují vytvoření pevné a pružné bílkovinné struktury těsta z ječné mouky, a tak výrobek nemá požadovanou klenutost. Přídavek ječmene do potravinářských výrobků snižuje GI, což má pozitivní účinek na lidské zdraví (PRUGAR, 2008).

Bylo uskutečněno nutriční a sensorické hodnocení výrobků z bezpluchého ječmene. Výsledky sensorického hodnocení ukázaly, že u některých receptur se může použít i 100% náhrada pšeničné mouky ječnou moukou, a to bez zhoršení nutričních i sensorických vlastností určitého výrobku. Naopak u dalších výrobků je lepší nižší poměr ječné složky (RENESSANCE JEČMENE, 2014).

### **3.5.2 Barva**

Barva a vzhled potravinářských výrobků jsou prvními faktory požadovanými konzumenty před nákupem a konzumací. Když se potravinové výrobky odlišují od očekávané barvy, tak ztrácí zájem spotřebitelů bez ohledu na další jakostní charakteristiky. Přebarvení chleba ječmenem tím způsobem, že má tmavě šedou barvu je problém, který brání používání ječmene v potravinářských výrobcích. Tato barva je přítomná, pokud je ječmen použitý jako náhrada v pšeničných produktech (BAIK,

ULLRICH, 2008).

ČÁSLAVKOVÁ et al. (2014) se zabývali dopady vybraných příměsí rostlinného původu na barvě celozrnného pečiva. Barva byla hodnocena pomocí modelových vzorků, které byly vyrobeny ze směsí obsahující různé typy celozrnné mouky (pšeničná, špaldová a žitná mouka) a zvyšující se množství příměsí ve formě pohankové, ovesné a ječné mouky. Přídavky byly 10 %, 20 %, 30 %, 40 % a 50 %. Bylo zjištěno, že bez ohledu na poměr mouky oba faktory ve formě pšeničné, špaldové a žitné celozrnné mouky s příměsí ječné, ovesné a pohankové mouky a jejich interakce, významně ovlivnily barvu pekařských výrobků.

### 3.5.3 Chléb

Podle definice prováděcí vyhlášky Mze č. 333/1997 Sb. ve znění vyhl. MZe č. 182/2012 Sb. je chléb pekařský výrobek kypřený kvasem, popř. droždím, ve tvaru večky, bochníku nebo formový s výjimkou netradičních druhů chleba, o hmotnosti nejméně 400 g, s výjimkou krájeného chleba a netradičních druhů chleba.

DHINGRA a JOOD (2004) uvedli ve studii, že přídavek 15–20 % ječné mouky do pšeničné byl přípustný z perspektivy celkové chuti, vzhledu a textury. Zvýšené dávky způsobily redukci objemu chleba, šedohnědou barvu a tvrdou texturu střídy. Ječná náhrada vyšší než 75 % snížila objem chleba a negativně ovlivnila senzorické vlastnosti, a to horší chutí a texturou. Spojení ječné mouky s pšeničným těstem má vliv na zpomalení tvrdnutí textury chlebové střídy. Dodatečné zahrnutí ječné mouky do pšeničného chleba zlepšuje antioxidační vlastnosti a zvyšuje množství fenolických složek v pečivu.

Ve studii FOGLIANO et al. (2009) čtrnáct lidí konzumovalo izokalorickou snídani, která se skládala z běžného chleba nebo chleba obohaceného o 3 % ječného  $\beta$ -glukanu. Byly měřeny hodnoty inzulínu, glukózy, ghrelinu a peptidu YY. Po konzumaci snídaně s ječnými  $\beta$ -glukany bylo zjištěno 19% snížení následovného kalorického příjmu z obědu. Z krve bylo zjištěno, že se významně zredukovala hladina hormonu ghrelinu a došlo k navýšení proteinu YY (PYY). Hormon ghrelin je produkován žaludeční sliznicí a zvyšuje chuť k jídlu. PYY hormon je ve střevě a snižuje příjem potravy a zvyšuje sytost člověka. Produkce těchto hormonů je ovlivněna  $\beta$ -glukany, což bylo prokázáno výsledky studie. Potravin s 3 % obsahem ječných  $\beta$ -glukanů mohou pozitivně regulovat příjem potravy i pozdější příjem potravy. Hlavní výhodou to má u obézních jedinců.

GILL et al. (2002) uvedli, že obsah amylozy v ječné mouce a její předzpracování

ovlivnilo kvalitu chlebů jako konečných výrobků. Vosková (waxy) ječná mouka s velice nízkým obsahem amylozy vytvořila lepší objem bochníku, pevnost střídy a barvu kurky než mouka s obvyklým obsahem amylozy.

V nutričním hodnocení chlebů nebyly zásadní rozdíly v závislosti na použité mouce (Tab. 3). Rozdíl byl mezi chlebem s ječnou moukou a chlebem s moukou sladovou, a to u vlákniny potravy. Při sensorickém hodnocení byl mnohem lépe hodnocen chléb s ječnou moukou ve všech parametrech (Tab. 4). Nejhůře byl hodnocen chléb se sladovou moukou, hlavně kvůli horší textuře chleba (RENASANCE JEČMENE, 2014).

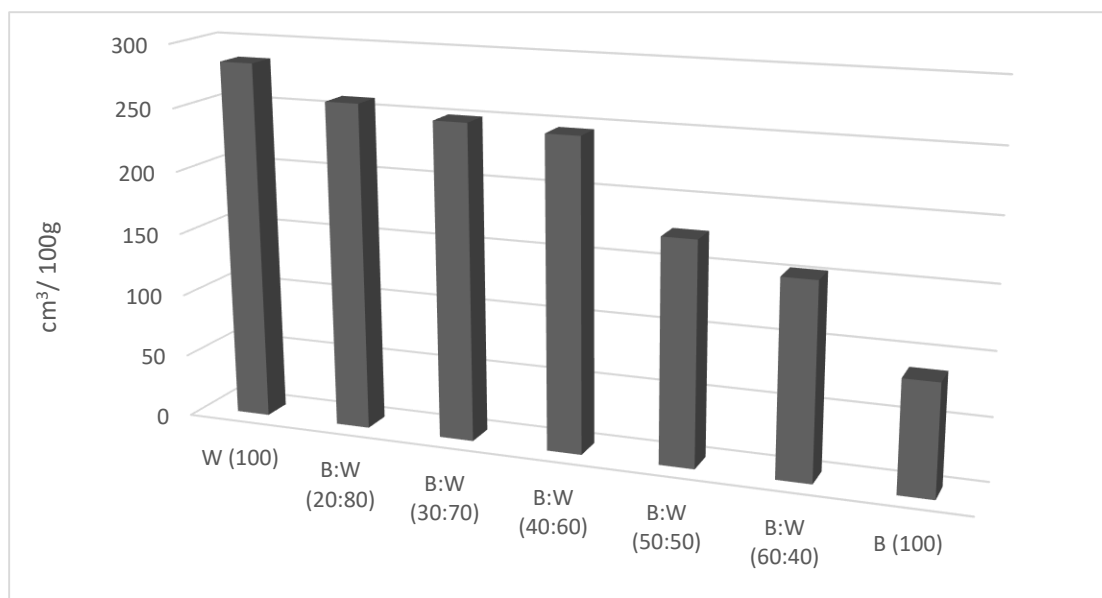
Tab. 3 Základní složení s bezpluchým ječmenem (g/100 g) (RENASANCE JEČMENE, 2014)

Druhy chlebů	kontrolní chléb s pšeničnou moukou	chléb s pšeničnou moukou	chléb se sladovou moukou	chléb s ječnou moukou a karobem	chléb se sladovým květem	Šumava
Složení						
Sušina	69,3	65,1	75,1	66,1	67,2	69,0
Bílkoviny	7,1	7,9	10,0	8,2	9,4	8,3
Tuk	7,2	7,0	6,0	8,2	7,7	6,4
Popel	1,9	1,7	1,9	1,9	2,2	2,3
Vláknina potravy	8,2	5,4	8,6	9,2	6,6	5,6
β-glukany	0,31	0,72	1,15	0,60	0,67	0,36

Tab. 4 Výsledky sensorického hodnocení chlebů (RENASANCE JEČMENE, 2014)

Druhy chlebů	kontrolní chléb s pšeničnou moukou	chléb se sladovou moukou	chléb s ječnou moukou
Parametry			
Vůně	3,7	4,0	2,0
Vzhled	3,5	4,1	2,0
Chuť	3,5	4,1	2,5
Textura	3,7	4,9	2,3
Přijatelnost	3,8	4,0	2,3

Přídavek až 40 % ječné mouky do pšeničné mouky může vést ke snížení specifického objemu, který by měl mít připravený chleba. Specifický objem ječného chleba s různými poměry v produktu je uveden na *Obr. 4*. Při sensorickém hodnocení chleba s přídavkem 40 % ječné mouky, byl výrobek posouzen jako nepoživatelný. Obdobné výsledky byly potvrzeny u dalších výzkumů (SLUKOVÁ, 2014).



*Obr. 4* Objem chlebů s různým přídavkem ječné mouky (W-pšeničná mouka, B-ječná mouka) (SLUKOVÁ, 2014)

### 3.5.4 Jemné pečivo

Podle definice prováděcí vyhlášky Mze č. 333/1997 Sb. ve znění vyhl. Mze č. 93/2000 Sb. se rozumí jemným pečivem pekařský výrobek získaný tepelnou úpravou těst nebo hmot s recepturním přídavkem nejméně 8,2 % bezvodého tuku nebo 5 % cukru, popř. plněné různými náplněmi před pečením nebo po upečení marmeládou, džemem nebo povidly nebo povrchově upravené sypáním, polevou nebo glazurou.

Ječná mouka byla používána při pečení domácích lívanců a vdolků. Pro lívance se připravilo řídké těsto a pro vdolky zase hustější jako k přípravě běžného pečiva. V Anglii a ve Spojených státech amerických jsou vyvinuty postupy, kdy jsou lívance pečené bez smažení ve speciální atmosféře a na kontinuálních linkách. Tyto lívance jsou pak prodávány v maloobchodech, ale před konzumací se musí ohřát v mikrovlnné troubě (HONCŮ et al., 2012).

#### 3.5.4.1 Vdolký

HENRY et al. (2015) uvádějí, že obsah amylozy byl významně vyšší u kukuřičných, ovesných a ječných vdolků než u pšeničných a rýžových vdolků. Větší obsah amylozy a vlákniny pomáhá k redukci GI u ovesných a ječných vdolků. Pšeničná mouka může být nahrazena ovesnou i ječnou moukou pro zdravější formu vdolků i jiných pekařských výrobků.

#### 3.5.4.2 Lívance

Lívance byly hodnoceny sensoricky negativně při použití čistě jen ječné mouky, což mohlo být způsobeno stravovacími návyky hodnotitelů. Lepší hodnocení měly lívance při použití směsi ječné a pšeničné mouky (Tab. 5) (RENEANCE JEČMENE, 2014).

Tab. 5 Lívance – základní složení pro suchou směs jako polotovar (g /100 g) (RENEANCE JEČMENE, 2014)

Složení	směs s pšeničnou moukou	směs s pšeničnou a ječnou moukou 1:1
Sušina	91,7	92,0
Bílkoviny	13,4	12,4
Tuk	4,2	4,7
Popel	2,5	2,6

### 3.6 Další využití ječmene v cereálních technologiích

Ječné zrnó se musí před konzumací podrobit různým druhům zpracování, které výrazně ovlivňují jeho složení a fyzikálně-chemické vlastnosti. Tyto vlastnosti hrají důležitou roli ve vývoji nových produktů (KOTARI, SHARMA 2017).

#### 3.6.1 Těstoviny

Podle definice prováděcí vyhlášky Mze č. 333/1997 Sb. ve znění vyhl. Mze č. 93/2000 Sb. jsou těstoviny potraviny vyrobené tvarováním nekynutého a chemicky nekypřeného těsta, připraveného především z mlýnských obilných výrobků nebo jejich směsí a dále různých surovin (např. vaječ), přídatných látek a látek určených k aromatizaci.

Díky jednoduché přípravě, sensorickým vlastnostem, dlouhodobé trvanlivosti, různému kulinárnímu užití, nízké kalorické hodnotě a lehké stravitelnosti jsou obecně sušené těstoviny oblíbené. Spotřeba sušených těstovin v Evropě stoupá, i díky nízkému obsahu sodíku, tuků a hodnotě GI. Ječmen má mnoho nutričních přínosů při srovnání s pšenicí, která je základní recepturní složkou. Ječná mouka má slabě hořkou chuť a tmavě žlutou barvu, což je významné z hlediska uplatnění mouky při výrobě těstovin. Bílkoviny ječné a pšeničné mouky vytváří společně komplexy vyšší molekulové hmotnosti (HRUŠKOVÁ, 2012).

Všeobecný zájem o celozrnné potraviny a potraviny bohaté na vlákninu dal podnět k vývinu neobvyklých těstovinových produktů obsahujících celozrnnou pšeničnou mouku a doplňkové zdroje vlákniny, včetně ječné mouky nebo ječných frakcí (ARENDRT et al., 2011).

Celozrnná a hladká ječná mouka o množství 10–90 % a ječné otruby byly použity k laboratorní výrobě těstovin. Těstoviny byly hodnoceny v syrovém, sušeném a vařeném stavu. Nevaječné těstoviny z 10–90 % ječné a pšeničné polohrubé těstářenské mouky byly lisované při teplotě, která nepřesáhla 40 °C. Přídavek hladké ječné mouky větší než 70 % se v sušeném stavu projevil zhoršením povrchu těstovin. Dobrou tvarovou stabilitu po uvaření měly těstoviny s 30–90% přídavkem celozrnné ječné mouky. Hodnoty vaznosti a bobtnavosti ječných těstovin byly asi o 10 % nižší než u pšeničného druhu. Vůně a barva ječných těstovin byla spotřebitelsky přijatelná. Chuťově nestandardní byly těstoviny s přídavkem vyšším než 50 % ječné mouky. Nahořklou chuť u ječných těstovin způsobují přítomné hordeiny nebo lipidy a k snížení lepivosti těstovin může dojít tehdy, pokud hordeiny s bílkovinami pšeničné mouky začnou vytvářet komplexy, které znepřístupní škrobu vázat velké množství vody (PANČÍKOVÁ, 2014). Nevaječné těstoviny s obsahem 10–30 % ječných otrub neměly homogenní tvar, který se ještě zhoršil sušením. Standardní znaky po uvaření měly těstoviny s přídavkem 10 % otrub. Při užití celozrnných mouk se nutriční složky zvýšily, naopak u hladkých mouk došlo k poklesu obsahu bílkovin a vlákniny (HRUŠKOVÁ, 2012).

Těstoviny z tvrdé pšeničné mouky a z ječné mouky obohacené  $\beta$ -glukany (40 %) mohou být považovány za dietní potravinu. Obsahují více antioxidačních fenolů a  $\beta$ -glukany s hypoglykemickým účinkem (MONTALBANO et al., 2016).

Ječné těstoviny byly vyrobeny v poloprovozním měřítku s 30% a 50% obsahem ječné mouky. Těstoviny byly hodnoceny 20 respondenty. Tvar, lepivost, chuť a vůně byly spotřebitelským testem hodnoceny na úrovni výborná (1) a dobrá (2). Nejlepší



spotřebitelské skóre měly těstoviny s 30% obsahem ječné mouky. Při sensorickém hodnocení těstovin se projevily stravovací návyky hodnotitelů, hlavně u vzhledu výrobku, který se odlišoval při srovnání s čistě pšeničnými těstovinami (RENASANCE JEČMENE, 2014).

V České republice je výroba sušených těstovin provozována ve dvou podnicích vybavených vysoce výkonnými lisy a sušárnami. Kvalita speciálních druhů těstovin z místních provozů je nevyrovnaná a nabídka omezená. Díky přidavku sušené zeleniny jako je červená řepa, mrkev a celer do těstovin nebo obarvením těstovin na černou barvu pomocí sépiového inkoustu, lze zvýšit zájem spotřebitelů o tyto těstoviny.

### **3.6.2 Kroupy**

Podle definice prováděcí vyhlášky Mze č. 333/1997 Sb. ve znění vyhl. Mze č. 93/2000 Sb. se rozumí kroupami výrobky z vyčištěného obilného zrna, převážně z ječmene, zbaveného obalových vrstev broušením. Nejrozšířenější ječnou potravinou jsou doposud v České republice ječné kroupy (KNOTOVÁ, 2014). Ječné kroupy se rozdělují podle velikosti, která je dána propadem normalizovaného síta na velké, střední, zabijačkové a malé. Perličky mají nejmenší velikost s rozměry mezi 1–2 mm. Lámankou se rozumí zlomkové drobné netříděné obilné kroupy. Nejvyšší obsah minerálních nečistot je 0,15 % a je stanoven pro všechny druhy krupárenských výrobků. Na výrobu krup se dodává ječmen s podélnými zakulacenými otvory širokými 2,5 mm nejméně 75 % ječných zrn (PRUGAR, 2008). Z velkých krup se vyrábějí ječné mouky hladké a celozrnné, které jsou pro speciální druhy chlebů a jsou určeny pouze pro výrobce (DOSTÁLOVÁ, KADLEC, 2014).

Preferována je světlá barva krup, protože spotřebitel nechce kroupy s šedým nádechem. Kroupy jsou typickým potravinářským produktem z ječmene pro české a moravské země. Používaly se při přípravě zabijačkových produktů, jako zavářka a příloha. Byly využívány k přípravě odvarů pro léčení nemocných a k posílení starších osob. Dnes jsou běžně součástí cereálních snídaní a jiných výrobků (PRUGAR, 2008).

Kroupy se vyrábí z jarního ječmene. Technologie výroby krup se skládá z čištění, třídění, loupání, broušení a leštění. Při čištění dochází k oddělení příměsí a nečistot, vzduchem se oddělí lehké příměsí, následuje odkaménkování, feromagnetická kontrola, odstraňují se kulovatiny a vyčištěné zrna se třídí dle velikostní frakce na sítěch s kruhovými otvory. Kroupy se třídí na velké, střední, zabijačkové, malé, perličky

a lámanku. Po třídění následuje loupání na hrubém smirkovém kameni, na kterém se odstraňují špičky a dochází k narušení přirostlé pluchy. Na vertikálních loupačkách probíhá broušení, při kterém se odstraní zbytky pluch. Na závěr se provádí leštění, a to na pomaluběžných loupačkách (KUČEROVÁ, 2016).

Přídavkem ječných krup, ječné mouky nebo fermentovaných ječných otrub lze docílit širšího sortimentu pekařských výrobků. Ječná kroupa byla podrobena procesu extruze a bylo zjištěno, že obsah celkové vlákniny a  $\beta$ -glukanů byl významný. Vliv mlýnského opracování pluchaté ječné obilky na množství vlákniny potravy a  $\beta$ -glukanů byl prokázán tím, že s velikostí produktu se snižuje i obsah  $\beta$ -glukanů. Jedna z nejnižších naměřených hodnot GI byla u ječných krup (SLUKOVÁ, 2012).

### 3.6.3 Tortilla

Ve studii ARNDT et al. (2009) byly pšeničné tortilly obohaceny celozrnnou ječnou moukou o různé velikosti částic. U mouk a tortill byl zjišťován obsah bílkovin, popelu, škrobu a také barva, vlhkost a obsah  $\beta$ -glukanů. Tortilly s ječnou moukou měly tmavší barvu, ale chuť nebyla změněna. Dva komerční výrobky měly zvýšené všechny zjišťované údaje ve srovnání s kontrolními tortillami, které byly vyrobeny z rafinované chlebové mouky. Tortilly vyrobené z celozrnné mouky měly podobný obsah bílkovin, texturu a chuť jako kontrolní tortilly.

Výsledkem studie AMES et al. (2006) bylo, že si ječné tortilly udržely svou strukturu a obsah živin po dobu nejméně 29 dní v chlazeném stavu. Celkově 90 % konzumentů ohodnotilo ječné tortilly vysoce, co se týče struktury a chuti, když je porovnávalo s pšeničnou tortillou. Zhruba 80 % spotřebitelů uvedlo, že znalost o obsahu živin v ječných tortillách by mohla ovlivnit jejich rozhodnutí při nákupu tortill.

### 3.6.4 Tarhanna

*Tarhanna* je tradiční turecký fermentovaný potravinářský výrobek. Přípravuje se smícháním jogurtu, pšeničné mouky, kvasnic se zeleninou a kořením (rajčata, cibule, sůl, máta a paprika). Následuje kvašení trvající jeden až sedm dní. *Tarhanna* má kyselou chuť, kvasnou vůni a je používána jako surovina k tvorbě polévky. Ve studii ERKAN et al. (2006) byla pšeničná mouka nahrazena ječnou moukou, což ovlivnilo barvu a viskozitu *tarhanny*. Výsledky senzorické analýzy ukázaly, že použití ječné mouky ve

směsi na *tarhannu* je přijatelné z hlediska většiny senzorických vlastností.

### 3.6.5 Nudle

Nudle jsou velmi oblíbené v Asii a asi 50 % pšenice je spotřebováno v Asii při výrobě nudlí. HATCHER et al. (2005) se zaměřili na výrobu dvou typů nudlí smícháním pšeničné mouky a ječných mouk s různým obsahem amylozy. Obecně 20% nebo 40% množství pšenice nahrazené ječnou moukou, buď v bílých slaných (japonský druh) nebo žlutých zásaditých nudlích (čínský druh), dalo výrobky s příznivým vzhledem, ale barva byla tmavě šedá. Zásadité nudle jsou vyrobeny z mouky, dalších složek a alkalických solí (sodné nebo draselné uhličitany, hydroxid sodný), které ovlivňují barvu, chuť a texturu (SERNA SALDÍVAR, 2010). Výsledkem studie bylo, že nudle obsahující ječmen měly zkrácenou dobu vaření, a to nezávisle na obsahu amylozy v ječné mouce.

HOU a JIMENEZ (2012) studovali výrobu instantních nudlí s přídavkem ječné mouky s vysokým obsahem  $\beta$ -glukanů. Pšeničná mouka byla v nudlích nahrazena 10 %, 20 % a 30 % ječné mouky v různých typech (voskový – waxy, bezpluchý a pluchatý typ). Výsledky ukázaly, že když se zvýšila úroveň náhrady mouky, tak se hodnoty barvy nudlí a tvrdost uvařených nudlí snížily, i když stupeň změny se obměňoval s daným typem ječné mouky. Až 20% obsah pšeničné mouky v nudlích by mohl být nahrazen moukami z bezpluchého a voskového (waxy) typu ječné mouky, a přitom by nudle mohly být uváděny do oběhu jako přijatelné výrobky. U celozrnných ječných mouk byl přijatelný přídavek do 10 %.

### 3.6.6 Vločky

Podle definice prováděcí vyhlášky Mze č. 333/1997 Sb. ve znění vyhl. Mze č. 93/2000 Sb. jsou vločkami výrobky z vyčištěného a oloupaného obilného zrna, nebo bezluchého nebo zbaveného pluch, získané jeho mačkáním nebo příčným řezáním. Výroba obilných vloček probíhá nejdříve úpravou obilí, což zahrnuje vyčištění a hydrotermická úprava technologií napařování parou a vločkováním.

Ječné vločky jsou lisovány z navlhčených a uvařených zrn bezpluchého ječmene. Mají světlejší barvu než pšeničné vločky, ale jejich složení je podobné. IDF obsažená v ječném zrně pomáhá snižovat riziko vzniku žlučových kamenů. Ječné vločky mají vyšší obsah vitaminů skupiny B než pšeničné vločky a obsahují fosfor, hořčík, železo a zinek.

Jejich chuť je po ořících a využití je široké, např. při pečení, do kaší, do müsli i jako zahušťovadlo do polévek (<http://www.muslinamiru.cz/muslinamiru/jecne-vlocky/>).

Cereální výrobky jako cereální směsi, kaše a pekárenské výrobky mohou, jak bylo již zmíněno, obsahovat ječné vločky. Během zpracování ječných vloček stoupá GI. Ječné otruby poskytují bohatý zdroj vlákniny a jsou získávány při obrušování zrna ječmene na vertikálních loupacích strojích nebo jako vedlejší produkt během klasického mletí ječného zrna (PANČÍKOVÁ, 2014).

### **3.6.7 Alternativní uplatnění ječmene v potravinářství**

Je prokázáno, že lidská strava hraje důležitou roli v prevenci různých onemocnění. Potraviny obsahují biologicky aktivní živiny, které se vyskytují hlavně ve funkčních potravinách, mezi které patří vitaminy a enzymy. BŘEZINOVÁ BELCREDI et al. (2008) ve studii sledovali vitamin E a antioxidační enzym SOD. Vitaminy skupiny E (tokoly) mají ochrannou funkci pro lipidy v buněčných membránách. Zelená hmota mladých rostlin ječmene obsahovala při prvním odběru vyšší aktivitu vitaminu E a enzymu oproti odběru, který byl proveden později. Sladovnická odrůda Sebastian měla nejvyšší aktivitu stanovovaných látek, a proto by se mohla využít v potravinářství jako součást funkčních potravin, a to v podobě ječných džusů nebo šťáv.

## **3.7 Zdravotní aspekty ječmene**

Současnými zdravotními problémy populace je obezita, cukrovka II. typu, vysoký krevní tlak a poruchy tukového metabolismu. Tyto civilizační nemoci často souvisí s nesprávnou výživou. Trvalé vzdělávání obyvatelstva i nové potravinové výrobky mohou pomoci k prevenci a mohou pozitivně ovlivňovat zdraví člověka skrze nutričně významné komponenty. Pečivo a cereální výrobky mají významný obsah sacharidů, hlavně škrobu a vlákniny. Obsahují vitaminy především skupiny B a minerální látky. Ječné zrna je významným zdrojem  $\beta$ -glukanů a vlákniny. Je zde zastoupena rozpustná i nerozpustná složka a vláknina se jak u ostatních druhů obilovin, nenachází jen na povrchu zrna, ale je v celém zrnu. Díky tomu i po odejmutí otrub je v zrnu stále velké množství hlavně SDF, která má vliv na regulaci krevního cholesterolu i na snížení resorpce glukózy po konzumaci jídla a IDF ovlivňuje střevní peristaltiku (GABROVSKÁ, TLASKAL, 2012).

U studie, během níž lidé konzumovali potravinový výrobek s příměsí ječmene, bylo

potvrzeno zlepšení tolerance glukózy a vyšší produkce mastných kyselin s krátkým řetězcem. Mastné kyseliny mají vliv na epitelální buňky tlustého střeva a také snižují pH stolice, a tím se docílí lepší ochrany střeva a organismu před infekcí i toxickými látkami. Mastné kyseliny podporují vstřebávání železa, vápníku a dalších jiných složek výživy (BJÖRCK et al., 2010).

$\beta$ -glukany přispívají k udržení normální hladiny cholesterolu v krvi. Tvrzení smí být použito pouze u potravin, které obsahují nejméně 1 g  $\beta$ -glukanů z ovsu, ovesných otrub, ječmene, ječných otrub nebo ze směsí těchto zdrojů v kvantifikované porci. Aby bylo možné tvrzení použít, musí být spotřebitel informován, že příznivého účinku se dosáhne při přívodu 3 g  $\beta$ -glukanů z ovsu, ovesných otrub, ječmene, ječných otrub nebo ze směsí těchto zdrojů denně (nařízení Komise (EU) č. 432/2012; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:136:0001:0040:CS:PDF>).

Pokud se zvýší spotřeba ječmene v lidské výživě, tak se zvýší i použití odrůd přinášejících prospěch z nutričního hlediska (PRUGAR, 2008).

## 4 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Bylo vypracováno dotazníkové šetření zabývající se využitím ječných surovin. Dotazník byl vytvořen z 11 otevřených, polouzavřených i uzavřených otázek. Dotazníkové šetření probíhalo prostřednictvím webových stránek [survio.com/cs](http://survio.com/cs) od 7. 3. 2017 do 15. 3. 2017. Účastnilo se celkem 100 náhodných respondentů různé věkové kategorie (DEMČÁK, 2017).

Díky získaným odpovědím od běžných spotřebitelů, byla data využita ke zpracování bakalářské práce a k náhledu, zda se může spotřebitel běžně setkat s ječným produktem. Dotazník je k dispozici v Příloze 1.

### 4.1 Cíl

Hlavním cílem bylo získání informací ohledně využívání ječných surovin a výrobků, získané informace zaznamenat a vyhodnotit pomocí grafů a tabulek.

### 4.2 Hypotézy

*Hypotéza 1:* Složení výrobku si čte pouze malá část spotřebitelů, z toho důvodu většina spotřebitelů neví, že kupuje výrobek s ječnou surovinou.

*Hypotéza 2:* Ječné kroupy využívá méně než polovina spotřebitelů, a to nejčastěji při přípravě zabijačkových pokrmů.

*Hypotéza 3:* Převážná většina lidí využívá pouze pšeničnou mouku o různé granulaci.

*Hypotéza 4:* Velké procento lidí neví o příznivém vlivu ječmene na lidské zdraví.

### 4.3 Vyhodnocení dotazníkového šetření

Na úvod byly sestaveny hypotézy a následně byl vytvořen elektronický dotazník, který vyplnilo celkem 26 mužů a 74 žen. Dotazník byl častěji vyplňován ženami a nejvyšší zastoupení měla věková kategorie od 19 do 25 let. Nejmenší zastoupení měla skupina nad 55 let, což mohlo být způsobené tím, že dotazník byl v elektronické podobě a byl rozeslán přes sociální sítě a elektronické pošty.

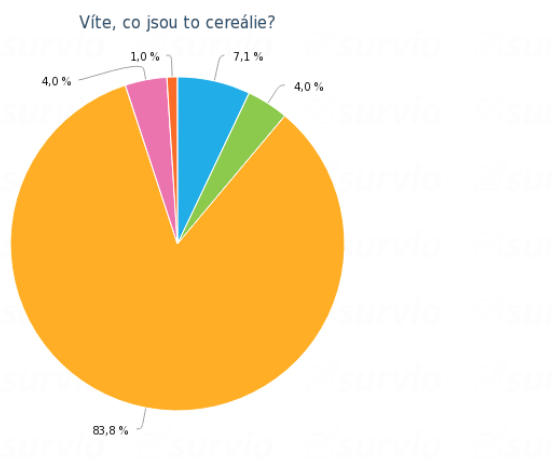
Tab. 3 Základní údaje respondentů

Identifikační údaje	Počet	Vyjádřeno v %
Pohlaví		
Žena	74	73,7
Muž	26	26,3
Věk		
Do 18 let	7	7,1
19–25 let	42	42,4
26–35 let	6	6,1
36–45 let	21	21,1
46–55 let	16	16,2
Nad 55 let	8	8,1

### 1. Víte, co jsou to cereálie?

Tab. 4 Definice cereálií

Odpověď	Počet odpovědí	Vyjádřeno v %
Snídaňové směsi	7	7,1
Cereální pečivo	4	4,0
Obecně obiloviny	84	83,8
Součást potravin	4	4,0
Nevím	1	1,0



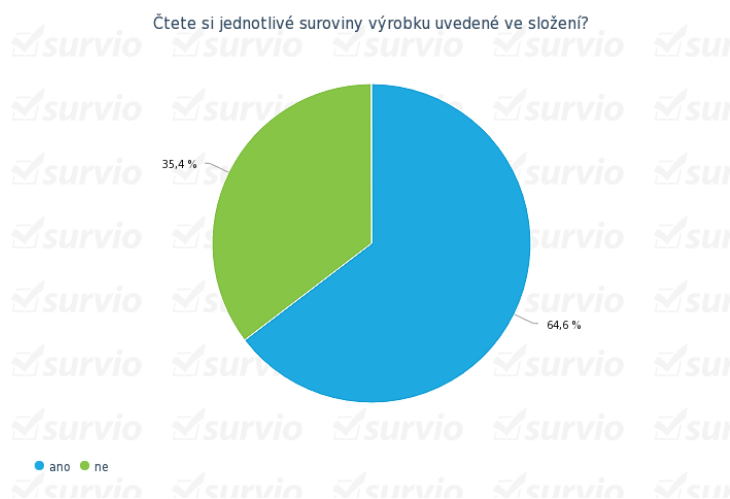
Obr. 5 Definice cereálií

Z odpovědí vyplývá, že většina respondentů ví, co jsou to cereálie. Nejčastější odpověď byla – obecně obiloviny (83,8 %). Z toho lze vyvodit závěr, že lidé mají povědomí o cereálních výrobcích a nenechají se oklamat některými marketingovými tahy.

## 2. Čtete si jednotlivé suroviny výrobku uvedené ve složení?

Tab. 5 Suroviny výrobku

Odpověď	Počet odpovědí	Vyjádřeno v %
Ano	65	64,6
Ne	35	35,4



Obr. 6 Suroviny výrobku

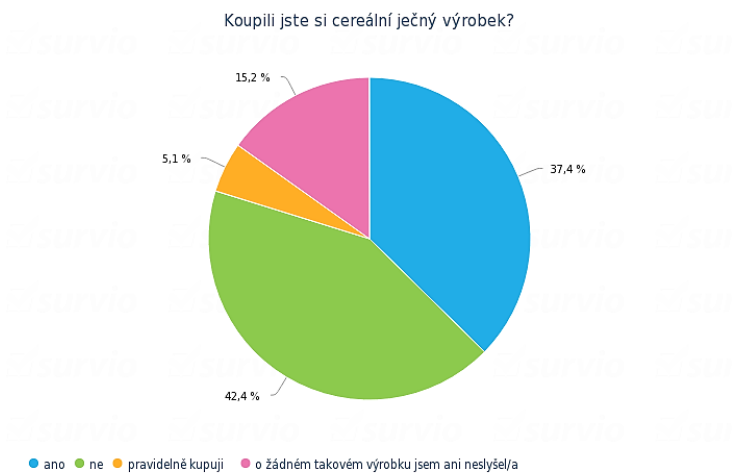
Větší množství respondentů (64,6 %) odpovědělo, že si čte složení výrobku a jednotlivé suroviny, které jsou součástí výrobku. Složení výrobku není důležité pro 35,4 % respondentů. Z toho vyplývá, že někteří nemohou pravdivě odpovědět, zda si někdy koupili cereální ječný výrobek, protože si pozorně nepřčetli složení výrobku.

## 3. Koupili jste si cereální ječný výrobek?

Tab. 6 Nákup cereálního ječného výrobku

Odpověď	Počet odpovědí	Vyjádřeno v %
Ano	37	37,4
Ne	43	42,4
Pravidelně kupuji	5	5,0
O žádném takovém výrobku jsem ani neslyšel/a	15	15,2





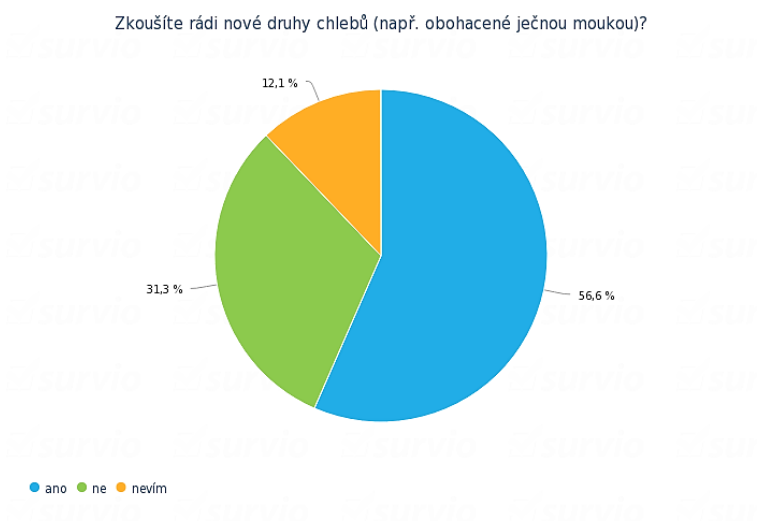
Obr. 7 Nákup cereálního ječného výrobku

Více než polovina respondentů buď o žádném ječném cereálním výrobku neslyšela, anebo si takový výrobek doposud nekoupila. Pravidelně nakupuje cereální ječný výrobek 5,0 % respondentů a 37,4 % si alespoň jednou tento výrobek koupilo.

#### 4. Zkoušíte rádi nové druhy chlebů (např. obohacené ječnou moukou)?

Tab. 7 Přijatelnost nových druhů chlebů

Odpověď	Počet odpovědí	Vyjádřeno v %
Ano	57	56,6
Ne	31	31,3
Nevím	12	12,1



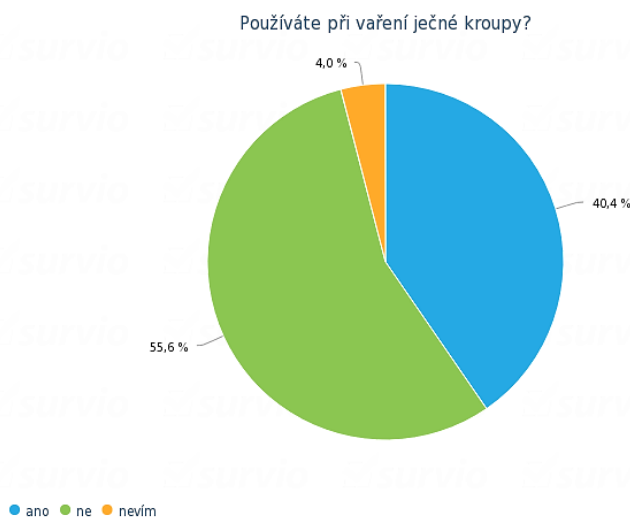
Obr. 8 Přijatelnost nových druhů chlebů

Přestože mají spotřebitelé rádi tradiční suroviny, kupují také nové výrobky uváděné na trh. Celkem 56,6 % respondentů odpovědělo, že rádi zkusí nové druhy chlebů. Méně než polovina (31,3 %) respondentů nemá zájem o nové druhy chlebů a 12,1 % respondentů nezáleží na tom, jaký chléb si koupí.

### 5. Používáte při vaření ječné kroupy?

Tab. 8 Používání ječných krup

Odpověď	Počet odpovědí	Vyjádřeno v %
Ano	40	40,4
Ne	56	55,6
Nevím	4	4,0



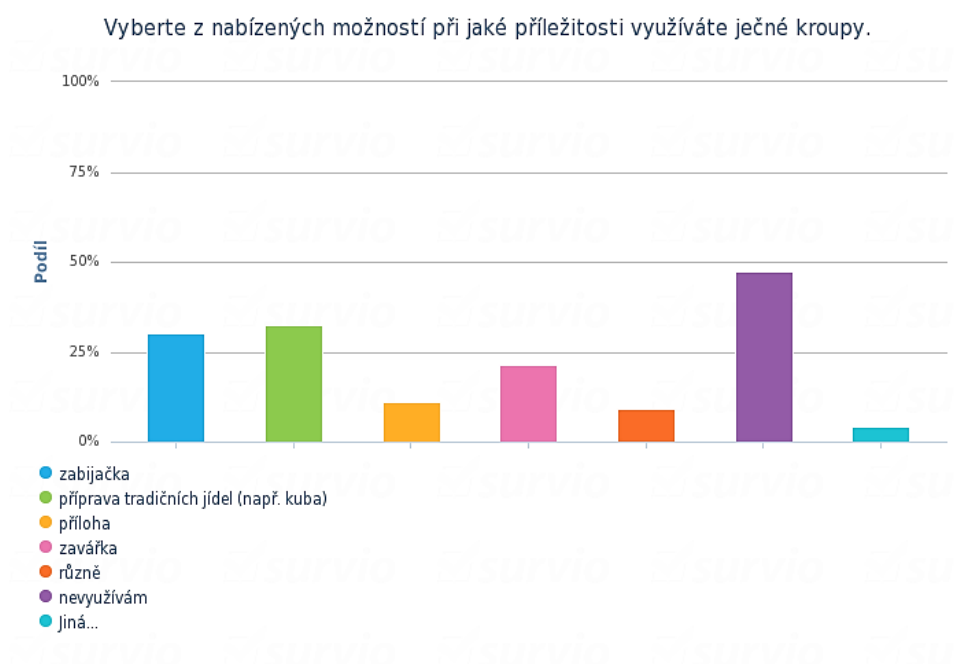
Obr. 9 Používání ječných krup

Při vaření používá ječné kroupy méně než polovina respondentů. Ječné kroupy nepoužívá 55,6 % respondentů, což mohlo být ovlivněno tím, že se přímo nepodíleli na přípravě jídel a stravovali se ve společných jídelnách či gastro podnicích. Téměř 50 % respondentů bylo ve věku do 25 let, a proto mohlo být dotazníkové šetření i tímto ovlivněno.

**6. Vyberte z nabízených možností, při jaké příležitosti využíváte ječné kroupy: zabijačka, příprava tradičních jídel (kuba), příloha, zavářka, různě, všechny možnosti, jiná odpověď:**

Tab. 9 Příležitosti užití ječných krup

Odpověď	Počet odpovědí	Vyjádřeno v %
Zabijačka	29	28,6
Příprava tradičních jídel (např. kuba)	31	31,0
Příloha	11	11,2
Zavářka	20	20,2
Různě	9	9,1
Nevyužívám	46	45,8
Jiná odpověď	4	4,0



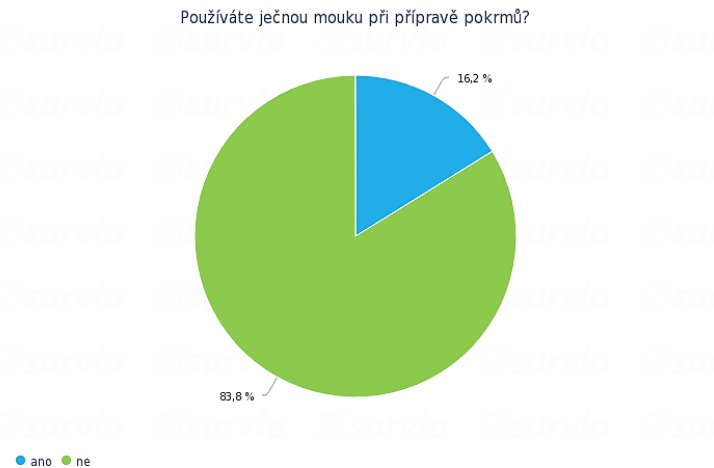
Obr. 10 Příležitosti užití ječných krup

Kroupy nevyužívá 45,8 % respondentů. Nejčastější využití krup bylo při přípravě tradičních jídel (např. kuba) 31 % a následovala odpověď – využití krup při tradiční zabijačkové události (28,6 %). Jako zavářku do polévek využívá ječné kroupy 20,2 % respondentů. Další možnost využití krup jako přílohy nebo různé využití krup mělo nejmenší počet odpovědí. Do možnosti jiná odpověď 4 respondenti uvedli, že kroupy přidávají jako zavářku do polévky (uzené).

## 7. Používáte ječnou mouku při přípravě pokrmů?

Tab. 10 Používání ječné mouky

Odpověď	Počet odpovědí	Vyjádřeno v %
Ano	16	16,2
Ne	84	83,8



Obr. 11 Používání ječné mouky

Ječnou mouku při přípravě pokrmů používá 16,2 % respondentů, což není zanedbatelné množství. Většina (83,8 %) respondentů ječnou mouku nepoužívá.

## 8. Znáte některé zdraví prospěšné látky ječmene?

Otázka byla otevřená, takže respondenti odpovídali větou nebo pár slovy. Správné odpovědi byly: vitaminy B, E; mnoho minerálních látek a stopových prvků; kyselina listová;  $\beta$ -glukany; ječmen je zdravější než pšenice; čistící kůra; pozitivně podporuje zdraví člověka; podporuje trávení; bílkoviny; aminokyseliny; látky snižující cholesterol; ječné zrna má více vlákniny. Celkem 35,6 % respondentů odpovědělo správně o zdraví prospěšných látkách ječmene, ale 56,4 % odpovědělo, že je nezná. Pokud respondenti odpověděli, často se jejich odpověď týkala nápojového průmyslu než cereálních technologií.

Tab. 11 Zdraví prospěšné látky ječmene

Odpověď	Počet odpovědí	Vyjádřeno v %
Ano	36	35,6
Ne	56	56,4
Nevím	8	8,0

### 9. Znáte další využití ječmene v potravinářském průmyslu?

Otázka byla otevřená, takže respondenti odpovídali větou nebo pár slovy. Správné odpovědi byly: pivo; vitaminové doplňky; směs mladého ječmene; ječný slad; snídanové směsi z ječmene; kroupy, vločky, náhražka kávy – melta; pomocná přísada při výrobě masných výrobků; šťáva; enzymy; sladové výtažky. Správnou odpověď uvedlo 55,5 % respondentů a 37 % odpovědělo, že nezná žádné využití ječmene v potravinářském průmyslu.

Tab. 12 Využití ječmene

Odpověď	Počet odpovědí	Vyjádřeno v %
Ano	56	55,5
Ne	37	37,5
Nevím	7	7,0

### Shrnutí

Z dotazníkového šetření vyplynulo, že lidé mají povědomí o cereálních výrobcích. Složení výrobku není důležité pro 35,4 % respondentů, a proto někteří nemohou pravdivě odpovědět, zda si někdy koupili cereální ječný výrobek, protože si pozorně nepřečetli složení výrobku. Pravidelně nakupuje cereální ječný výrobek 5,0 % respondentů. Přestože mají spotřebitelé rádi tradiční suroviny, nakupují i nové výrobky uváděné na trh. Ječné kroupy při vaření používá méně než polovina respondentů, což mohlo být ovlivněno tím, že téměř 50 % respondentů bylo ve věku do 25 let. Nejčastěji respondenti využívají kroupy na přípravu tradičních jídel a během zabijačkové události. Ječnou mouku při přípravě pokrmů používá 16,2 % respondentů. Většina respondentů odpověděla, že nezná zdraví prospěšné látky ječmene ani jeho využití v potravinářství.

## 5 ZÁVĚR

Bakalářská práce na téma Ječmen jako surovina a jeho využití v cereálních technologiích je zaměřena zvláště na látky obsažené v ječném zrně, možnosti využití ječné mouky a udává výčet některých dalších produktů, které lze obohatit ječnou moukou.

Produkce ječmene pro přímý konzum je u nás asi 10,7–12,8 tis. tun ječmene, což při porovnání s historickými záznamy je značně nižší, ale přesto ječmen nalézá uplatnění v mnoha různých výrobcích. Nově vzniklé odrůdy ječmene bezpluchého pro potravinářský průmysl přináší vyšší obsah nutričních látek a lepší manipulaci při úpravě zrna.

Voskové (waxy) typy ječmene mají vysoký podíl amylopektinu ve škrobu a zároveň obsahují vyšší množství  $\beta$ -glukanů při srovnání se standardním složením ječného zrna. Vláknina potravy působí preventivně vůči vzniku onkologických onemocnění. Nejvyšší obsah  $\beta$ -glukanů ze všech obilovin je právě v ječmeni a nacházejí se ve všech částech obilky.  $\beta$ -glukany z ječmene pomáhají regulovat vznik kardiovaskulárních onemocnění a hladinu glukózy v krvi. Hlavními zásobními bílkovinami ječmene jsou hordeiny a nejvíce zastoupená mastná kyselina v ječmeni je kyselina linolová. Složky jako kyselina nikotinová a vitamin E obsahuje ječmen ze všech obilovin nejvíce, a proto má antioxidační vlastnosti. V ječmeni je důležitým prvkem fosfor, který je zde ve formě kyseliny fytové.

Ječná mouka a krupice se vyrábí z krup. Vyšší absorpce ječné mouky je zaručena zvláště složkami, jako jsou neškrobové polysacharidy  $\beta$ -glukany a arabinoxylany. Při zvýšení obsahu ječné mouky ve výrobcích, dojde ke snížení údržnosti těstových plynů, a proto jsou produkty s obsahem ječné mouky nad 20 % pro spotřebitele nepřijatelné, protože nejsou dostatečně klenuté. Barva je důležitá pro spotřebitele, a proto je naředlá barva ječných výrobků méně přijatelná. Přídavek ječmene do produktů má pozitivní účinek na lidské zdraví, protože snižuje GI.

Při dotazníkovém šetření byla potvrzena hypotéza, že spotřebitelé neznají zdravotní aspekty ječmene ani nevěnují pozornost složení výrobku, ale přesto si 37,4 % respondentů ječný výrobek koupilo. Ječnou mouku využívá 16,2 % respondentů. Ječné kroupy používá méně než polovina respondentů.

V budoucnu je snaha o to, aby byl ječmen běžnou součástí standardních výrobků a více se obecně vědělo o jeho vlivu na zdraví lidského organismu.

## 6 POUŽITÁ LITERATURA

AMES N., RHYMER C., ROSSNAGEL B., THERRIEN M., RYLAND D., DUA S., ROSS K., 2006: Utilization of diverse hullless barley properties to maximize food product quality. *Cereal Foods World*. 51: 23–28.

ANDERSSON A. A. M., ÅMAN P., BEDŮ Z., BOROS D., COURTIN C. M., DELCOUR J. A., DYNKOWSKA W., FRAS´A., GEBRUERS K., LAMPI A. M., LI L., NYSTRÖ M. L., PIIRONEN V., RAKSZEGI M., SHEWRY P. R., WARD J. L., 2008a: Phytochemical and dietary fiber components in barley varieties in the HEALTHGRAIN diversity screen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 9767–9776.

ANDERSSON A. A. M., ÅMAN P., BEDŮ Z., BOROS D., GEBRUERS K., LAMPI A.-M., PIIRONEN V., POUTANEN K., NYSTRÖ M, L., RAKSZEGI M., SHEWRY P. R., WARD J. L., 2008b: The HEALTHGRAIN cereal diversity screen: concept, results, and prospects. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 9699–9709.

ARENDRT E., BRUNTON N., GALLAGHER E., O´FL AHERTY J., SULLIVAN P., 2011: The utilisation of barley middlings to add value and health benefits to white breads. *Journal of Food Engineering*. 105: 493–502.

ARENDRT E. K. a E. ZANNINI., 2013: *Cereal grains for the food and beverage industries*. Cambridge: Woodhead Publishing, 485 s. ISBN 978-0-85709-413-1.

ARNDT E. A., COOKE P. H., CHONGCHAM S., FLORES R. A., LEE S. P., OMARY M. B., PRASOPSUNWATTANA N., TOMA A., YOKOYAMA W., 2009: Particle Size Effects on the Quality of Flour Tortillas Enriched with Whole Grain Waxy Barley. [online]. *Cereal Chemistry*. 86 (4): 439-451. [vid. 2017-01-24]. Dostupné z: [http://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&qid=4&SID=X1LnAyMYmorjtHBY2T9&page=2&doc=17](http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&qid=4&SID=X1LnAyMYmorjtHBY2T9&page=2&doc=17)

BAIK B.-K. a S. E. ULLRICH., 2008: Barley for food: Characteristics, improvement and renewed interest. *Jornal of Science*. 48: 233-242.

BAJČI P., BOJŇANSKÁ T., FRANČÁKOVÁ H., MUCHOVÁ Z., 2001: *Hodnotenie surovín a potravín rastlinného pôvodu*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. ISBN 80-7137-886-0.

BEKES F., GREENFIELD J. J. A., HALFORD N. G., ROSS-MURPHY S. B., SHEWRY P. R., TAMAS L., TATHAM A. S., 1998: Rheological properties of monomeric and polymeric forms of C hordein, a sulphur-poor prolamin of barley. *Journal of Cereal Science*. 27: 233–236.

BHATTY R. S. a A. W. MACGREGOR (ed.), 1993: *Barley: chemistry and technology*. St. Paul, Minn.: American Association of Cereal Chemists. ISBN 09-13250-80-5.

BJORCK I., BRIGHENTI F., LARSSON H., ÖSTMAN E., ROSSI E., 2006: Glucose and insulin responses in healthy men to barley bread with different levels of (1 → 3;1 → 4)-beta-glucans; predictions using fluidity measurements of in vitro enzyme digests. *Journal of Cereal Science*, 43: 230–235.

BJÖRCK I. M., HOLST J. J., KNUDSEN K. E., ÖSTMAN E. M., NILSSON A. C., 2010: A cereal-based evening meal rich in indigestible carbohydrates increases plasma butyrate the next morning. *J Nutr*. 140 (11): 1932-6.

BRTNÍKOVÁ H., 2003: *Nutriční složky obiliek bezpluchého ječmene s ohledem na jejich využití pro výrobu funkčních potravin*. Brno. Diplomová práce (nepubl., dep. knihovna Mendelovy univerzity v Brně). Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav pěstování a šlechtění rostlin. Vedoucí práce doc. Ing. Jaroslava Erhenbergerová, CSc.

BŘEZINOVÁ BELCREDI N., BĚLÁKOV S., EHRENBERGEROVÁ J., MACUCHOVÁ S., VACULOVÁ K., 2008: Alternativní uplatnění ječmene v potravinářství. s. 18-21. In: WINKLER J. a NEUDERT L., (ed.): *MZLU pěstitelům, sborník odborných příspěvků a sdělení, Žabčice, 12. června 2008*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 134 s. ISBN 978-80-7375-187-6.

ČÁSLAVKOVÁ P., BEDNÁŘOVÁ M., OŠŤÁDALOVÁ M., ŠTARHA P., BEDNÁŘ J., POKORNÁ J., TREMLOVÁ B., ŘEZAČOVÁ LUKÁŠKOVÁ Z., 2014: Colour change of bakery products influenced by used additions. *ACTA VET. BRNO*. [online]. University of Veterinary and Pharmaceutical Sciences. 83: 111-120. ISSN 00017213. [vid. 2017-01-24]. Dostupné z: [https://actavet.vfu.cz/media/pdf/avb\\_2014083100111.pdf](https://actavet.vfu.cz/media/pdf/avb_2014083100111.pdf)

DEMČÁK M. Jak správně vytvořit dotazník? [online]. [vypnto.cz](http://vypnto.cz), 2017 [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: <https://www.vypnto.cz/tipy/jak-spravne-sestavit->



dotazník/

DHINGRA S. a S. JOOD., 2002: Organoleptic and nutritional evaluation of wheat breads supplemented with soybean and barley flour. *Food Chemistry*. 77: 479-488.

DHINGRA S. a S. JOOD., 2004: Effect of flour blending on functional, baking and organoleptic characteristics of bread. *International Journal of Food Science and Technology*. 39: 213–222.

DOSTÁLOVÁ J. a P. KADLEC., 2014: *Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing. ISBN 978-80-7418-208-2.

ERKAN H., CELIK S., BILGI B., KOKSEL H., 2006: A new approach for the utilization of barley in food products: Barley tarhana. *Food Chemistry*, 97: 12–18.

FOGLIANO V., LUMAGA R. B., STANZIONE A., VITAGLIONE P., 2009: In: Beta-Glucan enriched bread reduces energy in take and modifies plasma ghrelin and peptide YY concentrations in the short term. *Appetite*. 53(3): 338-44.

GABROVSKÁ D. a P. TLASKAL., 2012: Zdravotní aspekty konzumace ječmene. In: SMRŽ F., 2012: *Renesance ječmene: publikace České technologické platformy pro potravinu*. Praha: Potravinářská komora České republiky. 31 s. ISBN 978-80-905096-0-3.

GABROVSKÁ D., HÁLOVÁ I., CHRPOVÁ D., OUHRABKOVÁ J., SLUKOVÁ M., VAVREINOVÁ S., FAMĚRA O., KOHOUT P., PÁNEK J., SKŘIVAN P., 2015: *Obiloviny v lidské výživě: stručné shrnutí poznatků se zvýšeným zaměřením na problematiku lepku*. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potravinu. 50 s. ISBN 978-80-87250-28-0.

GILL S., VASANTHAN T., OORAIKUL B., ROSS NAGEL B., 2002: Wheat bread quality as influenced by the substitution of waxy and regular barley flours in their native and extruded forms. *Journal of Cereal Science*. 36: 219–237.

HATCHER D. W., LAGASSE S., DEXTER J. E., ROSSN AGEL B., IZYDORCZYK M., 2005: Quality characteristics of yellow alkaline noodles enriched with hull-less barley flour. *Cereal Chemistry*, 82: 60–69.

HENRY C. J. K., RYAN L., THONDRE P. S., 2011: Barley  $\beta$ -glucan extracts as rich sources of polyphenols and antioxidants. *Food Chemistry*. 126: 72-77.

HENRY C. J., QUEK R. Y. C., SOONG Y. Y., 2015: Glycemic potency of muffins made with wheat, rice, corn, oat and barley flours: a comparative study between in vivo and in vitro. [online]. Singapore: Dr. Dietrich Steinkopff Verlag GmbH and Co. KG. *European Journal of Nutrition*. ISSN 14366207. [vid. 2017-03-30]. Dostupné z: <http://portal.nutrifood.co.id/nrc/wp-content/uploads/sites/23/2015/03/Glycemic-potency-of-muffins-made-with-wheat-rice-corn-oat-and-barley-flours-a-comparative-study-between-in-vivo-and-in-vitro.pdf>

HONCŮ I., KREJČÍŘOVÁ L., SLUKOVÁ M., PŘÍHODA J., 2012: Ječmen. In: SMRŽ F., 2012: *Renesance ječmene: publikace České technologické platformy pro potraviny*. Praha: Potravinářská komora České republiky. 31 s. ISBN 978-80-905096-0-3.

HOU G. a V. JIMENEZ, 2012: Development of Barley-Fortified Instant Noodles. In: *Proceedings Whole Grains Summit 2012* [online]. 53-54. [vid. 2017-03-22]. Dostupné z: <http://www.aaccnet.org/publications/plexus/cfwplexus/library/books/Documents/WholeGrainsSummit2012/CPLEX-2013-1001-26B.pdf>

HRUŠKOVÁ M., 2012: Ječmen a těstoviny. In: SMRŽ F., 2012: *Renesance ječmene: publikace České technologické platformy pro potraviny*. Praha: Potravinářská komora České republiky. 31 s. ISBN 978-80-905096-0-3.

Ječmen. *Odhad sklizně zemědělských plodin*. [online]. czso.cz, 10. 8. 2016 [vid. 20. 2. 2017]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/>. Path: úvod; statistiky; zemědělství; 10. 8. 2016

Ječné vločky. [online]. muslimamiru.cz, [cit. 2017-03-21]. Dostupné z: <http://www.muslimamiru.cz/muslimamiru/jecne-vlocky/>

KNOTOVÁ D., 2014: *Možnosti výroby cereálních výrobků z vybraných cereálií*. Brno. Diplomová práce (nepubl., dep. knihovna Mendelovy univerzity v Brně). Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav technologie potravin. Vedoucí práce Ing. Tomáš Gregor, Ph.D.

KOTARI S. L. a P. SHARMA., 2017: Barley: Impact of processing on physicochemical and thermal properties—A review. Jaipur: Taylor and Francis Inc. *Food Reviews*

International. 33: 359-381.

KUČEROVÁ J., 2015: *Technologie cereálií I – výroba chleba a pečiva*. [online]. [vid. 2017-03-02]. Dostupné z: [https://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/stranka.php?kod=4158](https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=4158)

KUČEROVÁ J., 2016: *Technologie cereálií*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 130 s. ISBN 80-7157-811-8.

KŮST F. a J. POTMĚŠILOVÁ., 2015: *Situační a výhledová zpráva obiloviny*. [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 111 s. [vid. 20. 2. 2017]. ISBN 978-80-7434-225-7. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/445783/SVZ\\_Obiloviny\\_12\\_2015.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/445783/SVZ_Obiloviny_12_2015.pdf)

KYRIACOU A., MITSOU E. K., PANOPOULOU N., SPILIOT I. S., TURUNEN K., 2010: Prebiotic potential of barley derived  $\beta$ -glucan at low intake levels: A randomised, double-blinded, placebo-controlled clinical study. *Food Research International*. 43: 1086–1092.

*Mlýnský průmysl v České republice 2014–2015*. [online]. svazmlynucr.cz, 27. 4. 2015. [cit. 2017-01-20]. Dostupné z: <http://www.svazmlynucr.cz/mlynsky-prumysl-v-ceske-republice-2014-2015/>

MONTALBANO A., TESORIERE L., DIANA P., BARRAJA P., CARBONE A., SPANÒ V., PARRINO B., ATTANZIO A., LIVREA M. A., CASCIOFERRO S., CIRRINCIONE G., 2016: Quality characteristics and in vitro digestibility study of barley flour enriched ditalini pasta. [online]. Palermo: Elsevier Ltd. *LWT – Food Science and Technology*. 72: 223-228. [vid. 2017-01-24]. Dostupné z: <https://www.scopus.com/>

MUSILOVÁ M., 2011: *Studium vybraných technologických vlastností ječmene*. Brno. Diplomová práce (nepubl., dep. knihovna Mendelovy univerzity v Brně). Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství. Vedoucí práce prof. Ing. Jaroslava Erhenbergerová, CSc.

NEWMAN R. K. a C. W. NEWMAN., 2008: *Barley for food and health: science, technology, and products*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons. 245 s. ISBN 978-0-470-10249-7.

PANČÍKOVÁ B., 2014: *Studium podmínek klíčení ječmene pro získání nutričně a technologicky významných látek*. Praha. Diplomová práce (nepubl., dep. knihovna Vysoká škola chemicko-technická v Praze). Vysoká škola chemicko-technická v Praze, fakulta potravinářské a biochemické technologie, ústav sacharidů a cereálií. Vedoucí práce Ing. Marcela Sluková, Ph.D.

PRUGAR J., 2008: *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV. 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.

PŘÍHODA J., SKŘIVAN P. a M. HRUŠKOVÁ., 2004: *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. [online]. 1 vyd. 2004. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 80-7080-530-7. [vid. 2017-03-18]. Dostupné z: [http://147.33.74.135/knihy/uid\\_isbn-80-7080-530-7/pages-img/182.html](http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-530-7/pages-img/182.html)

QI J. C., ZHANG G. P. a M. X. ZHOU., 2006: Protein and hordein content in barely seeds as affected by nitrogen level and their relationship to beta-amylase activity. *Journal of Cereal Science*. 43: 102–107.

*Renesance ječmene: 2015: publikace České technologické platformy pro potraviny*. [online]. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny, 2014. ISBN 978-80-88019-01-5. [vid. 2016-12-13]. Dostupné z: <http://ctpp.cz/data/files/Renesance%20jecmene%202015.pdf>

SERNA SALDÍVAR S. R. O., 2010: *Cereal grains: properties, processing, and nutritional attributes*. Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis. ISBN 978-1-4398-1560-1.

SLUKOVÁ M., 2012: Analýza surovin ječmene a výrobků. In: SMRŽ F., 2012: *Renesance ječmene: publikace České technologické platformy pro potraviny*. Praha: Potravinářská komora České republiky. 31 s. ISBN 978-80-905096-0-3.

SLUKOVÁ M., 2014: Application of barley in cereal technology. In: KOHJI H. (ed.), 2014: *Barley: Physical properties, genetic factors and environmental impacts on growth*. New York: Nova Science Publishers. ISBN 978-1-62948-907-0.

SURH Y. J., 2003: Cancer chemoprevention with dietar y phytochemicals. *Nature Reviews Cancer*. 3: 768–780.

Úřední věstník Evropské unie. [online]. eur-lex.europa.eu, 25. 5. 2012 [vid. 2017-03-02]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1489519321458&uri=CELEX:32012R0432>

VACULOVÁ K., 2016: Odrůdy ječmene, vyšlechtěné pro využití ve vývoji zdravých potravin – praktický výsledek geneticko-šlechtitelského výzkumu. In: *Obilnářské listy* [online]. Kroměříž: Zemědělský výzkumný ústav zemědělský. 24 (2): 31-33. ISSN 1212-138X. [cit. 2017-03-20]. Dostupné z: [http://www.vukrom.cz/obilnarske-listy/obsah/2-2016/obil\\_listy\\_2\\_2016](http://www.vukrom.cz/obilnarske-listy/obsah/2-2016/obil_listy_2_2016)

## 7 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Porovnání podílu semelku českých mlýnů .....	11
Obr. 2	Podélný a příčný řez zrna ječmene .....	16
Obr. 3	Mixogramy pšeničné a ječné mouky .....	26
Obr. 4	Objem chlebů s různým přídatkem ječné mouky .....	30
Obr. 5	Definice cereálií.....	39
Obr. 6	Suroviny výrobku .....	40
Obr. 7	Nákup cereálního ječného výrobku .....	41
Obr. 8	Přijatelnost nových druhů chlebů .....	41
Obr. 9	Používání ječných krup .....	42
Obr. 10	Příležitosti užití ječných krup .....	43
Obr. 11	Používání ječné mouky.....	44

## 8 SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Bilanční tabulka ječmene.....	12
Tab. 2	Složení ječného zrna.....	17
Tab. 3	Základní složení s bezpluchým ječmenem (g/ 100 g) .....	29
Tab. 4	Výsledky sensorického hodnocení chlebů .....	29
Tab. 5	Lívance – základní složení pro suchou směs jako polotovar (g /100 g).....	31
Tab. 6	Základní údaje respondentů.....	39
Tab. 7	Definice cereálií.....	39
Tab. 8	Suroviny výrobku .....	40
Tab. 9	Nákup cereálního ječného výrobku .....	40
Tab. 10	Přijatelnost nových druhů chlebů .....	41
Tab. 11	Používání ječných krup .....	42
Tab. 12	Příležitosti užití ječných krup .....	43
Tab. 13	Používání ječné mouky.....	44
Tab. 14	Zdraví prospěšné látky ječmene .....	45
Tab. 15	Využití ječmene .....	45
Tab. 16	Odhad sklizně zemědělských produktů – ječmen.....	58

## 9 SEZNAM ZKRATEK

FDA	–	Americký úřad pro kontrolu potravin a léčiv
GI	–	glykemický index
IDF	–	nerozpustná vláknina
LDL	–	low density lipoprotein cholesterol
PYY	–	protein YY
SDF	–	rozpustná vláknina potravy
SOD	–	superoxiddismutasa
TDF	–	celková vláknina potravy
ÚKZÚZ	–	Ústřední a kontrolní zkušební ústav zemědělský

## 10 PŘÍLOHY

### Příloha 1 – Dotazníkové šetření

Vážení respondenti,

chtěla bys vás požádat o vyplnění dotazníku, který využiji ke zpracování své bakalářské práce.

Předem vám děkuji.

Magdalena Šimková

1. Jste:

- žena
- muž

2. Jaký je váš věk?

- do 18 let
- 19–25 let
- 26–35 let
- 36–45 let
- 46–55 let
- nad 55 let

3. Víte, co jsou to cereálie?

- snídaňové směsi
- cereální pečivo
- obecně obiloviny
- součást potravin
- nevím

4. Čtete si jednotlivé suroviny výrobku uvedené ve složení?

- ano
- ne

5. Koupili jste si cereální ječný výrobek?

- ano
- ne
- pravidelně kupuji
- o žádném takovém výrobku jsem ani neslyšel/a



6. Zkoušíte rádi nové druhy chlebů (např. obohacené ječnou moukou)?

- ano
- ne
- nevím

7. Používáte při vaření ječné kroupy?

- ano
- ne
- nevím

8. Vyberte z nabízených možností, při jaké příležitosti využíváte ječné kroupy:

- zabijačka
- příprava tradičních jídel (např. kuba)
- příloha
- zavářka
- různě
- nevyužívám
- jiná odpověď

9. Používáte ječnou mouku při přípravě pokrmů?

- ano
- ne

10. Znáte některé zdraví prospěšné látky ječmene?

11. Znáte další využití ječmene v potravinářském průmyslu?

## Příloha 2 – Odhad sklizně zemědělských produktů k 15. 8. 2016 – ječmen

Tab. 13 Odhad sklizně zemědělských produktů – ječmen (Zdroj: <https://www.czso.cz/>)

Území Kraj  Region	Ječmen ozimý Winter barley			Ječmen jarní Spring barley			Ječmen celkem Barley, total		
	Plocha v hekta- rech Area (ha)	Výnos v t/ha Yield (t/ha)	Sklizeň v tunách Harvest (t)	Plocha v hekta- rech Area (ha)	Výnos v t/ha Yield (t/ha)	Sklizeň v tunách Harvest (t)	Plocha v hekta- rech Area (ha)	Výnos v t/ha Yield (t/ha)	Sklizeň v tunách Harvest (t)
<b>Česká republika</b>	<b>104 007</b>	<b>6,05</b>	<b>629 750</b>	<b>221 719</b>	<b>5,38</b>	<b>1 192 366</b>	<b>325 725</b>	<b>5,59</b>	<b>1 822 116</b>
Hl. m. Praha	101	6,90	697	1 596	6,03	9 623	1 697	6,08	10 320
Středočeský	21 480	6,13	131 762	43 232	5,60	241 966	64 712	5,78	373 728
Jihočeský	16 498	5,78	95 291	15 599	4,93	76 920	32 097	5,37	172 212
Plzeňský	16 782	5,93	99 575	10 160	5,03	51 081	26 942	5,59	150 655
Karlovarský	1 732	5,75	9 961	2 442	4,91	11 991	4 174	5,26	21 952
Ústecký	4 679	6,60	30 899	14 626	5,66	82 798	19 305	5,89	113 697
Liberecký	1 656	5,94	9 837	2 629	5,00	13 146	4 285	5,36	22 982
Královéhradecký	7 068	6,52	46 085	7 253	5,45	39 561	14 321	5,98	85 647
Pardubický	5 385	6,21	33 422	14 252	5,24	74 703	19 637	5,51	108 125
Vysočina	11 840	5,71	67 653	30 785	4,91	151 056	42 625	5,13	218 709
Jihomoravský	6 363	6,31	40 127	29 481	5,36	158 041	35 844	5,53	198 168
Olomoucký	2 799	6,43	18 010	30 899	5,79	178 850	33 698	5,84	196 860
Zlínský	2 954	6,31	18 652	7 066	5,78	40 826	10 020	5,94	59 478
Moravskoslezský	4 670	5,95	27 780	11 699	5,28	61 803	16 369	5,47	89 583