

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131-Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ječmen jako funkční potravina

Autor bakalářské práce: František Nerad

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Veronika Bártová, Ph.D.

České Budějovice 2015

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „Ječmen jako funkční potravina“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

.....
Datum

.....
Podpis studenta

Poděkování:

Děkuji vedoucí mé bakalářské práce Ing. Veronice Bártové, Ph.D. za vstřícný přístup, cenné rady a metodické vedení při vypracování bakalářské práce. V neposlední řadě bych rád poděkoval také své rodině za veškerou podporu během celého studia.

Abstrakt:

Cílem bakalářské práce je zhodnotit potenciál ječmene jako funkční potraviny a to vzhledem k obsahu rozličných biologicky aktivních látek s možným farmakologickým využitím. Úvodní část práce se zaměřuje na obecné informace týkající se ječmene a na jeho obecný význam a využití. Další část hodnotí potravinářský ječmen a šlechtění bezpluchých odrůd, které jsou pro výrobu funkčních potravin nejvhodnější. V práci jsou také uvedeny konkrétní příklady látek, které ječmen obsahuje a jejich zdravotně - preventivní účinky. Za velmi důležitou kapitolu lze z pohledu využití ječmene jako funkční potraviny považovat část o zeleném ječmeni. Závěrečná část práce je věnována definici funkční potraviny, která dosud není jednotná a konkrétním příkladům funkčních potravin v ječné výživě, pekařství, mlékárenství, gastronomii, masné výrobě, cereální výživě, nebo v kombinaci s těstovinami. V této rešerši byly použity informace získané z publikací českých i zahraničních autorů a snažil jsem se pečlivě obsáhnout celou problematiku týkající se tématu.

Klíčová slova: ječmen, funkční potraviny, bezpluché odrůdy, zdravotně – preventivní účinky, beta – glukany, zelený ječmen.

Abstract:

The aim of the bachelor thesis was evaluation of the barley potential as functional food with respect to contents of various biologically active matters with possible pharmacological effects. The introductory parts of the thesis were focused on general information about barley and its importance and utilization. The following part evaluated barley for food applications and breeding programs of glumeless barley that are very suitable for food production. The thesis also presented the concrete examples of barley functional matters and their health preventive effects. Very important chapter of the thesis from the point of view of barley utilization was the part about green barley. The concluding part of the thesis was devoted to definition of functional foods -up to now it has not been created unified definition of functional food. This chapter also showed concrete examples of functional food in barley nutrition, bakery, dairy, gastronomy, butchery, cereal nutrition or in combination with pasta. The information used thorough the thesis was obtained from publication of Czech as well as foreign authors and the carefully were described problems of the established theme.

Key words: barley, functional foods, hulless varieties, health – preventive effects, beta – glucans, green barley.

Obsah

<u>1.</u>	<u>Úvod</u>	8
<u>2.</u>	<u>Cíl práce</u>	9
<u>3.</u>	<u>Literární rešerše</u>	10
<u>3.1.</u>	Historie.....	10
<u>3.2.</u>	Botanická a biologická charakteristika.....	11
<u>3.3.</u>	Růst a vývoj ječmene.....	14
<u>3.4.</u>	Požadavky na prostředí.....	15
<u>3.5.</u>	Agrotechnika.....	16
<u>3.6.</u>	Odrůdy.....	16
<u>3.7.</u>	Současná situace ječmene v ČR.....	19
<u>3.8.</u>	Význam a využití.....	21
<u>3.9.</u>	Užitkové směry.....	21
<u>3.10.</u>	Funkční potraviny.....	23
<u>3.11.</u>	Chemické složení zrna.....	24
<u>3.12.</u>	Zdravotně – preventivní účinky látek z ječmene.....	27
<u>3.13.</u>	Zelený ječmen.....	29
<u>3.14.</u>	Účinné látky mladých rostlin ječmene.....	31
<u>3.15.</u>	Praktické využití ječmene při snižování nadváhy a obezity.....	34
<u>3.16.</u>	Ječná výživa.....	35
<u>3.17.</u>	Ječmen a těstoviny.....	37
<u>3.18.</u>	Využití ječmene v pekařství.....	38
<u>3.19.</u>	Ječmen pro mlékárenství, gastronomii a masnou výrobu.....	39
<u>3.20.</u>	Výrobky pro cereální výživu.....	41
<u>4.</u>	<u>Závěr</u>	42
<u>5.</u>	<u>Seznam literatury</u>	44

1. Úvod

Ječmen patří mezi nejstarší plodiny na světě a byl po dlouhou dobu významnou obilovinou využívanou k výživě lidí. Pěstování ječmene a jeho dějiny sahají až do počátků uvědomělého zemědělství, kde člověka společně s pšenicí provází jako druhá nejstarší obilnina.

V celosvětovém systému výroby obilnin má ječmen významné místo, protože se rozsahem pěstebních ploch řadí na čtvrté místo po rýži, pšenici a kukuřici (Vaculová, 1999). Je totiž velmi přizpůsobivou plodinou, která má nesmírně široký pěstební areál. Severní hranice rozšíření ječmene dosahuje 70° s.š. (tj. severozápadní Rusko a Norsko), jižní hranice sahá k 42° j.š. (Nový Zéland) (Psota, Ehrenbergerová, 2008). V Alpách jej nalezneme ve výšce 1600m, v Andách ve výšce 4200m, v Tibetu a Himalájích ve výšce 4700m. Ječmen vlastně určuje horizontální a vertikální hranici pěstování obilnin. Optimální podmínky pro růst však nachází právě ve střední Evropě.

Ječmen se využívá nejen ke sladovnickým účelům, ale například i z hlediska ječmenářského výzkumu a výživy lidí. Používá se také jako surovina k výrobě lihu, škrobu, detergentů, kosmetických a farmaceutických přípravků. Jeho využití má stále velký potenciál. Při skutečnosti, že se ve světě produkuje asi 136 milionů tun ječmene a že jde o čtvrtou nejrozšířenější cereálii, tak je 1,5 % používaného zrna na přímou spotřebu k výživě obyvatel planety málo.

Na území České republiky je z celkové produkce ječmene, která zahrnuje jak ječmen ozimý tak i jarní, využíváno asi 70 % k výrobě sladu a potravinářského průmyslu, 25 % ke krmení hospodářských zvířat a 5 % je využito jako osivo na následující rok. Většina ječmene pro potravinářskou produkci slouží jako surovina k výrobě sladu a následně piva.

Stále se zvyšující péče o zdraví vede ke zvýšenému zájmu o potraviny zdravé výživy, a proto potravinářský ječmen zažívá v současnosti renesanci. Stává se stále populárnější součástí našich jídelníčků a to zejména díky svým výživovým charakteristikám. Řadu nesporných důkazů o jeho významu pro zdravou lidskou výživu přinesly i nedávné vědecké výzkumy. S rostoucí osvětou, která je zaměřená na cereální výživu se zároveň zvyšuje i poptávka po potravinářském ječmeni. Ječmen se používá k výrobě tzv. funkčních potravin. Jedná se o potraviny, které podporují fyziologické funkce organismu. Jejich konzumací je možné předcházet vzniku civilizačních chorob. V současnosti je velmi populární například konzumace ječných chlebů, nebo ječného pečiva. Velmi oblíbená je také konzumace mladých zelených rostlin ječmene, které mají rovněž pozitivní vliv na lidský organismus.

Jestliže vezmeme v úvahu i další možnost uplatnění ječmene v medicíně, při výrobě různých farmakologických přípravků, tak můžeme o ječmeni mluvit jako obilnině budoucnosti.

2. Cíl práce

Cílem bakalářské práce je zhodnotit potenciál ječmene jako funkční potraviny a to vzhledem k obsahu rozličných biologicky aktivních látek s možným farmakologickým využitím.

3. Literární rešerše

3.1. Historie

Ječmen patří společně s pšenicí mezi nejstarší obilniny. Archeologické nálezy z různých vykopávek v Číně, Přední Asii, Arménii nebo Iráku dokazují jeho pěstování již před několika tisíciletími (Špaldon et al., 1986).

Historické studie a literární zdroje dokazují jeho pěstování již od 5. stol. př. n. l., ale jsou známy i mnohem starší zmínky, jako např. z Iráku ze 7. stol. př. n. l. a z Egypta z 8. stol. př. n. l. Podle vykopávek můžeme soudit, že oblastí původu ječmene je Asie, především oblast tzv. úrodného půlměsíce. Dodnes zatím není jasné, který ječmen se začal pěstovat dříve, jestli víceřadý, nebo dvouřadý (Zimolka et al., 2006).

(Špaldon et al., 1986) uvádějí, že nejstarší nálezy a zobrazení ukazují ječmen víceřadý. Ječmeny dvouřadé se objevují až později, po přechodu ze starověku do středověku.

Ječmen šestiřadý se pěstoval hojně již ve starověku. Známi jsou jeho nálezy obilek a klasů z města Eileythie, z pyramidy dashurské, nebo ze starých hrobů v Egyptě. Čtyřřadý ječmen je mnohem mladší než šestiřadý. Zdá se, že vznikl poměrně pozdě v kultuře někde v severozápadní Evropě. Dvouřadé ječmeny pocházejí pravděpodobně z ječmene ithaburského (*Hordeum spontaneum*), jenž roste v severovýchodní Africe, Malé Asii, od Palestiny až do Persie, Beludžistánu a Zakavkazí (Kavina, 1930).

V našich zemích je pěstování ječmene dokázáno mnoha archeologickými nálezy, v době asi 500 let př. n. l. V té době se ječmen pěstoval jako chlebovina (Zimolka et al., 2006).

K rozmachu pěstování ječmene přispělo to, že byl zaveden norfolkský osevňovací systém. Ten poskytoval ječmeni výbornou předplodinu – řepu. Příznivý vývoj ječmenářství u nás byl narušen světovými válkami. Především za druhé světové války zaznamenalo naše ječmenářství kvantitativní a kvalitativní pokles. Naše odrůdy postupně nahrazovaly německé, které ale neměly kvalitativní úroveň našich odrůd. Byly přerušeny i obchodní styky a vývoz ječmene do zahraničí byl minimální. V letech 1945-1955, tedy v prvním poválečném desetiletí, plochy ječmene opět dosáhly předválečného stavu. Prudký nárůst výnosů nastal v letech 1952-1955, kdy se zvyšovala agrotechnická úroveň, výživa a uplatňovaly se nové intenzivní odrůdy ječmene (Špaldon et al., 1986).

Po roce 1950 se u nás stala špičkovou odrůda jarního ječmene odrůda Valtický. Měla vysoký a stabilní výnos zrna a také špičkovou sladovnickou jakost. Díky těmto vlastnostem byla rozšířena ve všech pěstitelských oblastech a byla pěstována na 50 % ploch osévaných jarním ječmenem u nás. V tuto dobu u nás sehrálo důležitou roli ve šlechtění jarního ječmene mutační šlechtění. V roce 1965 byla zaregistrována odrůda Diamant, detekována jako pozitivní mutace po ozáření rentgenovými paprsky odrůdy Valtický (autor Josef Bouma). Genotyp se vyznačoval změněným vývojovým cyklem, vyšší intenzitou odnožování, zvýšeným počtem klasů na m² (o 200 – 300), zkráceným stéblem o 15 cm a vyšším výnosem zrna (o 12 %). V roce 1972 pokrývala odrůda Diamant 43 % z osevňovací plochy ječmene v ČR. V letech 1972 – 1990 bylo v Československu vyšlechtěno celkem 28 odrůd diamantového typu a do roku 1990 bylo uznáno celkem 114 odrůd, včetně zahraničních, které mají ve svém rodokmenu genotyp Diamant (Zimolka et al., 2006).

Hanácké krajové odrůdy jsou základem našeho úspěšného šlechtění ječmene a pro své šlechtitelské záměry je využil Emanuel Proskowetz (Prugar et al., 2008).

Poznání E. Proskowetze staršího odhalilo, že importované ječmeny nemohou nahradit domácí krajové ječmeny, proto přistoupil k výběrovému šlechtění hanáckých ječmenů. Výsledkem byla první domácí odrůda Kvasický hanácký, který se rozšířil do celé západní a severní Evropy. Známí šlechtitelé (Rimpau, Nolč, Dreger) ho využívali ke zlepšení tamnějších odrůd podle jejich šlechtitelských cílů (Zimolka et al., 2006).

Emanuel Proskowetz mladší zušlechťoval hanácké krajové odrůdy výběrem nejlepších rostlin a přesevem jejich potomstev – linií. První jeho odrůda byla Proskowetz Hanna pedigree, která měla mimořádné vlastnosti. Stala se základem dalších odrůd u nás ve Švédsku i Německu (Prugar et al., 2008).

3.2. Botanická a biologická charakteristika

3.2.1. Systematické zařazení ječmene

Tabulka č.1: Systematické zařazení ječmene (Internetový zdroj č. 1)

ŘÍŠE:	PLANTAE	ROSTLINY
ODDĚLENÍ:	MAGNOLIOPHYTA	ROSTLINY KRYTOSEMENNÉ
TRÍDA:	LIOPSIDA	ROSTLINY JEDNODĚLOŽNÉ
ŘÁD:	POALES	LIPNICOTVARE
ČELEĎ:	POACEAE	LIPNICOVITÉ
ROD:	HORDEUM	JEČMEN
DRUH:	HORDEUM VULGARE	JEČMEN SETÝ

3.2.2. Botanická systematika

Kulturní odrůdy ječmene se řadí pouze do jediného diploidního druhu ($n = 14$) ječmen setý (*Hordeum vulgare*), který se dále člení na convariety. Ječmen setý, víceřadý (*H. vulgare convar. vulgare*) se rozlišuje na 2 typy – šestiřadý (hexastichon) a čtyřřadý (tetrastichon) (Zimolka et al, 2006). Dělíme je podle hustoty klasu a postavení středního zrna k vřetenu klasu (Špaldon et al., 1982). Ječmen setý, dvouřadý (*H. vulgare convar. distichum*) se vyskytuje v několika důležitých varietách (Zimolka et al, 2006). Variety rozdělujeme podle délky článků klasového vřetena (Špaldon et al., 1982). Patří mezi ně ječmen nící (*H. nutans*), ječmen vzpřímený (*H. erectum*), ječmen paví (*H. zeocrithon – syn. Breve*), ječmen nahý (*H. nudum*), ječmen setý, různotvarý, labilní (*H.vulgare convar. labile*) (Zimolka et al, 2006).

Ječmen šestiřadý (*H.hexastichum*) má klásky rozloženy na sedle klasového vřetene, do tvaru šesticípé hvězdice. Klas je nejčastěji žlutě zbarvený, krátký, hustý, vzpřímený, krátce osinatý, nebo bezosinný (Striegl, Žídková, 1993). Je odolný proti polehávání a pěstuje se jen jako krmný ječmen, nejvíce na jihu Evropy (Sobotka, Jelínková – Paroulková et al., 1958).

Ječmen čtyřřadý (*H. tetrastichum*) vytváří dojem dvouřadého ječmene, neboť zrna střední řady jsou přitisklá ke klasovému vřetenu (Špaldon et al., 1982). Má řidší klas, který je žlutě zbarvený a delší. V době kdy dozrává je skloněný (Striegl, Žídková, 1993). Má velký význam pro odplevelování polí, jelikož dozrává dříve než

naše hlavní plevele. Zrna jsou velmi bohatá na bílkoviny a jeho využití slouží především pro krmné účely (Sobotka, Jelínková – Paroulková et al., 1958).

Ječmen dvouřadý (*H. distichum*) zahrnuje formy sladovnického ječmene i krmného ječmene a má proto největší význam (Špaldon et al., 1982).

Ječmen níci (*H. nutans*) je nejčastější varieta ječmene dvouřadého (*H. distichum*) jak uvádějí (Striegl, Žídková, 1993). Patří sem většina evropských a hlavně sladovnických ječmenů (Špaldon et al., 1982). Klasy v plné zralosti háčkují. Zrno je výborné pro sladovnické účely, protože je velmi moučnaté.

Ječmen vzpřímený (*H. erectum*) má klas do plné zralosti vzpřímený, který je také kratší a hustý (Zimolka et al., 2006). Na našem území se tento ječmen nepěstuje, snad jen ojediněle.

Ječmen paví (*H. zeocrithon* – syn. *Breve*) má zrna, které mají silnou pluchu a nehodí se ke skladování. Jeho klas se vyznačuje tím, že je dole široký a ke špičce se zužuje. Pěstuje se jen ojediněle jako krmný ječmen na území Itálie nebo Španělska.

Ječmen nahý (*H. nudum*) je tak nazýván proto, že obilka nesrůstá s pluchou a pluškou. Jeho obilky mají dlouhé posklizňové dozrávání (Sobotka, Jelínková – Paroulková et al., 1958) a jsou charakteristické vysokou krmnou hodnotou a nízkým obsahem vlákniny. V poslední době se také využívají i v cereální výživě (Zimolka et al., 2006).

Ječmen setý, různotvarý, labilní (*H.v. convar. labile*) má pevné, tuhé vřeteno (Sobotka, Jelínková – Paroulková et al., 1958) a jsou u něho vyvinuty nestejně počty plodných klásků (1 – 3) (Zimolka., et al 2006).

3.2.3. Morfologický popis a anatomická stavba

Kořenovou soustavou rostliny přijímají z půdy živiny, vodu a vzduch. Kořenový systém zakořeňuje mělce při povrchu půdy asi do hloubky 25 – 45 cm. Hloubku zakořenění ovlivňují podmínky prostředí, půdní reakce, fyzikální a chemické vlastnosti, povětrnostní podmínky, délka vegetační doby, zásoby živin nebo odrůda. Nejlépe rostou kořeny při teplotě od 14 – 18 °C. Vyšší koncentrace oxidu uhličitého a vyšší kyselost půdy negativně ovlivňují růst kořenů i následných rostlin. Obvykle mají rostliny nejvíce kořenů v době sloupkování až metání. Část jich později odumírá (Striegl, Žídková, 1993). Ječmen má dva typy kořenů. Prvním typem jsou kořeny zárodečné (prvotní), které vyrůstají z kolénka klíčku nejčastěji v počtu 5 – 8 a velmi brzo odumírají (Sobotka, Jelínková – Paroulková et al., 1958). Zárodečné kořínky se podílejí na zásobení vláhou v období déle trvajících sucha, protože se dostávají až do hloubky 140cm (Zimolka et al, 2006). Druhým typem jsou kořeny vyrůstající z korunky rostliny hned pod povrchem půdy a nazývají se druhotné.

Stéblo se skládá z 5 – 8 hladkých článků (internodií) a je duté. Články mezi sebou propojují kolénka, při nichž vyrůstají listy. Články jsou nejkratší ve spodní části a směrem ke klasu dochází k jejich prodloužení. Kolénka jsou o něco širší než stéblo. Jeho tloušťka je asi od 2 do 6 mm. Hlavní stéblo je dlouhé 50 až 130 cm. Počet stébel ovlivňují různí činitelé a pohybuje se od 2 do 6 stébel (Sobotka, Jelínková – Paroulková et al., 1958).

Listovým povrchem se uskutečňuje látková výměna plynů mezi vzduchem a rostlinou (Striegl, Žídková, 1993). List vyrůstá postupně u každého kolénka střídavě na opačné straně stébla. Je tvořen listovou pochvou, listovou čepelí, jazýčkem a oušky (Sobotka, Jelínková – Paroulková et al., 1958). Jazýček zabraňuje vnikání vody do listové pochvy (Striegl, Žídková, 1993) a také podle něj a oušek se ječmen velice snadno odliší od ostatních obilovin ještě před vytvořením laty či klasu.

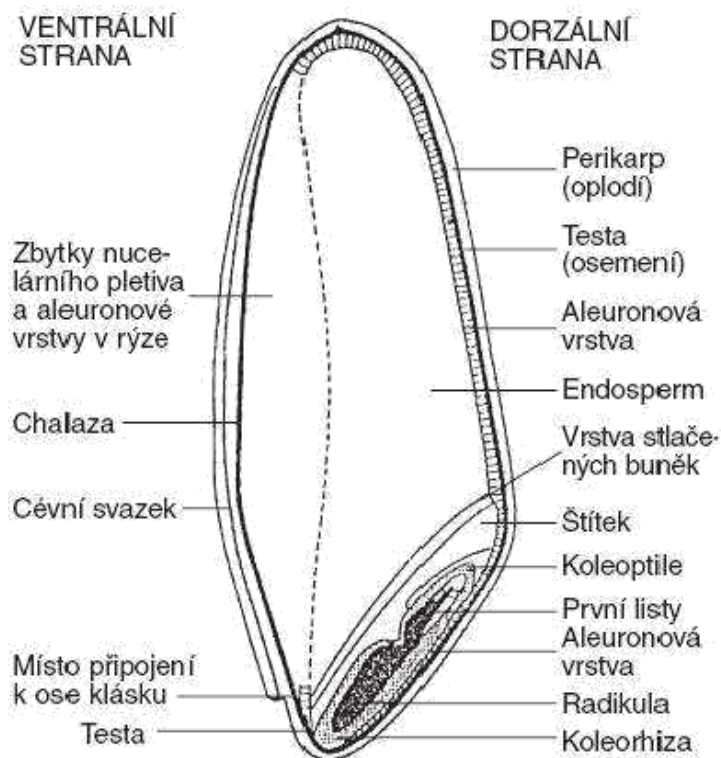
Důležitý je i zdravotní stav listů, kvůli odolnosti proti listovým chorobám a škůdcům (Zimolka et al, 2006).

Klas je složen z klásků, které jsou umístěny na článcích klasového větene. Podle jejich plodnosti a rozložení na článku klasového větene, pak rozlišujeme, zda se jedná o ječmen víceřadý nebo dvouřadý (Striegl, Žídková, 1993). Na každý článek klasového větene jsou připojeny 3 klásky (Sobotka, Jelínková – Paroulková et al., 1958).

Kvítek je složen jednovaječným semeníkem, prašníky a třemi tyčinkami. Semeník se po opylení přeměňuje v plod (Striegl, Žídková, 1993).

Obilka je velmi složitý rostlinný orgán. Obsahuje celou řadu pletiv, které mají odlišné vlastnosti. Pletiva se skládají z mezibuněčných prostor a buněk (Psota, Vejražka, 2006). Má oba konce zašpičatělé. Je podlouhlá a má vejčitý tvar (Dudáš, 2002). Obilka je jednosemenný plod. Po jejím vytvoření kvítkové orgány (plucha a pluška) buď s obilkou srůstají (pluchaté obilky) a nebo jí pouze obalují (obilka se po výmlatu uvolňuje a zůstává nahá) (Striegl, Žídková, 1993). Plucha společně s pluškou poskytuje obilce ochranu před vnějšími vlivy. Dále se také využívá filtračních vlastností pluch, které tvoří značný podíl mláta při vaření piva. Obilky ječmenů pěstovaných na našem území jsou obvykle barvy světle žluté. Mohou být ale i modročerné až fialové nebo také hnědé a oranžové (Zimolka et al, 2006). Každá samostatná obilka se skládá ze tří hlavních částí obalové vrstvy (oplodí a osemení), jádra (endosperm) a klíčku (Striegl, Žídková, 1993). Endosperm tvoří hlavní část zrna (Zimolka et al., 2006). Jeho hmotnost tvoří asi 84 – 86 % celého zrna (Košar, Procházka, 2000). Je tvořen tenkostěnnými buňkami, které obsahují převážně zásobní škrob, na jehož poměru k ostatním složkám endospermu (především dusíkatým látkám) závisí sklovitost či moučnatost. Vyšší obsah škrobu svědčí o moučnatém charakteru endospermu (Zimolka et al, 2006). Obalové vrstvy pokrývají celou obilku a poskytují jí ochranu před vnějším poškozením (Striegl, Žídková, 1993). Poškozením se myslí mikrobiální napadení, vysychání a mechanické poškození. Jsou také ale důležitým regulátorem klíčení, protože ovlivňují přístup kyslíku k zárodku (Dudáš, 2002). Klíček tvoří nejmenší část z celé obilky, avšak pro reprodukci rostlin je to část nejdůležitější. Jsou v něm uloženy základy budoucí rostliny. Mezi ty úplně nejdůležitější patří zárodečné kořínky a vzrostný vrchol (Striegl, Žídková, 1993). Jeho obsah je také tvořen mnoha účinnými látkami jako jsou vitamíny, bílkoviny, enzymy nebo cukry (Pelikán et al., 2002).

Obrázek č.1: Podélný řez zralou obilkou (Košář, Procházka, 2000)



3.3. Růst a vývoj ječmene

Během životního cyklu obilnin (ontogeneze) rozlišujeme následující základní období. Dochází k přechodu z období vegetativního (klíčení, vzcházení, odnožování) do období generativního (sloupkování, metání, tvorba zrna, zrání). Během růstu a vývoje hrají velmi důležitou roli vegetační a vnější faktory (Zimolka et al, 2006).

Růst a vývin začíná klíčením zrna. Ke klíčení je potřeba dostatek vody, tepla a kyslíku. Nedostatek vody, ale i její přebytek může klíčení zpomalovat a stejně takový účinek má i chlad (Špaldon et al., 1982). Důležitá podmínka pro úspěšné klíčení je i hloubka setí kvůli dostatku nebo nedostatku vláhy (Striegl, Žídková, 1993). Při teplotě 1 – 3 °C klíčení začíná a zrychluje se až do teplotního optima 20 – 25 °C. Primární zárodečný kořínek proráží obaly zrna jako první (Špaldon et al., 1982).

Odnožování je velmi důležitou fází. V této fázi vývoje se formuje počet klasů na jednotku plochy a rozhoduje se tak o zahuštění porostu (Striegl, Žídková, 1993). V příznivých podmínkách začíná odnožování přibližně za 2 – 3 týdny po vzejití. Stejně jako u jiných obilnin ovlivňují odnožování vnější faktory (obsah přístupných živin v půdě, zásoba půdní vody, odrůda, termín a hustota setí). Nejvyšší výnosy poskytují ty odrůdy, které odnožují rovnoměrně a mají vyrovnaná zrna s vysokou hmotností (Špaldon et al., 1982).

Sloupkování nejlépe probíhá při teplotách od 12 – 16 °C a celé období trvá průměrně 30 - 40 dnů. V tomto období je růst rostliny největší a rostlina musí být dostatečně zásobená vláhou a živinami (Striegl, Žídková, 1993). Během sloupkování se od sebe stéblová kolénka oddalují a dochází k tvorbě stéblových internoid. Současně se oddalují i kolénka klasových větének. Výkonnější odrůdy jsou ke konci sloupkování velmi citlivé na nedostatek živin a vody. Nedostatek těchto faktorů zpomaluje růst a snižuje počet zrn v klase (Špaldon et al., 1982).

Po dokončení diferenciaci všech součástí květenství zduří listová pochva posledního listu, praskne a květenství jí opustí – dochází k metání rostliny. Nejprve metá hlavní stéblo a následně i jednotlivé odnože. Optimální teploty při metání se pohybují od 16 – 20 °C (Striegl, Žídková, 1993).

Nejvíce intenzivní kvetení je v době od 7. do 9. hodiny, pak odpoledne mezi 13. a 15. hodinou. Nejprve nejsou na semeníku vidět žádné změny, později se prodlužuje a postupně se vytváří endosperm. Dusíkaté látky proudí do zrna většinou na počátku tvorby, později ale převažují asimiláty (bezdušíkaté látky). Tvorbu zrna a dozrávání pozitivně ovlivňuje dostatek vody, světla a tepla. Dozrávání, které je urychlené snižuje výnosy a narušuje poměr mezi obsahem cukrů a dusíkatých látek (Špaldon et al., 1982).

3.4. Požadavky na prostředí

Ječmen je plodina, která se dobře přizpůsobuje nejrůznějším podmínkám. Nachází uplatnění na lepších i horších půdách (Striegl, Žídková, 1993). Jeho růst a vývin ovlivňují faktory prostředí. Ovlivněn je hlavně výnos zrna a slámy. Rozhodující vliv z faktorů prostředí mají klima a půda. Klimatických podmínek můžeme využívat, ale celkově je dokážeme ovlivnit jen velmi málo. Nepříznivé vlivy může částečně odstraňovat moderní agrotechnika a hnojení.

3.4.1. Teplota

Především teplota určuje geografickou oblast pěstování ječmene. Ječmen je na teplotu poměrně nenáročný. Vegetační termická konstanta je 1700 – 2200 °C. Klíčení začíná již při teplotě 1 °C, teplota pro vcházení a zakořeňování je vyšší. Ke kvetení potřebuje teplotu 16,3 °C a při dozrávání 18 °C (Špaldon et al., 1982). Snese i teploty až do -12 °C (Kubinec, Kováč, 1999).

3.4.2. Voda

Stále více limitujícím prvkem výnosu se v posledních letech stává voda (Černý et al., 2007). Na vodu je ječmen méně náročný než ostatní obilniny mírného pásma. Jeho transpirační koeficient je 676 – 258, průměrně 300 – 350. Roční úhrn vodních srážek se na našich ječmenářských oblastech pohybuje od 450 do 650 mm. Výhodou jsou méně vydatné deště v březnu a dubnu. Ječmen může v tomto období dobře klíčit, vcházet a odnožovat. Rozhodující srážky přichází během května a června v období sloupkování a metání. Ječmen mohou poškodit prudké deště, které zapříčiňují silné poléhání porostu a narušují půdní strukturu. Za vedra a sucha ječmen dozrává nouzově. Nadměrné množství srážek během dozrávání je též na škodu, protože se snižuje sladovnická hodnota zrna (Špaldon et al., 1982).

3.4.3. Půda

Na půdu je náročnější než jiné obilniny, protože má slabou kořenovou soustavu a krátkou vegetační dobu. Z tohoto důvodu vyžaduje relativně nejkvalitnější půdy (Kubinec, Kováč, 1999). Nejvhodnější půdy, na kterých může dosáhnout

maximálních výnosů jsou hlubší černozemě a hnědozemě s dostatkem jílu. Jíl dokáže zadržovat vodu a podporovat vzlínání za sucha. Při pěstování na lehkých půdách nemůžeme počítat s vysokými výnosy. Na těchto půdách navíc hrozí riziko vysokého obsahu N – látek v zrně díky podeschnutí před sklizní (Černý et al., 2007). Na kyselých půdách ječmen výrazně snižuje své výnosy (Striegl, Žídková, 1993) a kyselé prostředí má negativní vliv na jeho růst a na sladovnickou hodnotu. Také potlačuje tvorbu kořenového systému a snižuje účinnost živin (Kubinec, Kováč, 1999).

3.4.4. Světlo

Světlo pozitivně ovlivňuje odnožování a je nezbytným předpokladem k asimilaci. Světlo a přístup vzduchu zabraňuje výskytu některých chorob, například padlí. Když ječmen nemá dostatek světla, tak tvoří delší, ale slabší etiolizované články stébel a ječmen brzy poléhá. Je to rostlina dlouhého světelného dne, proto ječmeny zaseté časně poskytují vyšší výnosy, než ječmeny zaseté pozdě (Špaldon et al., 1982).

3.5. Agrotechnika

Jedním z rozhodujících činitelů z hlediska výnosové stability, tvorby výnosů a technologické kvality je předplodina. Nejvyšší jakost a výnos jsou dosahovány po organicky hnojených okopaninách ve všech výrobních typech České a Slovenské republiky. Pro jarní ječmen je lépe vyhovující sled pšenice – ječmen, než ječmen – ječmen. Organické hnojení je důležitým intenzifikačním faktorem, a to především zelené hnojení v kombinaci se slámou.

Kvalitní podzimní orba za příznivých vlhkostních poměrů půdy je základem při pěstování ječmene. Jeden z dalších důležitých faktorů je rané setí. Výnos klesá v našich podmínkách každým opožděným dnem setí průběžně o 30 až 50 kg.ha⁻¹. Hloubka setí se určuje podle druhu půdy, vlhkosti, doby setí a pohybuje se od 3 do 5 cm. Od 3,5 mil. klíčivých zrn na hektar se pohybuje optimální výsevek. Po zasetí se zvyšuje půdní kapilarita a rovnoměrné rychlé vzcházení uválením hladkými nebo rýhovanými válci (Košář, Procházka et al., 2000).

3.6. Odrůdy

Základním výnosným prvkem kvality, podobně jako u dalších druhů hospodářsky využívaných plodin, jsou odrůdy. V našich podmínkách se výběr zaměřuje především na odrůdy, které poskytují kvalitní surovinu pro výrobu sladu. V ČR se každým rokem vydává Seznam doporučených odrůd. Seznam má usnadnit orientaci v širokém sortimentu odrůd a poskytnout objektivní informace o nich (Prugar et al., 2008).

V oblastech, které jsou pro pěstování ječmene vhodné se často setkáváme s různými růstovými i přírodními podmínkami. Proto je velmi důležité znát hospodářské vlastnosti a biologické požadavky jednotlivých odrůd. Z těchto znalostí je pak třeba vycházet při volbě dané odrůdy (Striegl, Žídková, 1993).

Ozimé odrůdy na území ČR poskytují vyšší výnos o 10 – 15 %, než odrůdy jarní. Šlechtí se odrůdy typu linie a mezi nejčastěji používané metody šlechtění patří: selekce (individuální či hromadný výběr), křížení (kombinační, zpětné), metoda rodokmenová (pedigree), směšovací, jednozrnková a nebo kombinace těchto metod. K nejnovějším postupům patří také transgenóze, tvorba transgenních, geneticky modifikovaných odrůd.

Výnosné odrůdy by neměly mít stéblo kratší než 60 cm, rostliny by měly mít 2 až 3 produktivní odnože, v klasu 18 - 22 obilek, HTZ 42 – 46 gramů, vegetační dobu 95 – 105 dní, vzpřímený horní praporcovitý list a odolnost proti nejrozšířenějším chorobám a škůdcům (Prugar et al., 2008).

Novinkou pro rok 2015 jsou sladovnické odrůdy *Laudis 550* a *Petrus*. *Petrus* je z hrubčického šlechtění a má velmi vysoký výnos předního zrna. Odrůdy *Malz* a *Bojos* jsou nejvýznamnější a nejpěstovanější pro výrobu českého piva v roce 2015. Mezi další sladovnické odrůdy patří např. *Kango* nebo *Blaník*. Pro krmné účely se využívá oblíbená nesladovnická odrůda *Azit*, která má vysoký výnos. Dále sem patří nestárnoucí hvězda krmných ječmenů, odrůda *Heris*. Novinkou pro krmné účely v roce 2015 je odrůda *Gladys* (internetový zdroj č.2).

3.6.1. Bezpluchý ječmen

Výzkum bezpluchých forem dosáhl největšího rozmachu až v posledních 20 – 25 letech. Z této doby také pochází nejvíce experimentálních, klinicky potvrzených poznatků o významu ječmene jako potravinu ve zdravé výživě lidí i pro prevenci mnohých civilizačních chorob (Granfeldt et al., 2000).

Porosty bezpluchého a pluchatého ječmene se na první pohled neliší. Rozdíly jsou zřejmé až ve zralosti, kdy se geneticky podmíněná bezpluchost projevuje tím, že obaly zrna (plucha a pluška) nesrůstají s obilkou. Obilka se z nich při sklizni uvolňuje a je tedy nahá (Vaculová, 2006).

Kořenová soustava, listy, stéblo i květenství jsou u bezpluchého ječmene stejné a vyznačují se podobnou variabilitou jako u ječmene s pluchatými obilkami (Vaculová, 2003). (Choo et al., 2001) uvádějí, že byly při studiu genetických zdrojů ječmene s bezpluchým zrnem zjištěny určité zákonitosti, které jsou charakteristické pro tento typ. Je uvedeno, že bezpluchý ječmen má až o 17 % menší počet produktivních odnoží, o 15 - 19 % nižší hmotnost zrna a o 11 – 18 % kratší, měkčí a poléhavé stéblo. Jak uvádějí (Lekeš, Vaculová, 1981) může být poléhavé stéblo i 11 – 18 % delší.

Novější výsledky studií ale ukazují, že některé z uváděných zvláštností nebo nedostatků vyplývají spíše z neprošlechtěnosti bezpluchých odrůd. U nových registrovaných odrůd se daří tyto nedostatky nebo zvláštnosti postupně překonávat (Rosnagel, 2000).

Skutečnost, že odrůda má bezpluché zrno ještě nepředstavuje záruku, že je vhodná pro potravinářské zpracování, nebo že její zrno obsahuje požadované nutriety. Využití obilky v její celozrnné podobě přináší ale i v případě průměrného obsahu živin řadu výhod oproti obroušenému zrně. Především se jedná o příjem živin a látek obsažených v obalových vrstvách (oplodí, osemení), aleuronové vrstvě a subaleuronu a v ječném klíčku. Nachází se zde kromě vlákniny i většina minerálních látek, vitamíny, antioxidanty, alkylresorcinoly, enzymy, polyfenolické látky, kyselina fytová, steroly, fytoestrogeny a další bioaktivní látky.

Šlechtění odrůd bezpluchého ječmene vyvíjí potravinářské odrůdy s geneticky podmíněným rozdílným zastoupením dvou hlavních polysacharidů škrobu – amylozy a amylopektinu (tzv. *waxy* odrůdy s podílem amylozy sníženým na úroveň 0 – 10 % a ekvivalentně zvýšeným podílem amylopektinu) a zvýšeným obsahem beta - glukánů.

Využití bezpluchého ječmene ve své podstatě představuje nejjednodušší způsob, jak spojit nutriční přednosti ječmene s výhodami, které poskytuje strava na bázi celozrnných cereálií (Vaculová, 2014).

3.6.2. Šlechtění odrůd ječmene s bezpluchým zrnem

Zvýšený zájem spotřebitelů o využívání nutričních a zdravotně preventivních vlastností ječného zrna ve výživě lidí se v posledních letech projevilo i v rozšíření činností mnoha šlechtitelských firem, které se věnují tvorbě odrůd ječmene s bezpluchým typem zrna.

Sortiment povolených odrůd ječmene s bezpluchým zrnem je poměrně rozsáhlý na území Severní Ameriky. Počet bezpluchých odrůd, které mohou zemědělci pěstovat v Evropě ale zatím tak široký není. Na internetu a v různých literárních odkazech se podařilo dohledat následující odrůdy: Mona, Pastello (registrace: Německo, Rakousko, Slovensko), Taiga (pouze Švýcarsko), Lawina (Německo), 6 – řadá odrůda Rondo (Itálie). V Lotyšsku je v předregistračních zkouškách testována odrůda Kornelija.

Na území České republiky jsou v současnosti registrovány dvě odrůdy ječmene jarního s bezpluchým zrnem. Obě jsou vyšlechtěné ve společnosti Agrotest fyto v Kroměříži. První z nich byla registrována již v roce 2009 a nazývá se AF Lucius. Tato odrůda slouží spíše farmářům, kteří hospodaří v podmínkách ekologického zemědělství. Jedná se o ječmen s univerzální kvalitou zrna, který je vhodný pro potravinářské i krmné využití. Má vysoký obsah škrobu a dobrou objemovou hmotnost, vysokou extraktivnost, průměrnou odolnost proti houbovým chorobám, mírně zvýšený obsah bílkovin a průměrný obsah beta – glukanů. Novinkou, která byla navržena k registraci v roce 2014, je odrůda bezpluchého ječmene zkoušená ve státních registračních pokusech pod označením KM 2084 a nese název AF Cesar. Tato odrůda je prvním bezpluchým ječmenem se specifickou kvalitou zrna pro potravinářské využití. Vyznačuje se vysokým obsahem požadovaných beta – glukanů (v průměru 6,8 % v sušině zrna), čímž se významně odlišuje od první české bezpluché odrůdy AF Lucius (5,4 % beta - glukanů). Návrh na registraci této odrůdy byl schválen až v letošním roce, proto se její rozšíření dá očekávat teprve v následujících letech. Odrůda je určena jak pro podmínky ekologického, tak i konvenčního zemědělství.

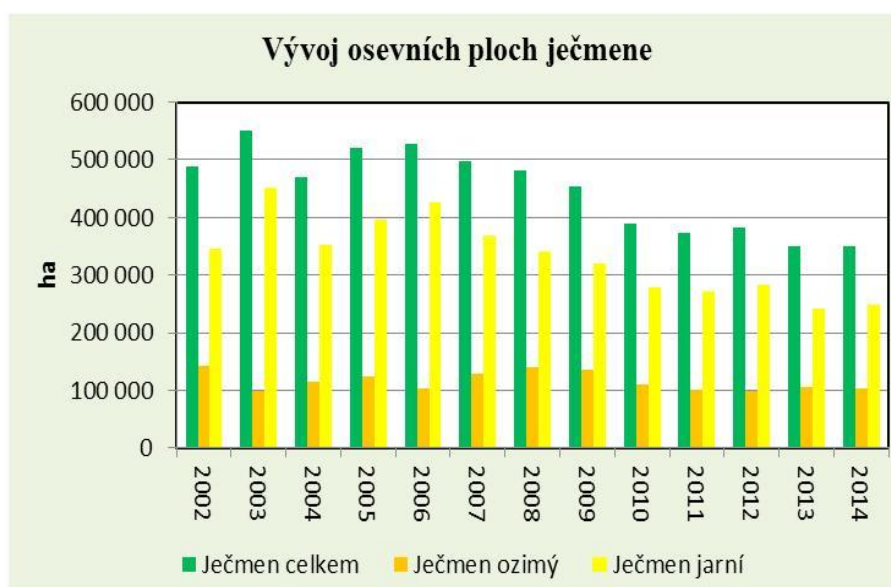
Vývoj a studium nových genetických zdrojů pro šlechtění odrůd bezpluchého ječmene určených pro výživu lidí stále pokračuje. Objevují se tak nové informace o dalších bioaktivních, nutričně významných látkách a pracovníci z oblasti výzkumu a šlechtění se snaží vytvářet nové odrůdy, které by tyto zdravotně blahodárné účinky zprostředkovaly výrobcům a zájemcům o potravinářské zpracování ječmene. Protože bez vhodné a dostupné suroviny nebude nikdy možné všechny výjimečné vlastnosti této obilniny plně využívat (Vaculová, 2014).

3.7. Současná situace ječmene v ČR

Odhad celkové sklizně ječmene dle ČSÚ k 15. 9. 2014 je na úrovni 1 975,4 tis. tun. Z celkového sklizeného množství je 589,3 tis. tun (tj. 29,8 %) ječmene ozimého a 1 386,1 tis. tun (tj. 70,2 %) ječmene jarního.

Podle soupisu ploch osevů dosáhla celková osevní plocha ječmene pro rok 2014 výměry 350,5 tis. ha.

Graf č. 1: Vývoj osevních ploch ječmene (MZe, 2014)



Průměrný hektarový výnos ječmene ve sklizňovém roce 2014 dosáhl podle odhadu ČSÚ hodnoty 5,64 t/ha, přičemž u ječmene ozimého činil 5,73 t/ha a u jarního 5,60 t/ha. Oba ječmeny potvrdily svoji možnost vysokých výnosů a dosáhly v roce 2014 na rekordní výnosovou úroveň. Na zvýšení hektarového výnosu u obou ječmenů mělo vliv především počasí, které ovlivnilo termín brzkého výsevu. Po zasetí následoval měsíc květen 2014 s dostatkem srážek a chladných dnů, kdy rostliny dostatečně odnožily, což mělo rozhodující vliv na výnos (MZe, 2014).

Tabulka č. 2: Bilanční tabulka ječmene (MZe, 2014)

Ukazatel	Jedn.	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015
Osevní plocha	tis. ha	372,80	382,30	349,00	350,50
Výnos	t/ha	4,87	4,23	4,57	5,64
Výroba	tis. t	1 813,70	1 616,50	1 593,80	1 975,40
Počáteční zásoby	tis. t	411,50	303,30	194,90	160,10
Dovoz celkem	tis. t	39,40	35,50	36,90	36,00
Celková nabídka	tis. t	2 264,60	1 955,30	1 825,60	2 171,50
Domácí spotřeba					
celkem	tis. t	1 625,00	1 500,00	1 450,00	1 425,00
z toho – potraviny	tis. t	780,00	700,00	700,00	700,00
– osiva	tis. t	90,00	95,00	105,00	110,00
– krmiva	tis. t	750,00	700,00	640,00	610,00
– techn. užití	tis. t	5,00	5,00	5,00	5,00
Vývoz celkem	tis. t	336,30	260,40	215,50	275,00
Intervenční nákup	tis. t	0,00	0,00	0,00	0,00
Prodej intervenčních zásob	tis. t	0,00	0,00	0,00	0,00
Zůstatek intervenčních zásob	tis. t	0,00	0,00	0,00	0,00
Celkové užití	tis. t	1 961,30	1 760,40	1 665,50	1 700,00
Konečné zásoby	tis. t	303,30	194,90	160,10	471,50
Konečné zásoby /celkové užití	%	15,46	11,07	9,61	27,74
Konečné zásoby /domácí spotřeba	%	18,66	12,99	11,04	33,09

3.8. Význam a využití

Ječmen má mnohostranné hospodářské využití a je druhou nejrozšířenější plodinou (Polák, Váňová, Onderka, 1998). Přináší české rostlinné výrobě hned po pšenici největší hrubé tržby a předstihuje řepku (Černý et al., 2007). Roli ječmene v našem hospodářství ale už nemůžeme chápat jen z hlediska jeho sladovnického uplatnění (Zimolka et al., 2006).

Hospodářský význam spočívá v tom, že jeho zrno zabezpečuje surovinu pro sladařský a krmivářský průmysl (Šroller et al., 1997).

Používá se i v potravinářství k výrobě sladu, piva, krup, krupice, mouky, ječné mouky, vloček, müsli, a kávových náhražek (Prugar et al., 2008). Důležitý je i význam pro zdravou lidskou výživu, především hypocholesterolemický účinek ječmene. Zde hraje důležitou roli obsah beta – glukanů, podíl vlákniny a obsah antioxidantů (Zimolka et al., 2006).

Dále se ječmen využívá i ke krmným účelům, především ke krmení drůbeže a prasat, kde se podílí na dobré jakosti masa (Šroller et al., 1997). Perspektivu má také jako zdroj obnovitelné energie pro výrobu bioethanolu v rámci tzv. lihobenzínového programu (Psota, Ehrenbergerová, 2008).

Rovněž se také využívá v lihovarském průmyslu, jako základní surovina při výrobě whiskey nebo jako lihovarský slad pro zcukřování škrobnatých surovin při výrobě lihu (Pelikán, 2006).

Kvalita zrna ovlivňuje proces jeho zpracování a výslednou kvalitu finálního výrobku. K výrobě krup, kávovin, ječného šrotu a k pivovarskému zpracování se dodává ječmen, u kterého po odstranění nečistot a příměsí zůstane na sítu s podélnými zakulacenými otvory širokými 2,5 mm nejméně 75 % ječných zrn (Prugar et al., 2008).

V podstatě o něm můžeme, pro jeho šíři možného využití, mluvit jako o obilnině budoucnosti, která si zaslouží pozornost i v dalších směrech hospodářského využití. Jestliže vezmeme v úvahu jeho další možnosti uplatnění v medicíně, při tvorbě GMO a nových druhů obilnin (Zimolka et al., 2006).

3.9. Užitkové směry

V současnosti můžeme ječmen rozdělit podle několika užitkových směrů: sladovnický, krmný, průmyslový, potravinářský, pícninářský.

3.9.1. Potravinářský ječmen

Pěstování ječmene je u nás historicky spojováno především s pivovarnictvím. Důležité je ale také poukázat i na mnohé další vlastnosti zrna, než jen na ty, které jsou předpokladem pro výrobu kvalitního sladu. Zvyšující se péče o zdraví vede ke zvýšení zájmu o potraviny zdravé výživy a využití ječmene v potravinářství zažívá v současnosti renesanci. Ječmen a jeho produkty vzniklé při zpracování jsou zdrojem řady chemických sloučenin, které působí pozitivně na lidský organismus. Jedná se především o látky s antioxidačními účinky, vitamíny a určité formy dietetické vlákniny. Zásluhy na znovuzrození ječmene pro lidskou výživu jsou přičítány vědcům ze Severní Ameriky (Ehrenbergerová, 2006).

Renesance ječmene je nejvíce patrná ve vyspělých zemích světa, kde se ječmen používá k výrobě funkčních potravin. Také v méně civilizovaných zemích je spotřeba ječmene pro lidskou přímou spotřebu vysoká. Např. v Maroku se spotřebuje 68,3 kg na osobu za rok, v Etiopii 19 kg, podobnou spotřebu mají i v Alžírsku, Afganistánu a Íráku. Tyto země mají velmi nízký výskyt tzv. civilizačních chorob. U

nás se spotřebuje pro přímý konzum v podobě upraveného ječného zrna pouze 0,5 – 0,6 % produkce, to je asi 10,7 – 12,8 tis. tun ječmene (Ehrenbergerová, 2006).

Pro potravinářské užití jsou velmi vhodné bezpluché odrůdy, které nemají pluchy přirostlé k obilce. Obilky se jich při mlácení zbavují, takže se jejich zrno při zpracování nemusí obrušovat (Ehrenbergerová, 1999). Z důvodů jako je například vysoký obsah beta – glukánů, nízký glykemický index nebo snižování koncentrace cholesterolu jsou také doporučovány tzv. *waxy* ječmeny s voskovým (měkkým) typem endospermu, které mají vysoký podíl amylopektinu ve škrobu na úkor amylosy (Ehrenbergerová, 2006). Vzhledem ke zdravotnímu a nutričnímu benefitu by bezpluché odrůdy mohli být atraktivnější a vhodné pro pěstování v ČR, přestože nedosahují takových výnosů jako odrůdy pluchaté (Ehrenbergerová et al., 1999). V podstatě se jedná o odrůdy, které jsou nevhodné do našich pěstitelských podmínek. Mají nízký výnos, jsou velmi silně napadány listovými chorobami a jsou také silně poléhavé (Zimolka et al., 2006).

Dle realizovaných studií byl zjištěn významně vyšší obsah arabinoxylanů u bezpluchých, *waxy* typů (5,2 – 10,5 %) oproti pluchatým odrůdám (4,5 – 7,0 %), rovněž i obsah beta - glukánů v těchto typech byl vyšší – až 7,6 %, oproti 4,0 – 4,3 % u pluchatých odrůd (Ehrenbergerová, 2006).

Ječmen také musí splňovat podle platné ČSN 46 1200-3 požadavek na velikost a vyrovnanost zrna, zdravotní nezávadnost a vlhkost nižší než 15 % (Prugar et al., 2008).

Americká asociace cereálních chemiků (AACC 1999) definuje celé zrno jako intaktní, mleté, rozdrčené, nebo vločkované obilky, jejichž základní části, tedy endosperm, klíček a otruby jsou zastoupeny ve stejných relativních poměrech, jako v neporušené obilce. Zjednodušeně řečeno, mlýnské produkty, které se označují jako celozrnné se vyrábí zpracováním předem velmi málo upraveného zrna a obsahují všechny anatomické části obilky. Zatímco bílá mouka je vymleta pouze z vnitřní části obilky, tedy škrobnatého endospermu (Vaculová, 2014).

3.9.2. Sladovnický ječmen

Ječmen sladovnický na našem území převažuje ve formě jarní a ozimá forma se vyskytuje zejména v západní Evropě. Na kvalitu mají zpracovatelé řadu požadavků a ty rozhodují o zařazení do kategorie sladovnický nebo nesladovnický. Mezi hlavní kritéria řadíme obsah bílkovin (N – látek), podíl předního zrna, obsah beta – glukánů (neškrobových polysacharidů), zvýšenou klíčivost a další. Nejvíce ovlivňují sladovnickou jakost zrna vnější podmínky (asi ze 2/3) a zbytek je ovlivněn odrůdou.

3.9.3. Krmný ječmen

Mezi krmné ječmeny patří ječmeny víceřadé i dvouřadé, formy ozimé i jarní, pluchaté i bezpluché. Požadován je vysoký obsah bílkovin, esenciálních aminokyselin, nižší obsah beta – glukánů a vysoký obsah škrobu.

3.9.4. Průmyslový ječmen

Využití průmyslového ječmene k technickým účelům není zatím příliš vysoké. Jedná se především o výrobu etanolu. Další využití se nabízí ve škrobárenství, kde ječmen poskytuje škrob s drobnějšími zrny.

3.9.5. Pícninářský ječmen

Ječmen pícninářský je tradičně využíván jako krycí plodina pro výsev víceletých pícnin (Zimolka et al., 2006).

3.10. Funkční potraviny

Poprvé se začalo hovořit o funkčních potravinách v 80. letech v Japonsku a od té doby se studie o nich neustále vyvíjejí. Tento pojem i přesto zůstává pro širokou veřejnost poměrně neznámý. Způsobeno je to převážně malým zájmem spotřebitelů o to, co je prospěšné pro jejich zdraví a čím se stravují. Funkční potraviny také nejsou nijak označeny, a proto je nezasvěcený člověk v obchodě pozná jen těžko. A když už je koupí, tak ani neví, že je konzumuje. Tento problém by se ale měl postupem času vyřešit, protože neustále probíhají různé studie a vědci se snaží funkční potraviny dostat do podvědomí široké veřejnosti.

Od běžných potravin se neliší chutí, vůní ani vzhledem (Zevlová, 2013). Jedná se o potraviny, obsahující účinné složky – nutriceutika (Prugar et al., 2008). Konzumentovi poskytují běžné živiny a také podporují jeho fyziologické funkce, jsou zdraví prospěšné. Lze je využívat zejména v humánní, zdravotně – preventivní výživě a jejich konzumaci předcházet vzniku civilizačních chorob (Zimolka et al., 2006). Měly by se běžně konzumovat jako součást stravy. Nejsou to léky ani výživové doplňky, takže jejich vliv není okamžitý. Cílem funkčních potravin není léčit chorobu ve stádiu propuknutí. Jejich hlavním účelem je příznivě ovlivňovat přechodný stav mezi zdravím a nemocí. Základním úkolem je tedy preventivní působení (Kalač, 2003).

3.10.1. Definice funkční potraviny

Stanovit definici funkční potraviny je velmi významná, ale nikoliv jednoduchá záležitost. Musí se k ní dojít legislativně, aby toto označení výrobci a obchodníci nemohli zneužívat (Kalač, 2003). Několik pracovních definic bylo navrženo různými organizacemi v několika zemích. Tyto definice používají profesní skupiny a obchodníci (Zevlová, 2013).

3.10.2. Definice americké dietetické asociace

Americká dietetická asociace klasifikuje všechny potraviny jako funkční v určité fyziologické úrovni, pokud poskytují živiny nebo jiné látky, které dodávají energii, zachovávají růst a životně důležité procesy. Funkční potraviny také poskytují další zdravotní výhody, které mohou snižovat rizika onemocnění a podporovat optimální zdraví. Jsou to potraviny konvenční, modifikované (pozměněné, obohacené nebo rozšířené), lékařské a pro speciální dietní užití.

3.10.3. Definice – Spojené státy americké

Ve Spojených státech nejsou funkční potraviny oficiálně uznány regulační kategorií FDA, ale několik organizací navrhlo definice pro tyto rychle rostoucí kategorie potravin. Nejvíce pozoruhodně International Food Information Council (IFIC) a Institute of Food technology. IFIC si myslí, že funkční potraviny jsou všechny potraviny nebo jejich součásti, které mohou mít zdravotní benefity nad rámec základní výživy. Obdobně zní i poslední zprávy odborného ústavu technologie potravin: „Funkční potraviny jsou potraviny a složky, které poskytují zdravotní přínos nad rámec základní výživy (pro zamýšlenou populaci). Tyto látky poskytují základní živiny často přesahující jejich množství nutné pro běžnou obnovu, růst a

rozvoj, nebo jsou dalšími biologicky aktivními složkami, které přináší zdravotní výhody nebo žádoucí fyziologické efekty“.

3.10.4. Definice – Kanada

Zdravotnictví v Kanadě definuje funkční potraviny jako „vzhledově podobné nebo konvenční potraviny, spotřebovávající se v rámci obvyklé stravy, kdy je prokázáno, že mají fyziologické výhody a (nebo) snižují rizika chronických chorob“ (American Dietetic Association, 2009).

3.10.5. Definice – Asie

Pojem funkční potraviny má v různých zemích Asie odlišné významy. Mezi ně patří zdravotní potraviny, funkční zdravotní potraviny, potraviny, které jsou obohacené o minerály a vitamíny, doplňky stravy a dokonce i tradiční produkty čínské medicíny. Bez ohledu na definice je hlavním atributem jejich zdravotní funkce. Tento koncept byl představen asi před 20 lety v Japonsku. Funkční a zdravotní potraviny od té doby ukázaly udržitelný růst na japonských a dalších asijských trzích. Japonsko inspirovalo Čínu, Jižní Koreu a mnoho dalších rozvíjet a provádět předpisy pro výrobu a prodej funkčních potravin. Některé země se rozhodly využívat stávající potraviny a léčiva, jiné země zase rozvíjet své vlastní (Zawistowski, 2011).

3.10.6. Definice – EU

Evropská unie zatím nemá ustálenou definici ale nejčastěji používaná charakteristika je tato: Funkční potravina je jakákoli potravina, které má kromě výživové hodnoty příznivý účinek na zdraví konzumenta, jeho fyzický či duševní stav. Je to potravina (nikoli kapsle, tableta či prášek) vyrobená z přirozeně se vyskytujících složek. Měla by se konzumovat jako součást denní stravy. Její konzumace ovlivňuje některé pochody v organismu, zejména

- a) Posiluje přirozené obranné mechanismy proti škodlivým vlivům prostředí,
- b) působí preventivně proti nemocím,
- c) příznivě ovlivňuje fyzický a duševní stav,
- d) zpomaluje proces stárnutí (Kalač, 2003).

3.11. Chemické složení zrna

Chemické složení zrna ovlivňuje mnoho faktorů. Řadíme mezi ně podmínky prostředí, zejména půdu, podnebí, povětrnostní podmínky, výživu, odrůdu, ale i způsob pěstování, ošetřování a dobu sklizně (Striegl, Žídková, 1993).

Obilka ječmene obsahuje 12 – 20 % vody a 80 – 88 % sušiny (Pelikán et al., 2004). Nižší obsah vody by měl negativní vliv na technologickou jakost a naopak vysoká vlhkost způsobuje problémy při skladování (Zimolka et al, 2006).

3.11.1. Minerální látky

Obsah minerálních látek (popelovin) tvoří asi 2 – 3 % obilky a jejich množství v rostlině je ovlivněno zráním, podmínkami při pěstování a také zásobením živinami během růstu (Košář, Procházka et al., 2000). Mezi nejčastěji zastoupené prvky patří fosfor, křemík, hořčík a draslík. V menším množství je zastoupen hliník, železo, vápník, molybden a sodík (Zimolka et al, 2006). Ječmen obsahuje i řadu stopových prvků, které jsou důležité pro činnost řady enzymů a koenzymů (Košář, Procházka et al., 2000).

3.11.2. Sacharidy

Největší část organického podílu zrna představují sacharidy (asi 82 %). Nacházejí se v obilce ve formě jednoduchých cukrů, škrobu, celulosy, hemicelulosy, ligninu, gumovitých látek a slizu. Nejdůležitějším cukrem je škrob (Dudáš, 2002). Škrob je pro organismy zdrojem energie a obsahuje dvě základní složky: amylozu (asi 25 %) a amylopektin (asi 75 %) (Zimolka et al, 2006). Čím vyšší obsah škrobu zrno obsahuje, tím je kvalitnější surovinou (Dudáš, 2002).

3.11.3. Neškrobné polysacharidy

Zrno ječmene obsahuje 10 – 14 % neškrobových polysacharidů: celulozy, hemicelulozy, ligninu a gumovitých látek. Tyto látky jsou základem a nosným skeletem rostlinných pletiv, a proto je nazýváme stavebními polysacharidy (Zimolka et al., 2006). Celulosa tvoří asi 4 – 7 % hmotnosti obilky (Košář, Procházka et al., 2000). Látky, které jsou tvořeny především hemicelulozami napomáhají v rostlině vázat vodu a udržovat rovnováhu buněčného obsahu. Tyto látky tvoří pro lidskou výživu významnou část vlákniny. Ta je velmi důležitou součástí naší potravy v prevenci proti nádorovým a cévním chorobám, proto se ve světě ale i u nás klade vyšší důraz na konzumaci celozrnných obilných potravin. Hemicelulozy jsou tvořeny ze 75 % beta – glukany a z 20 % arabinoxilany (pentosany). Výrobkům z beta – glukanu je přičítáno mnoho pozitivních efektů, jako například snižování hladiny cholesterolu v krevní plazmě. Arabinoxylany dělíme na nerozpustné ve vodě (doprovázejí celulozu v buněčných stěnách) a na rozpustné ve vodě, neboli slizy. Nejvíce jich obsahují žitné mouky (4 – 9 %). S bílkovinami vytváří glykoproteiny a mohou tak přispívat k prostorové struktuře těst, která neobsahují lepek. Obsah gumovitých látek je podobný jako u ligninu (asi 2 %), který zpevňuje a vyztužuje buněčné stěny.

3.11.4. Lipidy

Lipidy jsou tuky rozpustné v éteru, nikoliv ve vodě. Jejich obsah je asi 2 – 9 % v závislosti na pěstebních podmínkách a odrůdách. Ve volné formě jsou zde přítomny i nenasycené mastné kyseliny (linolová, olejová), které snadno podléhají oxidaci především v mouce.

3.11.5. Dusíkaté látky

Další důležitou složkou jsou dusíkaté látky. Obsah dusíkatých látek je ovlivňován odrůdou a agroekologickými podmínkami během pěstování. Jejich tvorba je založena na příjmu N z půdy a obsahu organických kyselin. Dusíkaté látky dělíme na látky typu bílkovin a jejich produktů (aminokyseliny, peptidy, peptony a pravé bílkoviny – proteiny) nebo na látky nebílkovinné povahy (dusíkatá báze, složky fosfatidů, malé množství amidů a amonných solí). Nejjednodušší dusíkaté sloučeniny jsou aminokyseliny. Velmi důležité jsou pro lidskou výživu tzv. esenciální aminokyseliny (valin, leucin, izoleucin, threonin, methionin, lyzin, tryptofan, fenylalanin), které živočišný organismus není schopen syntetizovat. Musí je přijímat z potravy, která je rostlinného nebo živočišného původu (Zimolka et al, 2006). Obilka obsahuje z bílkovin ve vodě rozpustný leukosin, v solných roztocích rozpustný edestin, v alkoholu rozpustný hordein a nerozpustný proteid (Kavina, 1930).

3.11.6. Fosfáty

Fosfáty tvoří asi z poloviny fyty. Tyto látky mají důležitý fyziologický význam pro klíček.

3.11.7. Polyfenoly

Polyfenoly se nachází především v obalové části zrna a aleuronové vrstvě (0,1 – 0,6 %). Mají schopnost vysokomolekulární dusíkaté látky z roztoku. Tato vlastnost je důležitá v tvorbě koloidních zákalů piva (Basařová et al., 1985).

3.11.8. Nízkomolekulární sacharidy

Zrno ječmene obsahuje ještě nízkomolekulární sacharidy, mezi které patří sacharóza, rafinóza, maltóza, glukóza, fruktóza a ostatní cukry. Jejich obsah je závislý na stupni zralosti zrna.

3.11.7. Enzymy

Zrno ječmene obsahuje i celou řadu enzymů, které jsou důležité pro metabolismus vytvářející se rostliny, pro sladovnictví a také v potravinářství při přípravě pokrmů či potravinových doplňků ze zelených částí rostlin ječmene či zrna (Zimolka et al., 2006). Jednotlivé úlohy enzymů se projevují v jednotlivých fázích vývoje zrna. Oxydoreduktasy jsou důležité při dozrávání, skladování a klíčení ječmene. Transferasy hrají významnou roli při dozrávání ječmene, v období posklizňového klidu a při klíčení. Isomerasy a lyasy mají podobné uplatnění, podílejí se na metabolismu uhlíku, dusíku, polyfenolů a dalších. Ligasy se uplatňují při biosyntéze škrobu, bílkovin a aminokyselin. Důležité jsou ale i při klíčení ječmene, tvorbě kořínků a střílky (Moštek, 1975).

Tabulka č. 3: Chemické složení obilky ječmene (Zimolka et al., 2006)

Látka	Procento v obilce
Sacharidy	
Škrob	60 - 65
Amylóza 17 – 24 % škrobu	
Amylopektin 76 – 83 % škrobu	
Nízkomolekulární sacharidy	
Sacharóza	1 – 2
Ostatní cukry	1
Rafinóza	0,3 – 0,5
Maltóza	0,1
Glukóza	0,1
Fruktóza	0,1
Neškrobnaté polysacharidy	
Hemicelulózy	
Beta - glukany	3,3 – 4,9
Pentosany	9
Celulóza	4 - 7
Tuky	3,5

Fosfáty	
Fytin	0,9
Polyfenoly	0,1 – 0,6
Dusíkaté látky	9,5 – 11,9 (7 – 18)
Rozpustné dusíkaté látky	1,9
Albuminy a globuliny	3,5
Hordeiny (prolaminy)	3 – 4
Glutenily	3 – 4
Minerální látky	2

3.12. Zdravotně – preventivní účinky látek z ječmene

Mezi nejzávažnější zdravotní problémy současnosti patří narůstající trend výskytu obezity, cukrovky 2.typu, vysokého krevního tlaku a poruch tukového metabolismu – hypercholesterolemie. Léčba civilizačních onemocnění, která z velké části souvisí s nesprávnou výživou, spotřebovává značnou část nákladů na zdravotnickou péči. Je evidentní, že prevence je efektivním nástrojem, který umožní snížit rizika rozvoje uvedených onemocnění a tím i ekonomické náklady, které na jejich léčbu společnost vynakládá. Důležitým momentem prevence je kromě trvalého vzdělávání obyvatelstva i cílená inovace potravinových výrobků, které přinášejí pozitivní nutriční komponenty pro zdraví člověka.

Ječmen je významným zdrojem vlákniny a beta – glukánů. Obsahuje rozpustnou i nerozpustnou složku vlákniny, která se nevyskytuje (na rozdíl od jiných druhů obilovin) jen v povrchových vrstvách, ale v celém zrně. To znamená, že i po odstranění otrub se v zrně stále nachází její velké množství (zejména rozpustné) (Tláskal, Gabrovská, 2011).

Vyhlášení Food and Drug Administration USA z konce roku 2005 potvrzuje, že potraviny z celého zrna a mlýnských produktů získaných zpracováním ječmene významně redukuje riziko srdečně – cévních onemocnění, pokud obsahují stanovené množství vlákniny potravy a beta – glukánů (FDA, 2005).

Z celkového obsahu dieteticky příznivé vlákniny (15 – 24,1 % z hmotnosti zrna) připadá na neškrobové polysacharidy asi 86 % (MacGregor, Bhaty, 1993), přičemž asi 56 % tvoří beta – glukany (BG) a 23 % arabinoxylany. Nejvyšší koncentrace beta - glukánů je v endospermu, zatímco arabinoxylany jsou rozmístěny především v obalových vrstvách (Prugar et al., 2008).

3.12.1. Beta - glukany

Průkazně vyšší koncentrace BG bývá dosahována v zrně ječmenů s geneticky podmíněným *waxy* typem škrobu, bezpluchým zrnem a znakem podmiňující krátké osiny (Newmann et al., 1991). Někteří autoři referují o zvýšeném obsahu BG i v ječmenech s vysokým podílem amylosy a naopak nízkém obsahu BG ve *waxy* ječmenech, které mají potom výrazně měkčí endosperm než běžné odrůdy (Swanston, 1997). Obsah BG je modifikován v závislosti na půdně klimatických podmínkách (vyšší hodnoty jsou dosaženy při nedostatku vody v období dozrávání) a pěstební technologii (Vaculová, 2006). BG mají bioaktivní a léčivé účinky jakými jsou imunomodulační, imunostimulační, protizánětlivé, antimikrobiální, protinádorové, protifibrotické, antidiabetické, hepatoprotektivní působení, snižují cholesterol i glykémii (Zekovic et al., 2005).

3.12.2. Dietní vláknina

Dietní vláknina je známá svými účinky již od starověku a je také nazývána vlákninou potravinářskou. Tvoří nestravitelnou část rostlinné stravy, která určitým způsobem pomáhá potravě v pohybu trávicím systémem (McGregor et al., 1993). Současná strava neposkytuje dostatečné množství cereální výživy než je fyziologická potřeba lidského organismu. Ideální příjem vlákniny na osobu za den má dosahovat minimálně 30 gramů (Ehrenbergerová et al., 1996). Nízký výskyt rakoviny a dalších nemocí zažívacího traktu je spojen právě s dietní vlákninou. Příčinou vzniku onemocnění jsou mnohé faktory od stresu, přes nezdravý životní styl, až po genetické dispozice (Prugar, 1999). Konzumace potravin s vysokým obsahem vlákniny je doporučována pro modulaci hladiny glukózy v krevním séru, při některých formách diabetu (především typu 2.), má také za následek snížení hladiny cholesterolu a v séru je prevencí kardiovaskulárních chorob (Zimolka et al., 2006). Její konzumace také vede ke zvýšení objemu stolice a tedy i ke zkrácení doby průchodu zažívacím traktem. Nejdůležitější je omezení kontaktu škodlivin ve stolici se střevní stěnou, která bývá nejčastěji postižena rakovinným bujením (Prugar, 1999).

3.12.3. Rezistentní škrob

Zvláštní formou vlákniny potravy s prebiotickým účinkem je tzv. rezistentní škrob, který má kladný účinek zejména v prevenci onemocnění tlustého střeva (Vaculová, 2006). Rezistentní škrob se v zrně ječmene přirozeně vyskytuje jen v malém množství, avšak v Austrálii byla v laboratořích CSIRO vyvinuta nová odrůda bezpluchého ječmene nazvaná BARLEYmaxtm, která má kombinovaný vysoký obsah rozpustné i nerozpustné vlákniny potravy a zároveň i vysoký obsah rezistentního škrobu (Internetový zdroj č.3).

3.12.4. Antioxidanty

U ječmene jsou také oceňovány antioxidační vlastnosti, které má díky obsahu enzymu superoxidodismutasy (SOD), tokoferolů a tokotrienolů (izomery vitamínu E) i kyseliny ferulové (Psota, Ehrenbergerová, 2008). Tokotrienoly (zejména alfa – tokotrienol) v ječném zrně podporují útlum syntézy cholesterolu v játrech (Ehrenbergerová, 2006). (Belcrediová et al., 2007) uvádí, že nejvyšší hodnoty SOD byly stanoveny u linií získaných z křížení s *waxy* typy ječmene.

3.12.5. Studie

Studiemi v Kanadě byl potvrzen signifikantně nižší glykemický index (GI) při podávání produktů z bezpluchých i některých pluchatých odrůd ječmene ve srovnání s konzumací bílého pšeničného chleba, přičemž nižší GI byl pozorován při podávání vařených zrn než při konzumaci ječné kaše (Wrigley, 2004). U zdravých účastníků čtyřtýdenní studie byla v USA potvrzena významně vyšší hladina celkového i LDL cholesterolu po konzumaci produktů z pšenice, než na začátku studie. Naopak lidé s vyšší hladinou cholesterolu, kteří během studie konzumovali potraviny z bezpluchého ječmene, vykazovali na konci pokusu hladinu cholesterolu významně nižší (Newman et al., 1989). Výsledky potvrzují, že diety s vyšším obsahem beta – glukanů jsou efektivní při snižování rizika kardiovaskulárních onemocnění a moderují glykemickou odezvu u pacientů diabetu 2. typu. Proto se v doporučení FDA uvádí konzumace půl šálku vařeného zrna ječmene denně

(obsahuje méně než 0,5 g tuku a pouze 100 kalorií), tj. 3 g beta – glukanů jako zdroje vlákniny denně. Jiné cereálie (např. pšenice) jsou při zpracování na mouku o vlákninu ochuzeny, protože je nejvíce obsažena v obalových vrstvách zrn, zatímco v ječmeni je obsažena v celé obilce (Prugar a kol., 2008).

Jiná studie hodnotila vliv beta – glukanů ječmene na hodnoty postprandiální glykemie (tzn. hladiny krevní glukózy po požití potravy). Pro metabolické procesy organismu je výhodnější, když se glukóza z potravy dostává do krve pozvolněji, ale přitom dostatečně, aby zajistila potřeby na přívod glukózy závislých tkání. Snižuje se tak především riziko rozvoje cukrovky 2. typu. Nižší hladinu postprandiální glykemie garantují potraviny s nižším glykemickým indexem. V uvedené studii byl hodnocen glykemický index u špaget s různou koncentrací ječného beta – glukanu. Špagety s příměsí 10 % beta – glukanu měly již významně nižší glykemický index (Chillo et al., 2010).

V jiné studii lidé s nadváhou a cukrovkou 2. typu konzumovali pět různých jídel z obilovin, z pšenice i ječmene. Konzumace jídla s 10g ječného beta – glukanu významně lépe ovlivnila postprandiální inzulinovou odpověď organismu u obézních žen s rizikem inzulinové resistance (Kim et al., 2009).

Další studie u lidí s potravinovým výrobkem s příměsí ječmene si všímá vyšší produkce mastných kyselin (MK) s krátkým řetězcem. Uvedené MK příznivě působí na metabolismus epiteliálních buněk tlustého střeva a snižují pH stolice, čímž zlepšují ochranu střeva a organismu před toxickými látkami i infekcí. Kromě příznivého účinku na metabolismus glukózy a tuků, podporují i vstřebávání pro organismus potřebného vápníku, železa a dalších složek výživy (Choi et al., 2010).

V další studii 14 dobrovolníků konzumovalo isokalorickou snídani tvořenou buď běžným chlebem, nebo chlebem obohaceným o 3 % ječného beta – glukanu. Kromě jiných parametrů byly měřeny hodnoty glukózy, insulinu, ghrelinu a peptidu YY. Po požití snídaně s příměsí beta – glukanu zaznamenali autoři 19% snížení následného kalorického příjmu při obědě a v krvi zjistili významnou redukci hladiny hormonů ghrelinu a zvýšení proteinu YY (PYY). Ghrelin je hormon, který je produkován žaludeční sliznicí a který působením na hypotalamus mozku zvyšuje u člověka chuť k jídlu. PYY je hormon produkováný ve střevě, který zvyšuje sytost člověka a snižuje příjem potravy. Výsledky studie prokázaly vliv beta – glukanů na produkci výše uvedených hormonů. O 23 % nižší produkci ghrelinu a o 16 % vyšší produkci PYY, což souvisí s reakcí člověka na pozdější příjem potravy. Ječné potraviny s obsahem 3 % beta – glukanů, tak mohou příznivě zasahovat do regulace apetitu a tím i příjmu pozdější potravy, což je výhodou především u obézních jedinců (Vitaglione et al., 2009).

Komponenty obsažené především v bezpluchém ječmeni: typ škrobu, zvýšený obsah amylopektinu, vláknina (především rozpustná), tokoferoly a tokotrienoly a kyselina ferulová jsou definovány jako látky se zdravotním benefitem (Prugar et al., 2008).

3.13. Zelený ječmen

Jedná se o mladé výhonky ječmene (obvykle se sklízí asi ve výšce 20 – 25cm), se kterými se můžeme běžně setkat i na našich polích. Tento mladý ječmen se rozdrťí, usuší a vylisuje. S mladými výhonky se musí pracovat velmi opatrně, aby se v nich zachovaly veškeré důležité látky. Výsledkem je zelený prášek, který se užívá buď smícháním s vodou nebo s jinou tekutinou, či v tabletách. Je známý již od 20. let minulého století. Poprvé byl pozitivním účinkům zeleného ječmene přikládán důraz

v USA, později se ječmen rozšířil i do dalších částí světa. V současné době se tento ječmen pěstuje nejen v USA, ale například také v Austrálii.

Obrázek č. 2: Průběh lisování šťávy z mladých rostlin ječmene (internetový zdroj č. 4)



Půda, na které se zelený ječmen pěstuje, je člověkem nedotčená. Jedná se o nejčistší místa na světě, do kterých nezasáhla lidská ruka (Internetový zdroj č. 4). Jsou to například bývalá dna moří, které jsou nabitě minerály a stopovými prvky (Internetový zdroj č. 5). Velmi důležitý je také sluneční svit, jeho nedostatek se projevuje o poznání nižším obsahem chlorofylu, enzymů a dalších živin. Velmi vhodné je používat mladý ječmen, na jehož pěstování nebyly používány žádné herbicidy, minerální hnojiva a jiné chemické přípravky. Tyto látky mohou mít na zdraví organismu velmi negativní vliv, protože u některých z nich jsou dokonce prokázány karcinogenní účinky. Mnohem lepším řešením je zvolit organicky pěstovaný produkt (Dallen, 2010). V průběhu růstu rostliny výrazně kolísá obsah živin v ní obsažených. Obsah živin je nejvyšší ve fázi růstu před viditelným prvním kolénkem (20 – 25cm výška).

Průběh zpracování je velmi rychlý a šetrný (Rathouský, 2007). Doba mezi sklizní a vznikem prášku z vylisované zelené šťávy nesmí překročit 4 hodiny. Jedině tak se minimalizuje škodlivá oxidace, která může zničit živé a zranitelné živiny (Internetový zdroj č. 6). Sklizené listy se oplachují a následně je z nich vylisována šťáva. Ta je dále sušena ve vakuové komoře při teplotě 31 °C. Celý proces sušení

trvá pouhé 2 minuty. Po dokončení procesu se sušená šťáva vakuově zabalí a dodává se odběratelům (Rathouský, 2007).

3.14. Účinné látky mladých rostlin ječmene

3.14.1 Enzymy

Enzymy mají velký význam v procesu trávení (Mindell, Mundis, 2010). Při jejich nedostatku dochází k narušení celého trávicího procesu. Především u tepelně upravených pokrmů nedochází k úplnému strávení a v tlustém střevě nastává proces pomalého hnití. Z tohoto důsledku jsou zpět do krevního oběhu propouštěny toxické látky a je tak velmi zatěžován imunitní systém (Rathouský, 2008).

Organismus má jen velmi omezenou možnost enzymy vyrábět. Proto je velmi důležité jejich zásobu doplňovat vhodnou stravou (Miehlke, Williams, 1999). V tomto ohledu mají zelené potraviny nezastupitelné místo. Mladý ječmen obsahuje velmi vysoké množství aktivních enzymů, bylo jich v něm nalezeno více než 20. Obsaženy jsou pouze v živé, tepelně neupravené stravě. Velký vliv na aktivitu enzymů má teplota, jestliže potrava projde tepelnou úpravou při teplotě nad 40 °C, tak jsou všechny enzymy zničeny (Dallen, 2010).

Enzymy se účastní všech biochemických procesů v organismu, a proto velmi ovlivňují zdravotní stav. Posilují optimální funkci imunitního systému, uplatnění nacházejí i při zánětlivých procesech a také chrání před zraněními. Jestliže k nějakému zranění dojde, tak napomáhají k hojení ran a rychlejší regeneraci po úrazech nebo operacích. Význam mají také v boji s rakovinným bujením. Mají schopnost rozpoznat a rozpustit rakovinou buňku, která je následně z organismu odstraněna a také snižují pravděpodobnost vzniku metastáz (Miehlke, Williams, 1999).

Mezi nejdůležitější enzymy, které jsou obsaženy v mladých rostlinách ječmene patří superoxiddismutasa (SOD). Vyznačuje se tím, že přeměňuje superoxidy na méně nebezpečné sloučeniny, na kyslík a vodu (Ehrenbergerová a kol., 2009). Superoxidy mohou poškodit nositelku genetické informace DNA. Superoxiddismutasa tedy chrání organismus před vznikem rakoviny, Alzheimerovy choroby, artrózy, aterosklerózy a před mnoha dalšími chorobami. V mladých rostlinách ječmene byl také objeven enzym transhydrogenasa, která je nezbytná pro správnou funkčnost srdečního svalu. Enzym cytochromoxidasa zajišťuje buněčné dýchání a rozklad toxických látek.

Katalasa je enzym mladé rostliny ječmene (Dallen, 2010). Řadí se mezi oxidoreduktasy, konkrétně mezi hydroperoxidasy, které tělo chrání před nebezpečnými peroxidy. Akumulace peroxidů může způsobovat produkci volných radikálů, ty následně mohou poškozovat membrány buněk a v konečném důsledku to vše může vést až k ateroskleróze a rakovině.

Katalasa se v lidském organismu nachází ve většině tkání obzvláště v krvi, kostní dřeni, slizničních membránách, ledvinách a játrech. Dále je ve velkém množství obsažena v bílých a červených krvinkách, které chrání před oxidativním stresem a poškozením (Murray, 2002). Také byly nalezeny souvislosti mezi koncentrací jistých enzymů včetně katalasy a rakovinou. Výrazně nižší koncentraci katalasy v krvinkách než zdraví lidé mají pacienti s rakovinou, což vede k tomu, že by se katalasa mohla podílet na ochraně těla před rakovinným bujením. Katalasa má také schopnost neutralizovat karcinogenní a mutagenní účinky benzpyrenu, který vzniká při grilování a smažení masa a také neutralizovat nebezpečné účinky dusíkatých zplodin automobilů (Dallen, 2010). Klinické studie rovněž potvrdily

zlepšení stavu způsobené podáváním katalasy při ischiadickém syndromu (Štípek et al., 2000).

Na aktivitu katalasy má vliv lokalita pěstování, odrůda ječmene i jednotlivé ročníky (Havlová, 1999).

3.14.2 Antioxidanty

Antioxidanty omezují proces oxidace. Během oxidace dochází k tomu, že molekula ztrácí elektron a stává se z ní volný radikál (Kalač, 2003). Volné radikály jsou vysoce reaktivní a málo stabilní, protože obsahují nepárový elektron. Nepárový elektron se snaží doplnit, tím že využívají jiné molekuly, ze kterých elektron vytrhnou. Následkem toho se z původně stabilní molekuly stane volný radikál a nastává řetězová reakce, která může poškodit mnoho buněk. Může dojít k poškození jakékoliv molekuly v organismu, což může způsobit mutace a smrt buněk i poškození šroubovice DNA (Racek, 2003).

V organismu by v ideálním případě měla být rovnováha mezi volnými radikály a antioxidanty. Častěji však bývá převaha volných radikálů. Je to způsobeno zvýšenou tvorbou volných radikálů, sníženou koncentrací antioxidantů, nebo kombinací obou stavů. Když volné radikály mají v organismu převahu nad antioxidanty, tak se tento stav nazývá oxidační stres (Murray, 2002). Oxidační stres má podíl na procesu stárnutí a na vzniku minimálně několika desítek chorob jako například ateroskleróza, rakovina, Crohnova choroba, kardiovaskulární choroby a další (Březinová, Belcredi et al., 2007).

Většinou je zdůrazňován jenom nepříznivý účinek volných radikálů na organismus, ale oni mají i účinky příznivé. Podílí se na syntéze bílkovin, hormonů a nukleové kyseliny a jsou součástí přirozené obrany organismu (Kalač, 2003). Uplatnění nachází i při detoxikaci některých cizorodých látek (mnohých léků) a při úspěšném oplodnění vajíčka spermií (Racek, 2003). Jsou také využívány bílými krvinkami ke zneškodňování nepříznivých mikroorganismů a T – buňkami k ničení nádorových buněk. Je ale velmi důležité, aby jejich počet byl omezený a nedocházelo k oxidačnímu stresu (Rathouský, 2008).

V organismu se určité množství antioxidantů vyskytuje přirozeně, avšak podstatnou část je velmi nutné doplňovat stravou. Stejně jako u enzymů klesají s věkem jejich zásoby (Mindell, Mundis, 2010). V porovnání s běžnou zeleninou je mladý zelený ječmen a zelené potraviny vůbec velmi vhodný na získávání antioxidantů, protože jich obsahuje značné množství (Dallen, 2010).

Ve šťávě z mladých rostlin ječmene byl nalezen velmi důležitý antioxidant 2'-O - glykosylisovitexin, který omezuje peroxidaci lipidů. Vliv peroxidace lipidů může mít za následek karcinogenezi, mutagenezi, aterosklerózu, a může dojít i k progresi viru HIV (Shibamoto et al., 1997).

Vitamin C podporuje správnou funkci imunitního systému, hraje důležitou roli u vstřebávání důležitých živin a napomáhá regulovat hladinu cholesterolu. Také je velmi důležitý pro zdraví kůže, snižuje kazivost zubů, pomáhá při prevenci onemocnění dásní a kurdějí (Dallen, 2010). Potřebný je i pro regeneraci vitamínu E a hraje důležitou roli při přeměně železa na lépe vstřebatelnou formu (Racek, 2003).

Beta – karoten má důležitý vliv při ochraně organismu před rakovinným bujením, má příznivý vliv na zdraví srdce a cév a je také nezbytný pro zdravý zrak. Mladý ječmen obsahuje asi dvakrát vyšší obsah beta – karotenu, než jeho známější přírodní zdroj mrkev (Dallen, 2010).

Vitamin E zabraňuje oxidaci důležitých látek toxickými formami kyslíku (Dvořáčková, 2002). Dále nachází uplatnění v prevenci kardiovaskulárních

onemocnění a v prevenci vzniku rakoviny. Podporuje mužskou plodnost a zpomaluje proces stárnutí. Dalším přínosem je zpomalení poklesu imunitního systému v průběhu stárnutí (Papap, 2001).

3.14.3 Zásadité látky

Zásadité látky vznikají spojením s minerálními látkami jako vápník, sodík, draslík, hořčík atd., nebo spojením se stopovými prvky jako je chrom, železo, zinek, mangan (Tepperwein, 2005). Velmi důležitá pro správné fungování organismu je acidobazická rovnováha, což je rovnováha mezi kyselinami a zásadami. Lidskému tělu nevdí kyseliny ani zásady, ale jen do té doby, kdy zůstávají v rovnováze. Lidský organismus by v ideálním případě měl mít lehce zásaditý charakter (Mein, 1993).

Ve většině případů dochází v lidském organismu k překyselení (acidóza). To je stav kdy dojde k vychýlení rovnovážného stavu ve prospěch kyselin. Acidóza je jedna z nejnebezpečnějších příčin vzniku nemocí. Překyselení má vliv na oslabení imunitního systému, který pak není schopen se vypořádat s různými patogeny. Překyselení jako trvalý stav má za následek vznik mnoha chorob, mezi které patří například ekzém, paradentóza, migréna, dna, ledvinové kameny i rakovina. Hlavní příčinou překyselení organismu je nevhodné stravování a nevhodný způsob života vůbec. Další faktor, který vede k prohlubování nerovnováhy ve prospěch kyselin, je fakt, že organismus vytváří kyseliny samovolně, ale zásady získává výlučně potravou. Potraviny, které obsahují zásadité látky nazýváme jako zásadotvorné. Naopak potraviny vytvářející v organismu kyselou reakci nazýváme kyselinotvorné (Tepperwein, 2005). Zelené potraviny spolu s mladými rostlinami ječmene patří mezi nejvíce zásadotvorné (Dallen, 2010).

Když organismus není schopen kyseliny neutralizovat a vylučovat, tak je začne ukládat. Obvyklým místem pro ukládání kyselin jsou různé cysty nebo klouby, kde pak vznikají bolestivé záněty.

Překyselení organismu často trvá i celé roky, takže nestačí pouze zvýšit příjem zásadité potraviny v podobě ovoce a zeleniny a omezit konzumaci kyselinotvorných potravin (Tepperwein, 2005). Řešení se nabízí v podobě přidání zelených potravin do stravy, protože jak už bylo zmíněno, patří mezi nejvíce zásadotvorné potraviny a obsahují vysoký podíl minerálních látek a stopových prvků, kterých je v potravě nedostatek (Dallen, 2010). Také je nutné se naučit správně žvýkat a každé sousto dostatečně proslinit. Velmi důležité je také doplňovat tekutiny v podobě čisté vody, protože voda rozvádí v organismu živiny k buňkám a odvádí z buněk odpadní produkty směrem k vylučovacím orgánům (Tepperwein, 2005).

3.14.4. Chlorofyl

Chlorofyl je nepostradatelný pro celý průběh fotosyntézy. Právě jeho velmi významná role v procesu fotosyntézy z něj činí jednu z nejdůležitějších přírodních látek na Zemi (Kincl, Krpeš, 2000). V přírodě není mnoho látek, které se vyznačují tolika kladnými vlivy na zdraví jako právě chlorofyl. Uplatnění nachází například při krvetvorbě, protože zvyšuje počet červených krvinek a zlepšuje přenos kyslíku (Dallen, 2010).

Další jeho přínos spočívá v rychlejšího hojení ran (Mindell, Mundis, 2010). Aplikace chlorofylu na otevřenou ránu zabráňuje infekci, zmírňuje krvácení, snižuje bolestivost ran, urychluje hojení a minimalizuje tvorbu jizev. U povrchových zranění zmírňuje svědění a podrážděnost. Potencionální využití má i v hojení popálenin, a to nejen při popáleninách způsobených teplem, ale i radiací nebo kyselinami. Oproti

jiným prostředkům má chlorofyl zvláštní vlastnost, protože při opakovaném použití jeho účinky rostou a nesnižují se. Pozitivní vliv má i na různá onemocnění kůže. Úspěchy zaznamenává také v léčbě kožních vředů, impetiga, akné a příznivě působí na léčbu atopického ekzému. Účinnost se zvyšuje nejenom když pacient aplikuje chlorofyl zevně, ale zároveň ho konzumuje i ve formě zelených potravin. Stav kůže totiž souvisí i se stavem vnitřních orgánů.

Mezi jeho další známé vlastnosti patří schopnost neutralizovat tělesné pachy. Pachy nejsou pouze překrývány, ale opravdu neutralizovány. Užíváním chlorofylu se snižuje zápach z úst po požití jídla, alkoholu nebo tabáku, zápach z tělesného potu, moči, stolice i menstruace. Chlorofyl je třeba užívat pravidelně a zmírnění zápalu lze dosáhnout již po několika týdnech.

Díky spolupůsobení chlorofylu a enzymů jsou mladé rostliny ječmene výborným nástrojem pro detoxikaci organismu. Mnoho studií prokázalo odstraňování různých škodlivých látek a zároveň ječmen pomáhá metabolizovat některé nebezpečné pesticidy a chemická aditiva (Dallen, 2010).

3.15. Praktické využití ječmene v prevenci a léčbě nadváhy a obezity

Konzumace potravin s vysokým glykemickým indexem (GI) přispívá ke zvyšování výskytu civilizačních nemocí. Vysoké zvýšení krevního cukru po jídle vede k vyplavení přebytku inzulínu ze slinivky břišní, což má za následek přeměnu energie na tukové zásoby, zejména v rizikové oblasti pasu. Následkem vyplavení přebytku inzulínu nastává dříve pocit hladu a dochází k neuvědomělému přejídání v následujícím jídle. Mimo jiné má také opakované zvyšování hladiny krevního cukru po jídle toxický vliv na buňky tvořící výstelku cév a může tedy urychlovat aterosklerotické procesy v organismu.

Dnes se tedy hledají původní zdroje sacharidů, které se konzumovali před více než sto lety. Je totiž naprosto jasné a prokázané v řadě výživových studií, že preference stravy s nižším GI napomáhá udržovat zdravou tělesnou hmotnost. Mezi velmi nadějnými druhy obilovin patří právě ječmen. Ječmen je perfektním zdrojem vlákniny (obsahuje průměrně 15,6g / 100g). Ječná mouka obsahuje 14,9g vlákniny na 100g. GI ječmene se liší v závislosti na jeho zpracování. Například ječné kroupy mají GI 25, což je v oblasti sacharidových potravin jedno z nejnižších dosud naměřených hodnot. Pokud je však ječmen zpracován do podoby vloček, jejich GI stoupá. Příměs ječmene do pekařských výrobků pomáhá snížit GI výsledného pečiva (čím víc ječmene, tím nižší GI pečiva). Můžeme – li si tedy vybírat, měli bychom volit pečivo s co možná nejvyšším procentem ječmene.

3.15.1. Využití ječmene při snižování nadváhy

Ječmen v podobě krup můžeme používat na zahuštění zeleninových polévek, jako netradiční přílohu či základ pokrmu. Předem uvařené kroupy se ale dobře uplatní i v salátech nebo pomazánkách. Měli bychom se je snažit vždy zkombinovat s potravinou bohatou na bílkoviny (libové maso, ryby, tvaroh, vejce, sýr) a s porcí zeleniny tak, aby byl jejich dlouhodobý sytící efekt co možná nejvyšší. Použijeme – li je na sladko, je vhodné je zkombinovat s ovocem a bílým jogurtem či tvarohem (Kunová, 2011).

3.16. Ječná výživa

Vzhledem k rozložení požadovaných živin zrna má svůj význam i zvýšený příjem klasických mlýnských výrobků, jako např. ječných krup nebo mouky (Ehrenbergerová, 1996). Ječná výživa velmi příznivě působí v prevenci proti závažným civilizačním onemocněním (Honsů, 2011).

3.16.1. Kroupy

Pro výrobu krup se preferuje světlá barva ječmene, aby se předcházelo výrobě krup se šedým nádechem, které nejsou mezi spotřebiteli přijímány kladně (Prugar et al., 2008). Obilky, které jsou tvrdé, sklovité a obsahují velké množství bílkovin se k jejich výrobě hodí nejvíce (Kavina, 1930). V českých a moravských zemích se kroupy odedávna používají jako typický potravinářský produkt při přípravě zabijačkových specialit, jako zavářka do polévky a také jako příloha k tučným pokrmům (Prugar et al., 2008). Dnes se využívají méně, tradičně do zabijačkových specialit a okrajově při přípravě houbových jídel (šumavský kuba). V podvědomí lidí kroupy zůstaly v souvislosti s nízkou životní úrovní. Proto jejich spotřeba klesá (Pelikán, 2006). Kroupy se třídí podle velikosti na velké, střední, zabijačkové, malé, perličky a lámanku (Kučerová, 2004). Dále jsou využívány k přípravě odvarů pro léčení nemocných a k posílení starších osob a rekonvalescentů (Prugar et al., 2008).

3.16.2 Ječné krupice a mouka

Ječná krupice a mouka se v našich podmínkách vyrábí v menším množství. Shodně jako v celé řadě dalších zemí se vyrábí z obroušeného zrna ječmene pluchatého – tedy z krup (Zimolka et al., 2006). Zrno ječmene vyžaduje delší nakrápění a odležení, protože je tvrdší, otruby se lámou a jsou křehké, ječná mouka teče pomaleji (Kučerová, 2004). Při nakrápění zrna na 14 až 15 % se může dosáhnout výnosu mouky až 61,2 – 74,3 % a u bezpluchých materiálů dokonce i o 10 % víc (Zimolka et al., 2006). Pro větší houževnatost zrna je výroba ječné mouky obtížnější. Při mletí ječmene se má postupovat velmi rychle, jinak mouka hnědne a její jakost se zhoršuje (Kučerová, 2004). Od pšeničné mouky se ta ječná liší hlavně vyšším obsahem popelovin a skoro dvojnásobnou absorpcí vody (Vaculová, 2006). Celozrnná ječná mouka z bezpluchých typů ječmene je vhodná pro přípravu celé řady výrobků (chléb, pečivo, sušenky, kaše, krupice na přípravu kaší a salátů) (Prugar et al., 2008). Požadavky na podíl celozrnné mouky se v různých zemích liší, např. v USA nebo UK je považován za celozrnný výrobek ten, který obsahuje více jak 51 % celozrnné mouky. V Německu celozrnný výrobek musí obsahovat nejméně 90 % celozrnné mouky (Vaculová, 2014). Výroba ječné krupice probíhá drcením vyčištěného ječmene (Kučerová, 2004).

3.16.3. Ječné otruby

Ječné otruby jsou bohatým zdrojem ječné vlákniny a mohou se využívat jako součást cereálních snídaní, nebo jako přísady k různým pekařským a masným výrobkům, do polévek i dušených směsí (Zimolka et al., 2006).

3.16.4. Ječné vločky

Dnes se u nás z ječmene vyrábí i ječné vločky, které se používají do cereálních výrobků (např. müsli tyčinek, cereálních snídaní apod.). Využívají se také

v pekárenství, při výrobě různých cereálních směsí. Ječné vločky se také mohou konzumovat v podobě kaše (cereální snídaně např. s jogurtem). Je doporučeno, před přidáním do jednotlivých jídel, ječné vločky namočit a poté raději povařit, aby nemohly citlivějším jedincům způsobovat zažívací potíže (Zimolka et al., 2006). Jestliže se na výrobu cereálních potravin používá obroušené zrna (v podstatě kroupy), klesá podíl nutričně významných fytochemikálií na pouhých 10 – 15 % i méně. Záleží na stupni obroušení obilky. Význam spotřeby celozrnných výrobků spočívá v prevenci proti kardiovaskulárním onemocněním, obezitě, rakovině, chorobám trávicího traktu a diabetu 2. typu (Vaculová, 2014).

3.16.5. Ostatní výrobky

Mezi další výrobky z ječmene patří sladové výtažky, které nacházejí uplatnění při výrobě cukrovinek, nápojů apod. Jedná se však o zanedbatelné množství v celkovém objemu vyrobeného sladu.

Dalším využitím zrna ječmene je jeho, v současné době velmi oblíbený, přímý konzum v podobě naklíčených zrn. Naklíčováním se v obilce mobilizují enzymy a zvyšuje se i obsah dalších nutričně cenných látek (Ehrenbergerová, 2006).

Ječmen je také významnou surovinou na výrobu obilných kávovin jako kávových náhražek. Ty se v omezené míře vyrábějí ještě dnes (Vilikovský, 1947). Při porovnání s pravou kávou neobsahují kofein. Vzhledem k obsahu sacharidů jsou sytící potravinou a podporují trávení, protože povzbuzují vylučování žaludečních šťáv. Dále ječmen slouží k výrobě tzv. sladové kávy (Pelikán, 2006) a v SRN se ze zeleného ječného zrna připravuje pražením tzv. zelený kaviár (Prugar et al., 2008).

Tabulka č. 4: Přehled možných způsobů zpracování a využití zrna ječmene v lidské výživě (Bhatty, 1992)

MOUKA: chléb, čajové pečivo, sušenky, koláče, placky, dia pečivo, nápoje obohacené vlákninou, extrudované výrobky
OTRUBY: cereální výrobky, křehké chlebičky, sušenky
VLOČKY: koláče, kaše, cereální směsi, pečivo
SLAD A SLADOVÉ VÝTAŽKY: cukrovinky, náhražky čaje a kávy
KROUPY: polévky, masné výrobky
KRUPICE: instanční kaše, pečivo, saláty
PRAŽENÝ JEČMEN: sušenky, koláče, náhražky kávy
CELÉ ZRNO: náhražka rýže, saláty s ovocem a zeleninou
MODIFIKOVANÉ ŠKROBY: mléčné výrobky
BETA-GLUKANY: tukové náhražky do mléčných, masných výrobků, přísada do cereálních výrobků
NÁPOJE Z NEZRALÝCH ZRN JEČMENE: ve směsi s nápoji mléčného typu, vyrobených z ostatních obilovin (zejména ovsa)

3.17. Ječmen a těstoviny

Těstoviny jsou jako potravina velmi oblíbené díky jednoduché přípravě, všestrannému kulinárnímu užití, výborným sensorickým vlastnostem a dlouhé trvanlivosti. Mají nízkou kalorickou hodnotu (cca 350 kcal na 100g), jsou lehce stravitelné, a proto vyhovují současným požadavkům zdravé výživy. Z nutričního hlediska představují vyvážené zastoupení živin. Jsou zdrojem sacharidů (75 %),

bílkovin (11,5 %), vlákniny (3 %), vitamínů a minerálních látek. Přínosný je také nízký obsah sodíku, tuků (0,3 %) a hodnota GI.

Ve srovnání s pšenicí má ječmen mnoho nutričních přínosů, jak už bylo několikrát zmíněno v předchozích kapitolách. Pro uplatnění při výrobě těstovin je charakteristické, že ječná mouka má tmavě žluto – šedou barvu, ale slabě hořkou chuť. Zjistilo se také, že bílkoviny ječné (hordeiny) a pšeničné (gluteniny a gliadiny) mouky vytváří komplexy o vyšší molekulové hmotnosti. Nově vytvořené vazby umožňují přijímat méně vody a tím bývají ječné těstoviny tužší a méně lepivé.

Při laboratorní výrobě těstovin nebyl zjištěn zásadní rozdíl proti klasickým pšeničným druhům, ale je nutno optimalizovat přídavek vody pro dosažení standardní lisovatelnosti. Pro kulinární přípravu byla doporučena doba optimálního varu kratší o 50 % při přidavku celozrnných ječných frakcí s vysokým obsahem vlákniny (až 34 %). Při sensorickém hodnocení je uváděna tmavší barva, odlišná tolerance k rozváření, textura a chuť v závislosti na výši a formě ječného přídavku. Také chuťový vjem těstovin s ječmenem závisí na složení škrobu, pro typ *waxy* a bez - amylosy je negativní nahořklá příchuť intenzivnější (Hrušková, 2014).

Výroba sušených těstovin standardní kvality je v ČR soustředěna do 2 provozů vybavených vysokovýkonnými lisy a sušárnami. Nabídka speciálních druhů těstovin (převažují barevné) z tuzemské výroby je omezená a kvalitativně spíše nevyrovnaná. Těstoviny s prokazatelným nutričním benefitem (např. celozrnné) tvoří i v nabídce prodejen zdravé výživy spíše minoritní zastoupení. Pro výrobu ječných těstovin lze doporučit malokapacitní těstárenský lis a šetrný diskontinuální režim předsušení a sušení (Hrušková, 2011).

3.17.1. Těstoviny s ječmenem a konopím

Konopí se v dnešní době dostává do podvědomí veřejnosti především ve spojení s legalizací marihuany pro léčebné účely. Tradičně je vnímáno spíše jako nebezpečná droga ohrožující lidské zdraví. Stejně jako mák není opium, konopí není marihuana - patří mezi užitečné rostliny, které lidstvo zná a užívá tisíce let.

Ze souboru pšenično – ječných těstovin s konopím byly pro recepturu (30 % množství ječmene, 10 % konopných komponent) stanoveny analytické znaky – obsah bílkovin, rezistentního škrobu, beta – glukanů a vlákniny potravy. Jako základ byl analyzován vzorek pšenično – ječných těstovin bez fortifikace. Pro obsah bílkovin bylo zjištěno zvýšení o 9 – 23 % vlivem konopných produktů. Množství rezistentního škrobu naopak s přídavky konopí klesá, v případě hladkých mouk téměř o polovinu. Obsah beta – glukanů činil 1,2 % a přídavky hladkých konopných mouk klesl na 0,8%. Vyšší obsah byl zjištěn pro těstoviny s konopnou celozrnnou moukou z neoloupaného semene (1 %). Těstoviny s ječmenem a konopnými produkty obsahují nejvíce celkové vlákniny, kterou tvoří ze 2/3 nerozpustný podíl.

Těstoviny podléhají z hlediska modifikace vlastností značné setrvačnosti spotřebitelů, protože je jako tradiční vnímána žlutá barva, vysoká tolerance vůči rozváření a neutrální chuťový vjem. Zpravidla není kladen důraz na nutriční hodnotu jako v případě jiných cereálních výrobků. Dalším negativem je skutečnost, že se těstoviny vyrábějí na linkách s vysokým výkonem a v domácnostech ani v malých těstárnách se zpravidla nedosahuje srovnatelné spotřebitelské kvality. Uvedené skutečnosti jsou nejen v ČR příčinou omezené výroby fortifikovaných druhů těstovin s nutričním přínosem (Hrušková, 2014).

3.18. Využití ječmene v pekařství

3.18.1. Ječný chléb Mr. Barley

Díky projektu „Barley Bread“, podporovaného evropskou unií, zaměřeného na využití ječmene, respektive jeho renesanci, v pekařské výrobě a výzkumu technologické platformy Potravinářské komory ČR se podařilo za přispění technologického oddělení firmy Zeelandia vytvořit vícezrnný ječný chléb, který si zachová všechny atributy plnohodnotného ječného výrobku se všemi zdravotními benefity, a přitom ho lze vyrábět v podmínkách běžné pekárny.

Chuť a vůně ječného chleba jsou opravdu neobvyklé, jako bychom opravdu ucítili závan dávno zapomenuté tradice. Je vyroben z ječného kvasu, ječných krup i ječné mouky. Do těsta byla přidána i pšeničná a žitná mouka, aby chléb získal na objemu a byl kypřejší.

Se svými nutričními vlastnostmi se řadí mezi vícezrnné chleby s vysokým obsahem vlákniny a je zdrojem manganu a mědi. Mangan a měď přispívají k ochraně DNA, normální funkci imunitního i nervového systému a k udržování zdravých kostí a kůže. 150g ječného chleba Mr. Barley (3 krajíčky) obsahuje 3g beta - glukanů. Pravidelná konzumace tohoto množství beta – glukanů přispívá k udržení normální hladiny cholesterolu v krvi (zdravotní tvrzení, garantované organizací EFSA – European Food Safety Authority, 2009). Tento ječný chléb neobsahuje žádné chemické konzervační látky ani barviva (Hrušková, 2011).

3.18.2. BETAchléb s ječmenem

BETAchléb je pekařský polotovar s ječmenem. Myšlenkou bylo připravit směs s co nejvyšším obsahem ječných složek tak, aby pekař nemusel slevit ze svých pekařských návyků při výrobě tradičních pšeničnožitných chlebů a aby zákazník nemusel slevit ze svých zvyklostí při konzumaci koupěného chleba. Směs BETAchléb z ječmene obsahuje ječnou mouku a upravené ječné zrna v množství 20 % - počítáno na celkovou mouku v receptuře. I v tomto množství se podařilo zajistit, aby těsto bylo normálně strojně i ručně zpracovatelné, bylo nelepivé, kynulo v běžných ošátkách a zákazníci měli ke konzumaci klasický bochník. Ječné zrna je součástí směsi, což je velkou výhodou pro pekaře. Chleba obsahuje 6% vlákniny a potřebný 1g beta – glukanů v porci 125g (Hertel, Šimek, 2014).

3.18.3. Ječmánek

V roce 2014 zahájila společnost BEAS výrobu dvou nových výrobků s názvem Ječmánek ze směsi od společnosti SEMIX PLUSO s výrazným podílem ječné mouky (Jirčík, 2014). Ječmánek je určen k výrobě drobného pečiva a opět byl při vývoji směsi kladen důraz na jednoduchost pekařské výroby, charakter střídy a chuť pečiva (ječné zrna je opět součástí směsi). Pečivo s obsahem ječmene se totiž vyznačuje zvláštní vůní a chutí, je lehce sladově nasládlé (Hertel, Šimek, 2014). Rohlík Ječmánek se vyrábí ve tvaru zaobleného rohlíku a bageta Ječmánek ve tvaru dlouhé štíhlé bagety. Oba tyto výrobky byly uvedeny na trh na jaře roku 2014 (Jirčík, 2014). Pečivo vyrobené podle doporučené pekařské receptury taktéž splňuje podmínky pro zdravotní tvrzení o beta – glukanech (Hertel, Šimek, 2014).

3.18.4. Další výrobky

Dále se z ječmene vyrábí ječné panettone (bábovka), vdolky nebo muffiny (Sluková, 2011).

3.19. Ječmen pro mlékárenství, gastronomii a masnou výrobu

3.19.1. Výživové výhody mléčných výrobků s ječmenem

Obiloviny jsou také velmi důležitým zdrojem bílkovin. V celosvětovém průměru bylo odhadováno, že přibližně 50 % bílkovin pro lidskou výživu je získáváno z obilnin. Výživový význam obilných bílkovin tedy není zrovna zanedbatelný a z tohoto hlediska je důležité si uvědomit, že všechny obilné bílkoviny nejsou biologicky zcela plnohodnotné.

Hlavní biologická nedostatečnost obilných bílkovin spočívá v nízkém obsahu aminokyseliny lysinu. Lysin plní v lidském organismu řadu důležitých funkcí: blokuje účast lipoproteinu při tvorbě cévních usazenin a tím je částečně prevencí před vznikem arteriosklerózy. Dále je schopen podporovat tvorbu svalů a vytvářet kolagen, který je potřebný při obnově poškozených míst cév. Napomáhá také při vstřebávání vápníku, čímž podporuje zdravé a pevné kosti a zároveň podporuje produkci růstového hormonu. Jeho využití je také spojováno s léčbou operu a celkovou podporou imunitního systému. Lysin si lidské tělo nedokáže samo vyrobit, a proto jej musí přijímat ve stravě. Dospělý člověk potřebuje asi 14mg lysinu na kilogram tělesné váhy denně a děti potřebují asi 44mg na kilogram tělesné váhy denně.

Je to nejvíce limitující aminokyselina ve všech tradičních obilovinách a z hlediska zdravotního efektu reprezentovaného podílem lysinu jsou s výjimkou ovsu nejlepší ječmen a žito. Obsah lysinu je dosti variabilní a je ovlivněn především odrůdou a klimatickými podmínkami.

Bylo vyvinuto několik směsných výrobků: tavený sýr s přísadou 15 % ječných krupek, tvarohové pomazánky s přísadou 5 % různých ječných polotovarů (krupky, fermentované mouky apod.).

Z hlediska bilance lysinu se jeví velmi výhodný tavený sýr s ječnými krupkami. Ve 100g této směsi je 85g sýra, který obsahuje v průměru 2,13g lysinu a 15g ječmene s obsahem průměrně 0,05g lysinu. Celkem tedy konzumací 100g tohoto sýra získáme cca 2,2g lysinu, což pokrývá více než doporučenou denní dávku lysinu pro dospělého muže. Pro srovnání při konzumaci 100g samotných ječných krup získáme cca 0,3g lysinu a pro naplnění doporučené denní dávky bychom jich museli zkonsumovat cca 500g. Při konzumaci 100g tvarohu s 5 % ječných polotovarů získáme 0,95g lysinu, v případě konzumace 100g jogurtu získáme cca 0,3g lysinu. Příspěvek lysinu obsaženého v přidaných 5 % ječných produktech je v těchto případech nízký (cca 0,02g). U směsného tvarohového desertu tak získáme přibližně 68% doporučené dávky, v případě konzumace 100g jogurtu to bude asi 21 % doporučené dávky.

Bilance beta – glukanů: např. ve 100g taveného sýra s 15 % ječné složky by byl obsah beta – glukanů 600mg, takže můžeme tavený sýr s ječnou přísadou považovat za jejich vhodný zdroj. Obsah využitelných sacharidů může být v tomto případě cca 11g. Na 30g využitelných sacharidů tedy připadá cca 1,6g beta – glukanů. Pro tento výrobek tedy nelze použít zdravotní tvrzení podle nařízení EU č. 432/2012, kde se požaduje minimální obsah 4g beta – glukanů na 30g využitelných sacharidů. V tvarohové směsi s 5 % ječné složky by byl obsah beta – glukanů 200mg ve 100g a i tuto dávku tedy můžeme považovat za užitečnou.

Kombinované mléčné výrobky s ječnou přísadou mohou pokrývat celou nebo podstatnou část doporučené denní dávky lysinu a současně mohou významným podílem přispívat k bilanci beta – glukanů. I když nesplňují požadavek pro zdravotní tvrzení o omezení nárůstu glukózy v krvi nebo k udržení normální hladiny

cholesterolu v krvi, při jejich časté konzumaci by se nepochybně tyto účinky daly předpokládat. Přitom konzumace těchto směsných výrobků je pro spotřebitele podstatně příjemnější než konzumace samotné ječné stravy (Příhoda, 2014).

3.19.2. Ječmen v tavených sýrech

Tavené sýry patří z nutričního hlediska jakožto jedna z kategorií mléčných výrobků mezi významné zdroje živočišných bílkovin, minerálních látek zejména vápníku a dalších pro lidský organismus důležitých prvků. Pro všechny tyto vlastnosti se tavený sýr jeví jako velmi vhodný pro kombinaci právě s ječmenem, protože ječmen patří pro své nutriční vlastnosti mezi nejpěstovanější obilovinu, zejména pro svůj vysoký obsah rozpustné vlákniny a její hlavní složky beta – glukanu, kterou mléčné výrobky nabídnout nemohou (Vítek, 2011).

3.19.3. Gladiátor – tavený sýr s ječnou perličkou

V případě taveného sýra s ječnou perličkou je přínos charakterizován nejen obsahem vlákniny, ale i dalšími příznivými vlastnostmi. Jedná se o produkt se sníženým obsahem tuku (proto jej lze charakterizovat jako nízkotučný) s přídavkem ječmene ve formě jemné ječné perličky a ječného fermentu. Tento produkt reflektuje požadavky konzumentů podle současných výživových trendů (tavený sýr s obsahem tuku v sušině nejvýše 30 %; přídavek tavicích solí v receptuře je technologicky nutný, tak aby zaručoval stálou a vyhovující konzistenci výrobku; obsah jedlé soli je přiměřený a má vliv na výraznou, příjemnou, plnou, slanou chuť výrobku; přídavek ječné perličky má vliv na jedinečné sensorické vlastnosti výrobku a přídavek ječného fermentu slouží jako náhrada za dříve používaný stabilizátor karagenan).

Ječmen dodává tavenému sýru zpestření ve formě nevšední příchuti, která celkový dojem pozitivně doplňuje. Je však nutné obezřetně stanovit množství přidaného ječmene, neboť jeho zvýšený objem ovlivňuje chuť výrobku velmi negativně (vzorek s vyšším obsahem ječmene v testování jasně neuspěl). Stejně jako chuť ani aromatictější a výraznější vůně není vnímána pozitivně.

Navzdory všem obecně známým mýtům je tavený sýr vhodný i pro správný růst a vývoj dětí, a to především díky obsahu vápníku a plnohodnotných živočišných bílkovin. I přes obsah tavicích solí, které jsou vnímány jako škodlivé, není nutné předpokládat negativní důsledek na organismus dětí. Při rozumné spotřebě, vyvážené a pestré stravě by měl být i tavený sýr zařazen na jídelníček dětí. Výhodou tohoto produktu je přídavek ječné vlákniny ve formě ječných perliček a fermentu, který nahrazuje jiné běžně užívané stabilizátory. Vyšší obsah vlákniny (beta – glukanu) prospívá trávicímu traktu dítěte a nižší obsah laktózy je výhodou při intoleranci mléčného cukru. Jasnou výhodou je i možnost zařazení ječmene do jídelníčku dítěte nejen z edukativních důvodů, ale také z důvodu pestrosti stravy a vyváženosti výživy.

Na tomto projektu se společně podíleli zástupci Ústavu sacharidů a cereálií (VŠCHT) ve spolupráci se společnostmi Milcom a Tany. Do projektu byla angažována také Ekonomická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích a jejím úkolem bylo postarat se o marketingové zázemí celého projektu. Vyústěním všech společných aktivit byla účast tohoto produktu na soutěži o nejlepší inovaci v potravinářství EcoTrophelia ČR 2012, kde byl potenciál taveného sýra s ječnou perličkou oceněn vítězstvím. Následně proto projekt dostal šanci soutěžit i v evropském kole soutěže – EcoTrophelia Europe 2012, konaném v Paříži, v rámci proslulého veletrhu SIAL. Dokonce i zde si prototyp nového taveného sýra

s přídavkem ječmene vysloužil mnoho pozornosti a zdařile reprezentoval potravinářský vývoj a výzkum České republiky (Volfová, Vojtko, 2014).

3.19.4. Další výrobky

Dále se ječmen může využívat při výrobě jogurtů a čerstvých sýrů ve formě různých druhů ječných perel (jogurty - sladké, slané, se skořicí, s rozinkami, s ořechy a medem; čerstvé sýry – jemné slané, hrubé slané, jemné s paprikou nebo hrubé s paprikou), které zvyšují obsah vlákniny v těchto výrobcích.

Ječmen se také může používat při výrobě pomazánek pro rychlá občerstvení opět ve formě různých druhů ječných perliček (s paprikou, s česnekem, s křenem, s celerem nebo s koprem).

V nedávné době ukázaly testy, že spojení ječmene a syrovátky zlepšuje vlastnosti výrobků obsahujících krev – neboť se lépe váže, takže se ječmen může využívat i k výrobě masných výrobků jako jsou paštiky, jitrnice nebo jelita. Jeho použití je stejně jako v předchozích případech ve formě různých druhů ječných perliček (Švehlová, 2011).

3.20. Výrobky pro cereální výživu

3.20.1. Ječné lupínky Slim line: jsou nejjednodušším cereálním výrobkem s beta – glukany uváděným do tržní sítě. Lupínky se mohou konzumovat samostatně nebo podle fantazie konzumenta.

3.20.2. Borůvkové müsli: je ječný výrobek obsahující beta – glukany, který svým složením vyhovuje i diabetické dietě.

3.20.3. Ječná kaše: Ječná kaše hrušková a Ječná kaše čokoládová jsou dalšími výrobky jako obdoby kaší ovesných. V sypkém stavu obsahují 70 %, respektive 65 % ječného podílu. Jedná se o instantní výrobky, které před konzumací stačí zalít horkou vodou (Hertel, Šimek, 2014).

4. Závěr

Cílem této práce bylo zhodnotit potenciál ječmene jako funkční potraviny a to vzhledem k obsahu rozličných biologicky aktivních látek s možným farmakologickým využitím. Ječmen se používá k výrobě funkčních potravin. Tyto potraviny obsahují celou řadu látek, které mají na člověka a jeho organismus pozitivní vliv.

Hlavní zásluhu na zvyšování zájmu o konzumaci ječmene mají neškrobové polysacharidy (NSP), které tvoří podstatnou část dietní vlákniny. Je uvedeno, že v ječmeni je 15 – 24 % dieteticky hodnotné vlákniny (vlákniny potraviny). Z toho zaujímají NSP až 86 %. Přičemž asi 56 % tvoří beta – glukany (BG), 23 % tvoří arabinoxylany, 15 % celuloza a 6 % lignin. Konzumace potravin s vysokým obsahem vlákniny je doporučována pro modulaci hladiny glukózy v krevním séru, při některých formách diabetu (především typu 2.), má také za následek snížení hladiny cholesterolu a v séru je prevencí kardiovaskulárních chorob. Její konzumace také vede ke zvýšení objemu stolice a tedy i ke zkrácení doby průchodu zažívacím traktem. Nejdůležitější je omezení kontaktu škodlivin ve stolici se střevní stěnou, která bývá nejčastěji postižena rakovinným bujením. Zvláštní formou vlákniny potraviny s prebiotickým účinkem je tzv. rezistentní škrob, který má kladný účinek zejména v prevenci onemocnění tlustého střeva.

Velmi důležité jsou také účinky látek, které jsou obsaženy v mladých rostlinách ječmene. Jedná se o enzymy, antioxidanty, zásadité látky a chlorofyl.

Enzymy se účastní všech biochemických procesů v organismu, a proto velmi ovlivňují zdravotní stav. Posilují optimální funkci imunitního systému, uplatnění nacházejí i při zánětlivých procesech a také chrání před zraněními. Jestliže k nějakému zranění dojde, tak napomáhají k hojení ran a rychlejší regeneraci po úrazech nebo operacích. Význam mají také v boji s rakovinným bujením. Mají schopnost rozpoznat a rozpustit rakovinou buňku, která je následně z organismu odstraněna a také snižují pravděpodobnost vzniku metastáz.

Antioxidanty hrají důležitou roli v lidském těle při vyrovnávání poměru mezi kyselinami a zásadami. Nepoměr mezi kyselinami a zásadami se nazývá oxidační stres, který se podílí na procesu stárnutí a na vzniku minimálně několika desítek chorob jako například ateroskleróza, rakovina, Crohnova choroba, kardiovaskulární choroby a mnoho dalších.

Zásadité látky vznikají spojením s minerálními látkami jako vápník, sodík, draslík, hořčík, nebo spojením se stopovými prvky jako je chrom, železo, zinek, mangan. Jak už bylo zmíněno u antioxidantů v těle je velmi důležitá rovnováha mezi kyselinami a zásadami. V ideálním případě by lidský organismus měl mít lehce zásaditý charakter, ale ve většině případů dochází k jeho překyselení, neboli acidóze. Překyselení má vliv na oslabení imunitního systému, který pak není schopen se vypořádat s různými patogeny. Překyselení jako trvalý stav má za následek vznik mnoha chorob, mezi které patří například ekzém, paradentóza, migréna, dna, ledvinové kameny i rakovina. Překyselení organismu často trvá i celé roky, takže nestačí pouze zvýšit příjem zásadité potraviny v podobě ovoce a zeleniny a omezit konzumaci kyselinotvorných potravin. Řešení se nabízí v podobě přidání zelených potravin do stravy, protože patří mezi nejvíce zásadotvorné potraviny a obsahují vysoký podíl minerálních látek a stopových prvků, kterých je v potravě nedostatek.

Chlorofyl je nepostradatelný pro průběh fotosyntézy a právě tato role z něj činí jednu z nejdůležitějších přírodních látek na zemi. Uplatnění nachází například při krvetvorbě, protože zvyšuje počet červených krvinek a zlepšuje přenos kyslíku. Další jeho přínos spočívá v rychlejší hojení ran. Aplikace chlorofylu na otevřenou

ránu zabraňuje infekci, zmírňuje krvácení, snižuje bolestivost ran, urychluje hojení a minimalizuje tvorbu jizev. U povrchových zranění zmírňuje svědění a podrážděnost. Potencionální využití má i v hojení popálenin, a to nejen při popáleninách způsobených teplem, ale i radiací nebo kyselinami. Pozitivní vliv má i na různá onemocnění kůže. Úspěchy zaznamenává také v léčbě kožních vředů, impetiga, akné a příznivě působí na léčbu atopického ekzému. Mezi jeho další známé vlastnosti patří schopnost neutralizovat tělesné pachy. Užíváním chlorofylu se snižuje zápach z úst po požití jídla, alkoholu nebo tabáku, zápach z tělesného potu, moči, stolice i menstruace.

Mladý zelený ječmen představuje komplex všech důležitých látek, bez kterých se naše tělo neobejde. Jeho užíváním se může upustit od užívání jiných potravinových doplňků – jednotlivých minerálů nebo vitamínů. Díky zelenému ječmeni se doplní vše na ráz. Účinky mnoha vitamínů a minerálů se navíc vzájemně doplňují a podporují, proto je mnohem lepší užívat je v jediném přípravku než izolovaně. Pro naše tělo představuje mladý ječmen snadno vstřebatelnou formu těchto látek a navíc se dá užívat i dlouhodobě.

Pro výrobu funkčních potravin jsou nejlepší odrůdy ječmene s bezpluchým typem zrna. Zvýšený zájem spotřebitelů o využívání nutričních a zdravotně preventivních vlastností ječného zrna ve výživě lidí se v posledních letech projevilo i v rozšíření činností mnoha šlechtitelských firem, které se zaměřují na pěstování právě těchto odrůd. Využití bezpluchého ječmene ve své podstatě představuje nejjednodušší způsob, jak spojit nutriční přednosti ječmene s výhodami, které poskytuje strava na bázi celozrnných cereálií. Na území České republiky jsou v současnosti registrovány dvě odrůdy ječmene jarního s bezpluchým zrnem. První z nich byla registrována již v roce 2009 a nazývá se AF Lucius. Novinkou, která byla navržena k registraci v roce 2014, je odrůda bezpluchého ječmene zkoušená ve státních registračních pokusech pod označením KM 2084 a nese název AF Cesar.

Vývoj a studium nových genetických zdrojů pro šlechtění odrůd bezpluchého ječmene určených pro výživu lidí stále pokračuje. Současně s tím, jak se objevují nové informace o dalších bioaktivních látkách, nutričně významných látkách v zrně ječmene, snaží se pracovníci z oblasti výzkumu a šlechtění vytvářet nové odrůdy. Ve světě vyráběné ječné potraviny dokazují, že už v současné době existuje opravdu široká škála možností pro začlenění ječmene do našich jídelníčků. V dnešní době jsou lidé neustále stresováni a vystavováni různým škodlivinám z potravy a ovzduší. Všechny tyto faktory a mnohé další mají na náš organismus negativní vliv a mohou způsobovat různé choroby nebo onemocnění. Pravidelnou konzumací výrobků z ječmene lze velkému množství chorob a onemocnění předcházet. Dá se tedy předpokládat, že s rostoucí osvětou zaměřenou na ječmen a jeho význam pro lidský organismus bude obliba v konzumaci ječných výrobků stále stoupat.

5. Seznam literatury

- BASAŘOVÁ G. et al., (1985): Sladařství a pivovarství. SNTL, Praha, 256 str.
- BHATTY R. S., (1993): Nonmalting uses of barley, In Barley: Chemistry and Technology, eds. A. W. MacGregor and R. S. Bhatt. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists, 355-417.
- BŘEZINOVÁ BELCREDI N. et al.,(2007): Effect of zinc application on the activity of antioxidative enzyme superoxide dismutase in barley. Kvasny Prum. 53, s. 315.
- ČERNÝ L. et al.,(2007): Jarní sladovnický ječmen: Pěstitelský rádce. Kurent, s.r.o., Praha, 39 str. ISBN 978-80-87111-04-8.
- DALLEN M., (2010): Zelené potraviny, když jídlo je naším lékem: mladá pšenice, mladý ječmen, alfalfa, chlorela, spirulina, mořské řasy, zelenina. Ratio Bona, Praha 5, 113 str. ISBN 978-80-254-4590-7.
- DUDÁŠ F. et al., (2002): Technologie kvasného průmyslu, MZLU Brno, 135 s.
- DVOŘÁČKOVÁ S., (2002): Chemie na dlani. Rubico, Olomouc, 171 str. ISBN 80-85839-70-9.
- EHRENBERGEROVÁ J., (1996): Perspektivy nesladovnického typu ječmene, Habilitační práce, MZLU Brno, 1996, 93. s.
- EHRENBERGEROVÁ J. et al., (1999): Bezpluchý ječmen – zdroj nutričně cenných látek. Sborník z 30. konference České společnosti chemické OS pro agr. A potr. Chemii, Skalský Dvůr.
- EHRENBERGEROVÁ J. et al., (2006): Vlivy působící na obsah neškrobových polysacharidů. Chemické listy 100, s. 841.
- GRANFELDT Y. et al., (2000): An examination of the possibility of lowering the glykemic index of oat and barley flakes by minimal processing. Journal of Nutrition, 130, 9: 2207-2214.
- HAVLOVÁ P., (1999): Hydrolytické a oxidoredukční enzymy ječného sladu. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 43 str. ISBN 80-7271-040-0.
- HERTEL V., ŠIMEK J., (2014): Renesance ječmene 2015: Ječný program ve společnosti Semix Pluso, spol. s r. o. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, str. 57-59. ISBN 987-80-88019-01-5.
- HONSŮ I., (2011): Renesance ječmene 2012. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, 31 str. ISBN 987-80-905096-0-3.

HRUŠKOVÁ M., (2014): Renaissance ječmene 2015: Těstoviny s ječmenem a konopím. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, str. 30-34. ISBN 987-80-88019-01-5.

CHILLO S. et al., (2010): Glycemic response and glycemic index of semolina spaghetti enriched with barley beta – glucan. Nutrition.

CHOI J. S. et al., (2010): Consumption of barley beta – glucan ameliorates fatty liver and insulin resistance in mice fed a high – fat diet. Mol Nutr Food Res; 54 (7): 1004-13.

CHOO T. M. et al., (2001): Genetic analysis of a hulless x covered cross of barley using doubled – haploid lines. Crop – Science, 41, 4: 1021-1026.

JIRČÍK L., (2014): Renaissance ječmene 2015: Ječný program ve společnosti Beas, a. s. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, str. 62-63. ISBN 987-80-88019-01-5.

JOURNAL OF THE AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION (2009): Position of the American Dietetic Association: Functional foods, 109: 735 – 746.

KALACH P., (2003): Funkční potraviny – kroky ke zdraví. Dona, České Budějovice, 130 str. ISBN 80-7322-029-6.

KAVINA K., (1930): Obilí. Státní nakladatelství, Praha, 185 str.

KINCL M., KRPEŠ V., (2000): Základy fyziologie rostlin. Montanex, Ostrava, 221 str. ISBN 80-7225-041-8

KIM H. et al., (2009): Glucose and insulin responses to whole grain breakfast varying in soluble fiber, beta – glucan: a dose response study in obese women with increased risk for insulin resistance. Eur J Nutr; 48 (3): 170-5.

KOSAŘ K., PROCHÁZKA S. et al., (2000): Technologie výroby sladu a piva. Praha. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., Praha, 393 str. ISBN 80-902658-6-3.

KUČEROVÁ J, (2004).: Technologie cereálií. MZLU Brno. 1. vyd., 14

KUBINEC S., KOVÁČ K., et al., (1998): Progresívne technológie pestovania jarného jačmeňa. Výzkumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany.

KUNOVÁ V., (2011): Renaissance ječmene 2012: Praktické využití ječmene v prevenci a léčbě nadváhy a obezity. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, str. 28-30. ISBN 987-80-905096-0-3.

LEKEŠ J., VACULOVÁ K., (1981): Možnosti využití forem s nahým zrnem v procesu tvorby produktivních genotypů krmného jarního ječmene. Sbor. ÚVTIZ, Genetika a Šlechtění 17, 4: 277-286.

MACGREGOR A. W., BHATY R. S., (1993): Barley: Chemistry and Technology. AACC, St. Paul, Minnesota, USA. ISBN 0-913250-80-5.

MEIN E. A., (1993): Klíče ke zdraví: Zlatá kniha receptů Edgar Cayce. ARICA, Turnov, 246 str. ISBN 80-901314-4-1.

MIEHLKE K., WILLIAMS M.,(1999): Enzymy: stavební kameny života: jak působí, pomáhají a léčí. Wald Press Edition, Praha, 272 str. ISBN 80-238-8167-1.

MINDELL E., MUNDIS H., (2010): Nová vitaminová bible: vitaminy, minerální látky, antioxidanty, léčivé rostliny, doplňky stravy, léčebné účinky potravin i léky používané v homeopatii. Ikar, Praha, 572 str. ISBN 978-80-249-1419-0.

MOŠTEK J., (1975): Sladařství. SNTL, Praha , 478 str.

MURRAY R. K., (2002): Harperova Biochemie. H & H, Jihočany, 872 str. ISBN 80-7319-013-3.

NEWMANN R. K. et al., (1989): The hypocholesterolemic function of barley beta – glukans. Cereal Foods World 34, s. 883 – 886.

NEWMANN R. K. et al., (1991): Growth and lipid metabolism as affected by feeding of hulles barleys with and without supplemental alfa – glukos. Plant Foods for Human Nutrition 41: 371-380.

ODBOR ROSTLINNÝCH KOMODIT MZe ČR (2014): Situační a výhledová zpráva obiloviny.

PAPAS A., (2001): Vitamin E: zázračný antioxidant při prevenci a léčbě srdečních chorob, rakoviny a stárnutí. Pragma, Praha, 380str. ISBN 80-7205-773-1.

PELIKÁN M. et al., (2004): Technologie kvasného průmyslu. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, 129 str. ISBN 80-7157-578-X.

PELIKÁN M., (2006): Ječmenářská ročenka 2007: Nepivovarské využití ječmene. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha, str. 163-171. ISBN 80-86576-22-1.

POLÁK B. et al., (1998): Základy pěstování a zpracování sladovnického ječmene. Institut výchovy a vzdělávání Mze ČR, Praha, 38 str. ISBN 80-7105-166-7.

PRUGAR, J., (1999): Nutriční hodnota obilovin a jejich význam v lidské výživě. Výživa a potraviny, roč. 54, č. 4, 22-23 s. ISSN 1211-846X.

PRUGAR J. et al., (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha, 327 str. ISBN 978-80-86576-28-2.

PŘÍHODA J., (2014): Renaissance ječmene 2015: Výživové hodnoty mléčných výrobků s ječmenem. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, str. 27-29. ISBN 987-80-88019-01-5.

PSOTA V., VEJRAŽKA K., (2006): Fyzikální vlastnosti obilek ječmene a zrn sladu, Kvasný průmysl, sv. 52, č. 5, MZLU Brno, str. 148-150.

PSOTA V., EHRENBERGEROVÁ J., (2008): Ječmen. S. 116-132. In PRUGAR, J.: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha Výzkumný ústav pivovarský a sladařský ve spolupráci s Komisí jakosti rostlinných produktů ČAZV, 327 s.

RACEK J., (2003): Oxidační stres a jeho ovlivnění. Galén, Praha, 89 str. ISBN 80-7262-231-5.

RATHOUSKÝ V., (2007): Kniha o nápoji z trávy II. Green Ways s.r.o., Staré Město, 75 str. ISBN 978-80-254-3123-8.

RATHOUSKÝ V., (2008): Chlorella pyrenoidosa: učebnice zelených potravin. Green Ways s.r.o., Staré Město, 103 str. ISBN 978-80-254-3143-6.

ROSSNAGEL B. G., (2000): Hulled barley – Western Canada's corn. Proceedings of the 8th International Barley Genetics Symposium, Adelaide, Australia, vol. 1, Invited papers: 135-142.

SHIBAMOTO T. et al., (1997): Možnosti potlačení aterosklerózy pomocí flavonoidů izolovaných ze zelených výhonků ječmene. ACS Symposium, San Francisco, část 702.

SLUKOVÁ M., (2011): Renaissance ječmene 2012. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, 31 str. ISBN 987-80-905096-0-3.

SOBOTKA M. et al., (1958): Atlas obilnin československých povolených a rajonizovaných odrůd. 1 vyd. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 280 str.

STRIEGL M., ŽÍDKOVÁ D., (1993): Základy pěstování krmného ječmene. Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství ČR, Praha, 58 str. ISBN 80-7105-055-5.

SWANSTON J. S. (1997): Waxy Starch Barley Genotypes with Reduced beta – Glucan Contents. Cereal Chem. 74 (4): 452-455.

ŠPALDON E. et al., (1986): Rostlinná výroba. Vyd. 1. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.

ŠROLLER J. et al., (1997): Speciální fytotechnika: Rostlinná výroba. 1. vyd. EKOPRESS s.r.o., Praha, 205 str. ISBN 80-86119-04-1.

ŠTÍPEK S. et al., (2000): Antioxidanty a volné radikály ve zdraví a v nemoci. Grada, Praha, 314 str. ISBN 80-7169-704-4.

ŠVEHLOVÁ D., (2011): Renaissance ječmene 2012: Ječmen pro mlékárenství, gastronomii a masnou výrobu. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, str. 22-24. ISBN 987-80-905096-0-3.

TEPPERWEIN K., (2005): Pryč s kyselostí – Jak udržet kyselé a zásadité látky v těle v rovnováze, Tajemství dlouhověkosti. Noxi, Bratislava, 207 str. ISBN 80-89179-17-7.

TLÁSKAL P., GABROVSKÁ D., (2011): Renesance ječmene 2012: Zdravotní aspekty konzumace ječmene. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, str. 26-28. ISBN 987-80-905096-0-3.

VACULOVÁ K., (1999): Netradiční využití ječmene pro přímou lidskou výživu. Farmář, 5 (10), 16-18.

VACULOVÁ K. et al., (2003): Vliv biologických znaků na produktivitu genetických zdrojů bezpluchého jarního ječmene. Sborník referátů a posterů z odborné konference: Výzkum minoritních obilnin v ČR a jejich uplatnění v lidské výživě, VÚRV, Praha, 8-15.

VACULOVÁ K., (2006): Ječmenářská ročenka 2007: Morfologická, biologická a nutriční specifika bezpluchého ječmene. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha, str. 199-218. ISBN 80-86576-22-1.

VACULOVÁ K., (2014): Renesance ječmene 2015: Bezpluchý ječmen a perspektivy jeho využití v potravinářství. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, str. 8-15. ISBN 987-80-88019-01-5.

VILIKOVSKÝ V., (1947): Zemědělská technologie. Ministerstvo zemědělství ČSR, Praha, s. 687.

VITAGLIONE P. et al., (2009): Beta – Glucan enriched bread reduces energy intake and modifies plasma ghrelin and peptide YY concentration in the short term. *Appetite*; 53 (3): 338-44.

VÍTEK K., (2011): Renesance ječmene 2012: Ječmen v tavených sýrech. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, str. 24-25. ISBN 987-80-905096-0-3.

VOLFOVÁ H., VOJTKO V., (2014): Renesance ječmene 2015: Gladiátor – tavený sýr s ječnou perličkou. Publikace České technologické platformy pro potraviny, Praha, str. 42-49. ISBN 987-80-88019-01-5.

WRIGLEY C., (2004): *Encyclopedia of Grain Science*, vol. 1. Elsevier Ltd., 415 str. ISBN 0-12-765490-9.

ZAWISTOWSKI J., (2011): *Legislation of functional foods in Asia. Functional foods: Concept to product*, 2nd edition: 73 – 108.

ZEKOVIC D. B. et al., (2005): *Natural and Modified (1→3)-β-D-Glucans in Health*

Promotion and Disease Alleviation. *Critical Reviews in Biotechnology*, roč. 25, č. 4, s. 205-231.

ZEVLOVÁ V., (2013): Funkční potraviny ve výživě člověka. Bakalářská práce, ZF JU, České Budějovice, 52 str.

ZIMOLKA J. et al., (2006): Ječmen – formy a užitkové směry v ČR. Profí Press, Praha, 200 str. ISBN 80-86726-18-5.

5.1. Internetové zdroje

Internetový zdroj č. 1:

<http://www.biolib.cz/cz/taxon/id652513/>, staženo dne 16. 1. 2015.

Internetový zdroj č. 2:

<http://www.limagrain-cereals.cz/rejstrik-jecmen-jarni>, staženo 23. 1. 2015.

Internetový zdroj č. 3:

<http://www.csiro.au/files/files/p2ji.pdf>, staženo 12. 2. 2015.

Internetový zdroj č. 4:

<http://www.zeleny-mlady-jecmen.cz/>, staženo 13. 3. 2015.

Internetový zdroj č. 5:

<http://www.vitalvibe.eu/cs/zelene-potraviny/166-mlady-jecmen-bio-prasek-200-g.html>, staženo 21. 3. 2015.

Internetový zdroj č.6:

<http://www.bobdvorak.cz/co-nabizim/mlady-zeleny-jecmen/>, staženo 4. 4. 2015.