

Mendelova univerzita v Brně
Agromická fakulta
Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství



Hodnocení agrokomodity ječmen jarní z hlediska využití na trhu
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Doc. Ing. Radim Cerkal, Ph.D.

Vypracoval:
Jakub Spousta

Brno 2015

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou prací na téma: „Hodnocení agrokomodity ječmen jarní z hlediska využití na trhu“ vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

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

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

V Brně dne:.....

Podpis bakaláře:

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Radim Cerkalovi, Ph.D. a paní prof. Ing. Jaroslavě Ehrenbergerové, CSc., za odborné vedení při vypracování bakalářské práce, za jejich cenné rady a odborné připomínky k dané problematice.

ABSTRAKT

Bakalářská práce na téma „Hodnocení agrokomodity ječmen jarní z hlediska využití na trhu“, popisuje význam pěstování ječmene jarního v České republice. V první části práce je stručný literární přehled o sladovnickém ječmeni, odrůdách sladovnického ječmene, hodnocení sklizeného zrna a významu plodiny z pohledu sladařství a pivovarnictví. V práci je dále porovnáván vývoj tržní ceny sladovnického ječmene, produkce a exportu a pěstitelský i ekonomický přínos produkce této plodiny a rentabilitu pěstování.

Klíčová slova: sladovnictví, ječmen jarní, sladovnický ječmen, produkce, slad

ABSTRACT

Bachelor thesis on the topic of "Evaluation of an agrocommodity barley in terms of its usage in the market", describes significance of barley growing in the Czech Republic. In the first part of the work there is a brief literary overview of malting barley, types of malting barley, evaluation of cropped seed and significance of the crop from a perspective of malting and brewing. Furthermore in the work there is an insight into comparison of development of market price of malting barley, a production and export and both floricultural and economic contribution of production of this crop and growing profitability.

Key words: malting, barley, malting barley, production, malt

Obsah

1	ÚVOD	8
2	CÍL PRÁCE	10
3	LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1	Základní charakteristika ječmene	11
3.1.1	Základní botanická a biologická charakteristika ječmene	11
3.1.2	Kořenová soustava	11
3.1.3	Stéblo, odnože	12
3.1.4	Listy	13
3.1.5	Květenství a květ	13
3.1.6	Obilka	14
3.1.7	Chemické složení zrna ječmene	15
3.2	Hodnocení sladovnického ječmene v České republice	17
3.2.1	Hodnocení technologické kvality	17
3.2.2	Zkoušení ječmene jarního pro registrační řízení	19
3.2.3	Zkoušení pro seznam doporučených odrůd 2014	21
3.2.4	Hodnocení sklizeného zrna	23
3.2.5	Poškození obilek ječmene	24
3.3	Sladařství	24
3.3.1	Suroviny	25
3.3.2	Druhy sladu	27
3.3.3	Netradiční suroviny a náhražky sladu	27
3.4	Chráněné zeměpisné označení České pivo	29
4	MATERIÁL A METODIKA	30
5	VÝSLEDKY	31
5.1	Ječmen jarní	31
5.1.1	Osevní plochy	31
5.1.2	Produkce a výnosy ječmene jarního	33
5.1.3	Realizační cena zrna ječmene jarního	36
5.1.4	Rentabilita pěstování ječmene jarního	38
5.1.5	Dovoz ječmene jarního	40
5.1.6	Vývoz ječmene jarního	41
5.2	Slad	42

5.2.1	Produkce sladu	42
5.2.2	Ekonomická hlediska výroby sladu	43
5.2.3	Vývoz a dovoz sladu.....	45
6	ZÁVĚR	46
7	PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY	48

1 ÚVOD

Sladovnický ječmen je jednou z netradičnějších obilovin v ČR. K výrobě sladovnického ječmene se přistupuje s cílem zajistit kvalitní slad jako primární surovinu pro výrobu piva. Ač první zmínky o výrobě piva v našich krajích se datují už na konec prvního tisíciletí našeho letopočtu, české pivo si získalo za posledních 200 let velice významnou pozici na pivním trhu a to nejenom z důvodu technologické nápaditosti a vyzrálosti, ale právě pro vysokou kvalitu českých a moravských sladů. Šlechtitelé z ČR, zejména Moravy mají významný podíl na šlechtění odrůd sladovnického ječmene. Již v letech 1849-1944 působil na Hané Emanuel Proskowetz, který vyšlechtil první odrůdu sladovnického ječmene. Jednalo se odrůdu Hanácký Pedigree. Ing. Josef Bouma, CSc., docent Vysoké školy zemědělské v Brně vyšlechtil pak v roce 1967 odrůdu ječmene Diamant, která se dostala do rodokmene více jak stovky odrůd v celém světě.

Za jeden z nejvýznamnějších mezníků ve výrobě českého piva je obecně považován rok 1842 kdy byl vybudován Plzeňský měšťanský pivovar který produkoval výrobu piva spodním kvašením. Tato technologická operace zajistila nové vzeření zlatavého moku. Průlomová kvalita zlatožlutého nápoje se smetanovou pěnou a výraznou podbízivou chmelovou chutí si jednoznačně začal říkat o uznání ve většině destinací tohoto světa. V současné době tak zvané globalizace, český slad i české pivo se ctí odolává tlaku právě takzvaných „europiv“.

České sladovnictví a pivovarnictví plní významnou úlohu nejenom v produkci sladu a piva, ale i v ekonomice státu. Sladovny a pivovary zaměstnávají nezanedbatelné množství pracovníků a to platí i pro oblast služeb a obchodu, které na sladovny a pivovary navazují.

V České Republice se v současnosti nachází 30 sladoven, které mají výrobní kapacitu 567 tisíc tun sladu. V roce 2013 se v těchto sladovnách vyrobilo přibližně 531 tisíc tun sladu. Obchodní sladovny vyprodukují až 78 % z celkové produkce sladu u nás. Z toho největším producentem sladu v ČR jsou SLADOVNY SOUFFLET ČR, a.s které vyrábí celkem 350 tis. tun sladu a na tuzemské produkci se podílejí 65 %, na celkovém exportu českého sladu potom 93 %. Největší sladovnou je sladovna Nymburk s kapacitou

108 000 tun, pivovarské sladovny vyrobí 22 % sladu, jejich největší sladovna je v Plzni. Do zahraničí se vyváží přibližně polovina tuzemské výroby sladu, (v roce 2013 to bylo 253 650 tun, což je 48 % z celkové výroby sladu v ČR) Podíl ČR na světové výrobě sladu činí asi 2,5 % a na vývozu 4 %.

Z výše uvedených údajů je zřejmé jaký má sladařství význam a to jak pro pivovarnictví, tak pro samotné zemědělství. Nemalá pozornost je věnována i výzkumu v tomto odvětví. V Čechách se této problematice věnuje Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. (dále jen „VÚPS“) založený již v roce 1889. V Brně pak sídlí Sladařský ústav, patřící ke zmíněnému VÚPS. Nezastupitelnou úlohou v oblasti hodnocení nových odrůd sladovníckého ječmene zastává Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ). V kontextu uvedeného jsou v této práci popsány a zhodnoceny aspekty výroby sladovníckého ječmene - strategické komodity českého národního hospodářství.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je posouzení a zhodnocení agrokomodity ječmen jarní, především jako suroviny pro výrobu sladu. Bude sestavena literární rešerše k tématu, provedena analýza osevních ploch ječmene jarního, výnosů, bilance produkce agrokomodity, vyrobeného sladu, tržní zhodnocení komodity včetně podílu na exportu.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Základní charakteristika ječmene

3.1.1 Základní botanická a biologická charakteristika ječmene

Ječmen setý (*Hordeum vulgare L.*) patří k nejstarším zemědělským plodinám. Je to jednoletá plodina jarní nebo ozimé formy. Podle počtu řad v lichoklasu, který tvoří květenství, rozlišujeme typy ječmene na víceřadý (šestiřadý), dvouřadý a přechodný. Ke sladovnickým účelům se pěstuje tradičně ječmen dvouřadý, jarní formy, jsou však již v ČR registrovány i dvouřadé ozimé odrůdy (ŠAŠKOVÁ, ŠTOLGA., 1993).

Ječmen dvouřadý se vyskytuje v několika varietách, z nichž nejdůležitější jsou:

Varieta *nutans* (ječmen nící, háčkující) tvoří klas dlouhý 50 až 130 mm, má dlouhé, souběžné přiléhající osiny, v době zralosti se klas ohýbá (háčkuje). Patří sem většina sladovnických odrůd.

Varieta *erectum* (ječmen vzpřímený) má klas kratší, hustý, do plné zralosti vzpřímený, osiny v porovnání s varietou *nutans* více dostávají od vřetene.

Varieta *zeocrithon* (ječmen paví) tvoří klas krátký, velmi hustý, na bázi široký, který se k vrcholu zužuje. Obilky odstávají od vřetene, osiny vějířovitě odstávají.

Varieta *nudum* (ječmen nahý) - obilka nesrůstá s pluchami, při výmlatu zůstává asi 20 % obilek obaleno pluchami, které však rovněž nejsou srostlé s obilkou. Obilky se vyznačují nízkým obsahem vlákniny, vysokou krmnou hodnotou, v poslední době se uplatňují i jako potravina v cereální výživě (ZIMOLKA a kol., 2006).

3.1.2 Kořenová soustava

Růstové a produkční procesy ječmene jsou značnou mírou ovlivňovány mohutností a funkcí jeho kořenů. Ječmen, obdobně jako jiné druhy z čeledi lipnicovitých, tvoří svazčité kořeny, které jsou v porovnání s dvouděložnými rostlinami slabší a netloust-

nou. Z našich obilovin tvoří ječmen nejvyšší počet zárodečných (primárních) kořínků v počtu 4-10, nejčastěji 5-6, což závisí mj. na velikosti obilek (větší tvoří vyšší počet), typu (víceřadé nižší počet než dvouřadé) a formě ječmene (ozimé méně než jarní). Z bazálních podzemních uzlů (kolének) v době odnožování vyrůstají kořinky adventivní (sekundární). Jsou mohutnější a anatomicky odlišné od primárních kořínků. Jejich počet připadající na jednu odnož značně kolísá a v polních podmínkách se pohybuje mezi třemi až osmi. Kořinky, zvláště ve střední části, jsou porostlé četnými kořenovými vlásky, 1-3 mm dlouhými, které jsou těsně spojeny s půdními částicemi, jejich životnost je krátká, závislá na zásobení vláhou. Proto i kratší vláhový deficit během vegetace může nepříznivě ovlivnit růstové a produkční pochody. Zárodečné kořinky se podílejí na zásobení vláhou zvláště v období déle trvajících sucha podstatněji než kořinky adventivní. Zůstávají aktivní zpravidla až do konce vegetace.

Hloubka zakořenění je závislá rovněž na půdních vlastnostech (půdním druhu) i utužení ornice a podorničí, ve vlhké, podzolované a utužené půdě, kde je prostupnost kořenů snížena, je dosahován i nižší výnos zrna.

Při fázi metání, případně po odkvětu, ustává tvorba kořenů a postupně po zaschnutí stébel (uzrání rostliny) kořeny zasychají. Z výsledků sledování rozvoje kořenové soustavy vyplývá, že hmotnost sušiny kořenů ječmene jarního v hloubce ornice byla až 70-80 % a u ozimého okolo 90 %. Kromě zásobení půdy vláhou a živinami (jejich poměrem) a půdními vlastnostmi je tvorba kořenů významně ovlivněna i organizací porostu, tj. tvarem a velikostí úživné plochy a hustotou porostu (ZIMOLKA a kol., 2006).

3.1.3 Stéblo, odnože

Stéblo ječmene tvoří 4–8 článků (internodií), které jsou odděleny kolénky (nody) a dosahuje výšky 80 až 130 cm. Nejkratší internodia jsou spodní, nejdelší je nejvyšší internodium. Vlivem tvorby buněk meristematického pletiva umístěného v horní části kolének se internodia prodlužují. Zpravidla rostou tři nejvyšší internodia. Stěny stébla jsou na vnější straně pokryty pokožkou. Pod pokožkou je vrstva parenchymatického pletiva, následuje souvislý prstenec sklerenchymatického pletiva. Tlustostěnné buňky sklerenchymatického pletiva jsou zvláště na konci vegetace prostoupeny ligninem. Parenchymatickým pletivem je tvořena i vnitřní část stěny stébla. Ve stěně stébla jsou ve dvou

kruzích rozmístěny cévní svazky. Sklerenchymatická pochva objímá lýkovou část, která zvyšuje pružnost a pevnost stébla. Anatomická stavba stébla je ovlivněna odrůdou, vláhou a hnojením. Pružnost a pevnost stébla závisí na jeho mechanických vlastnostech zejména spodních internodií, jejich délce, případně počtu kolének. I ječmen, stejně jako jiné obilniny, tvoří z podzemního uzlu (odnožovacího kolénka) boční větve - odnože.

Odnože vznikají z pupenů ležících v úžlabí blanitých listenů (intravaginální větvení), z uzlů odnoží se tvoří odnože II., III. a dalších řádů. Intenzita odnožování je vlastností odrůdovou, ale ovlivňují ji i jiné faktory. Z odnožovacích uzlů vyrůstají další adventivní kořeny, takže odnože jsou později, z hlediska příjmu živin a vláhy, nezávislé na hlavním stéble. Při hlubokém setí se vytváří směrem od zrna k odnožovacímu uzlu jeden i více oddenkových článků. U některých forem ječmene se může stéblo větvit i z nadzemních kolének (ZIMOLKA a kol., 2006).

3.1.4 Listy

Listy má ječmen jen pravotočivé a jsou umístěny nad sebou ve dvou řadách. Z horní části kolénka vyrůstá pochva, která obepíná stéblo. V místě, kde pochva přechází v čepel, je zakončena blanitým jazýčkem, který je téměř rovný a po stranách vybíhá v dlouhá ouška, jež se vzájemně překrývají. Obilniny ve sterilním stavu rozeznáváme právě podle jazýčku a oušek. Listová čepel je u ječmene čárkovitě přímá, nejužší u horního (praporcovitého) listu. Listy mají světle zelenou barvu. Celková plocha listů ječmene jarního je přibližně 15 m²/m² půdy. Výnos zrna je více závislý na délce asimilační funkce listů (integrální listová plocha), kde se uplatňuje vedle výživy ječmene i zdravotní stav listů (význam ochrany proti listovým chorobám a škůdcům) (ZIMOLKA a kol., 2006).

3.1.5 Květenství a květ

Květenství ječmene je složený nerozvětvený klas (lichoklas). Stopky klásků jsou zkrácené až zakrnělé, klásky přisedají na větveno klasu v místě větvenového kolénka. K větvenovému kolénku přisedají vždy tři jednotlivé klásky. Dvouřadý ječmen má plodný pouze prostřední kvítek, víceřadý ječmen všechny tři kvítky. Klásek objímají dvě drobné plevy, které jsou na horním konci zakončeny osinkou. Květ je chráněn pluchou a pluškou. Na pluše vyrůstá osina dlouhá až 150 mm (existují formy i bez osin). Někte-

ré druhy mají špičky osin zbarvené antokyanem díky němuž jsou modrofialové. Osiny se podílejí na transpiraci a fotosyntéze, čímž ovlivňují výnos zrna a dehydrataci obilky ve fázi zrání.

Kvítek se skládá z jednoho semeníku se dvěma pérovitými bliznami, s dlouhými nitkami a podlouhlými dvoupouzdrými prašníky, které podélně na špičce pukají a třemi tyčinkami. Největší pylová zrna, které jsou téměř kulovitá, se tvoří v prašnicích kvítku v horní třetině klasu, naopak menší v dolní třetině. Na spodní straně pluchy se nacházejí dvě vejčité lodikuly, které v době květu zduří a rozevřou klásek. Plucha i pluška s obilkou srůstá u pluchatých ječmenů, u nahých ji volně objímá, takže se při výmlatu lehce odděluje (ZIMOLKA a kol., 2006).

Ječmen je kosmopolitní plodina, je přizpůsoben různým klimatickým podmínkám. Pěstuje se jak v suchých, teplých oblastech, tak i v severním podnebí a horských oblastech. Pěstování ječmene je rozšířeno ve všech zemědělských výrobních oblastech.

Ječmen jarní se vysévá co nejdříve na jaře, je převážně dvouřadý, vyšlechtěný na nízký obsah dusíkatých látek a na vysoký obsah bezdusíkatých látek čili polysacharidů (škrobu). Rostlina je náročná na půdu a na teplotu, na vláhu nikoliv, pouze v oblastech suchých. V době odnožování a plnění zrna může trpět suchem. Nejvhodnějšími půdami jsou černozemě. Nejvíce se k pěstování využívají odrůdy ječmene jarního vhodné pro sladařské a potravinářské účely. Většina vypěstovaného ječmene se dnes používá k výrobě sladu a menší část ke krmným a potravinářským účelům.

3.1.6 Obilka

Obilka je složena ze tří částí: obalu, endospermu a zárodku. Obilka je u odrůd pěstovaných v naší oblasti světle žlutá. Obilka je u pluchatého ječmene na hřbetní straně kryta pluchou, která svými okraji překrývá menší plušku. Pluška ve střední části kryje podélnou rýhu obilky, k ní z vnější části přiléhá zakrnělý vrchol osy klásku, nazývaný bazální štětice, jejíž obrvení je rozlišovacím znakem některých forem a odrůd ječmene. Před vnějšími vlivy chrání obilku plucha spolu s pluškou. Zárodek (klíček, embryo) je umístěn na spodní části obilky a svou vnější částí přiléhá k pluše. Zárodek je základem bu-

doucí rostliny, z něhož při klíčení prostřednictvím biologicky aktivních látek vychází podněty k aktivaci enzymů v endospermu a ve štítku.

Hlavní podíl zrna vyplňuje endosperm. Vnější aleuronová vrstva se nachází bezprostředně pod osemením. Počet řad buněk aleuronové vrstvy se snižuje směrem k zárodku. Buňky aleuronové vrstvy obsahují zásobní bílkoviny, menší množství škrobových zrn a tuk. Na počátku klíčení se v nich aktivují enzymy, které degradují obsah škrobového endospermu. Vnitřní endosperm je tvořen tenkostěnnými buňkami, do kterých se mj. ukládá převážně zásobní škrob, na jehož poměru k ostatním složkám endospermu závisí moučnatost či sklovitost endospermu. Moučnatý charakter endospermu svědčí o vyšším obsahu škrobu (ZIMOLKA a kol., 2006).

3.1.7 Chemické složení zrna ječmene

Plně vyzrálá ječná obilka obsahuje 12-14 % vody. Nižší procento je nepřijatelné, neboť voda je součástí buněčné protoplazmy a její nižší obsah by měl negativní vliv na technologickou jakost. Naopak vyšší procento vlhkosti by způsobilo problémy při skladování. Průměrné zastoupení chemických složek uvádí následující tabulka (EHRENBERGEROVÁ, 2006).

Tabulka 1 Chemické složení obilky ječmene % (MACGREGOR at. al., 1993, In: PRUGAR a kol., 2008)

Látka	Procento v obilce
Sacharidy	
Škrob	60 – 65
- z toho amylosa	17 – 24
- z toho amylopektin	76 – 83
Nízkomolekulární sacharidy	
Sacharosa	1 – 2
Ostatní cukry	1
Rafinosa	0,3 – 0,5
Maltosa	0,1
Glukosa	0,1
Fruktosa	0,1
Neškrobové polysacharidy	
Hemicelulosity:	
Beta-glukany	3,3 – 4,9
Pentosany	9
Celulosa	4 – 7
Tuky	3,5
Fosfáty	
Fytin	0,9
Polyfenoly	0,1 – 0,6
Dusíkaté látky	7 – 18
Rozpustné dusíkaté látky	1,9
Albuminy a globuliny	3,5
Hordeiny (prolaminy)	3 – 4
Gluteliny	3 – 4
Minerální látky	2

Obsah minerálních látek (popelovin) v sušině se uvádí kolem 2 %, jejich nejvyšší koncentrace je v obalových vrstvách obilky, nejnižší v endospermu.

Mezi nejvíce zastoupené prvky patří fosfor, draslík, křemík a hořčík, v menším množství obsahuje zrno ječmene vápník, železo, hliník, sodík a molybden. Pro činnost mnoha enzymů a technologii výroby piva mají význam i stopové prvky (zinek, měď, selen a bór) přítomné v obilce.

Nejvýznamější podíl hmotnosti zrna (asi 80 %) tvoří organické látky, z nich jsou nejvíce zastoupeny sacharidy a to hlavně škrob (60-65 %) v sušině zrna.

Tuky (2-9 %) jsou složeny hlavně z triglyceridů. Kromě volných lipidů (převážně nenasycené mastné kyseliny – olejová a linolová) jsou lipidy ječného zrna vázány na jiné složky (např. lipoproteiny, glykolipidy, estery fosfolipidů s cukernatými sloučeninami). Obsah dusíkatých látek (7-18 %) je velmi ovlivňován agroekologickými podmínkami během pěstování a odrůdou. Dusíkaté látky lze rozdělit na dusíkaté látky typu bílkovin (aminokyseliny, peptidy, peptony, proteiny) a dusíkaté látky nebílkovinné povahy (dusíkaté báze, složky fosfátidů, amidy). Obsah minerálních látek (popelovin) v sušině se uvádí kolem 2 %. Z vitamínů je nejvíce zastoupena skupina vitamínu B (B1, B2 a B6), dále vitamín C, vitamín H (biotin), kyselina pantothenová, nikotinová, alfa-aminobenzoová a kyselina listová, provitamin A (karotenoidy) a provitamin D. Z antioxidantních a lipofilních vitamínů má největší podíl vitamín E (EHRENBERGEROVÁ, 2006).

3.2 Hodnocení sladovnického ječmene v České republice

Hodnocení u ječmene se provádí ze dvou pohledů: technologické (sladařské) kvality a kvality sklizeného zrna.

3.2.1 Hodnocení technologické kvality

V České republice převažuje pěstování ječmene jarního. Kvalita zrna je pro zpracovatelský průmysl hlavním požadavkem. Všechny odrůdy ječmene, které jejich majitelé přihlásí do registračního řízení podle zákona 219/2003 Sb., jsou zkoušeny také na sladovnickou kvalitu. V rámci mikroskladovací zkoušky je vyroben za standardních podmínek slad. Následně jsou z něj laboratorně stanoveny základní technologické znaky (PSOTA a kol., 2002).

Každý rok je hodnoceno několik desítek nejrůznějších odrůd sladovnického ječmene za účelem zjištění jejich užitné hodnoty.

Podle zákona č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin má odrůda užitnou hodnotu, představuje-li souhrnem svých vlastností ve srovnání s jinými registrovanými odrůdami alespoň v některé pěstitelské oblasti zřejmý přínos pro pěstování nebo její využití anebo pro produkty od ní odvozené. Vykazuje-li odrůda některé

vynikající vlastnosti, může být od jednotlivých horších vlastností odhlédnuto (PSOTA a kol., 2002).

Národními i mezinárodními organizacemi jsou vytvářeny různé systémy – ukazatele sladovnické jakosti, jejichž cílem je převést získané údaje do čitelnější a srozumitelnější podoby především pro základní orientaci sladařských odborníků, ale i pěstitelů sladovnického ječmene, šlechtitelů, aj. Státy se sladařskou tradicí a silným sladovnickým a pivovarským průmyslem mají své různě propracované systémy hodnocení technologické kvality nových odrůd ječmene.

Výběr hodnocených znaků pro ukazatele sladovnické jakosti (USJ) byl proveden pivovarskými a sladařskými odborníky z České a Slovenské republiky v roce 1995. K hodnoceným parametrům patří:

- obsah dusíkatých látek v zrně ječmene,
- extrakt v sušině sladu,
- relativní extrakt při 45 °C,
- kolbachovo číslo,
- diastatická mohutnost,
- dosažitelný stupeň prokvašení,
- friabilita sladu,
- obsah β -glukanů ve sladince.

Váhy hodnocených znaků a limitní hodnoty byly stanoveny na základě požadavků ze stran výrobců sladu a piva.

Výsledky se vyjadřují na stupnici od „1“ (nejhorší hodnota) do „9“ (nejlepší hodnota) (tab. 2) (PSOTA a kol., 2002).

Tabulka 2 Hodnocené znaky pro ukazatele sladovnické jakosti (PSOTA a kol., 2002).

Parametry	Jednotky	Nepřijatelná Hranice (1)	Optimální hranice (9)	Váha
Bílkoviny v obilkách ječmene	%	9,5	10,2	0,01
		11,7	11,0	
Extrakt v sušině sladu	%	81,5	83,0	0,30
Relativní extrakt při 45 °C	%	35,0	40,0	0,20
		53,0	48,0	
Kolbachovo číslo	%	40,0	42,0	0,10
		53,0	48,0	
Diastatická mohutnost	WK	220	300	0,10
Dosažitelný stupeň prokvašení	%	79,0	82,0	0,10
Friabilita	%	79,0	86,0	0,10
Obsah β -glukanů ve sladině	mg/l	250	100	0,10

3.2.2 Zkoušení ječmene jarního pro registrační řízení

ÚKZÚZ byl na základě § 38 odst. 3 zákona č. 219/2003 Sb., o uvádění do oběhu osiva a sadby pěstovaných rostlin a o změně některých zákonů (zákon o oběhu osiva a sadby), ve znění pozdějších předpisů, pověřen Ministerstvem zemědělství provádět u vybraných plodin pokusy pro Seznam doporučených odrůd (SDO). Následně ÚKZÚZ uzavřel smlouvy s tzv. garanty (Agrární komora ČR, VÚPS, APZL), kteří zejména finančně prostřednictvím dotačního titulu 9.A.b.4 zajišťují financování zkoušení na pracovištích mimo ÚKZÚZ.

Byly jmenovány odborné komise pro jednotlivé plodiny nebo skupiny plodin, které projednávají veškerou problematiku týkající se zkoušení odrůd pro Seznam doporučených odrůd včetně doporučení odrůd. Zkoušení odrůd probíhá podle metodik ÚKZÚZ pro provádění zkoušek užitné hodnoty. Odrůdy jsou nejprve hodnoceny v rámci zkoušek pro registraci ÚKZÚZ. Po registraci Odrůdy může udržovatel odrůdy nebo zmocněný zástupce podat žádost o zařazení do zkoušek pro Seznam doporučených odrůd. Podle délky zkoušení a dosažených výsledků ve zkouškách je pak odrůdě na základě výchozích kritérií pro doporučování přidělena kategorie doporučení.

Výchozí kritéria pro doporučení ječmene jarního jsou kvalitativní parametry (pouze u sladovnických odrůd) – hodnota ukazatele sladovnické jakosti, zájem o odrůdu ze strany sladařského průmyslu. Agronomické vlastnosti – výnos zrna, výnos předního zrna, odolnost proti poléhání a zdravotní stav. Z hlediska reakce odrůd na klimatické a půdní podmínky je zkoušení ječmene jarního pro SDO rozděleno do následujících pěti výrobních oblastí s konkrétními lokalitami: (HORÁKOVÁ a kol., 2014).

- 1) Kukuřičná (Branišovice, Lednice, Oblekovice, Uherský Ostroh) - sušší oblasti jižní Moravy, sladařské využití limituje především vyšší obsah bílkovin v zrna a drobné zrno.
- 2) Řepařská (Hrubčice, Čáslav, Chrlice, Kroměříž, Pusté Jakartice, Stupice, Tursko, Věrovany, Žatec) - oblasti s nejlepšími podmínkami pro produkci ječmene ke sladování.
- 3) Obilnářská (Chrastava, Jaroměřice nad Rokytnou, Kujavy, Libějovice, Staňkov) - oblasti s nejlepšími podmínkami pro produkci ječmene ke sladování.
- 4) Bramborářská (Domanínec, Horažďovice, Hradec nad Svitavou, Lípa, Vysoká) dobré podmínky pro pěstování ječmene s možností realizace produkce pro slad.
- 5) Pícninářská (Krásné Udolí) - podhůří hor s převažující produkcí ke krmným účelům. V této oblasti je velice nízký počet pokusů, a proto tato oblast není prezentována samostatně (HORÁKOVÁ a kol., 2014).

Pokusy jsou zakládány ve dvou variantách pěstování:

- 1) Ošetřené
- 2) Neošetřené

3.2.2.1 *Neošetřená varianta*

U neošetřené varianty je použito na osivo mořidlo, které je účinné proti sněti prašné ječné, pruhovitosti ječné, hnědé skvrnitosti ječmene (primární infekce). Také je zde použita základní dávka dusíku, ale rostliny ječmene nejsou ošetřeny fungicidem (PSOTA, 2014).

3.2.2.2 *Ošetřená varianta*

Mořidlo je zde použito identicky jako u neošetřené varianty, zde je použita základní dávka dusíku. Ječmen je zde ovšem ošetřen fungicidem proti chorobám pat stébel a proti listovým a klasovým chorobám (PSOTA, 2014).

3.2.3 Zkoušení pro seznam doporučených odrůd 2014

Přehled několika desítek testovaných odrůd, které jsou zapsány ve státní odrůdové knize bývají zachyceny jak v ječmenářských ročenkách, tak v publikacích s názvem „Seznam doporučených odrůd. Tato skutečnost je velice dobrou možností pro pěstitele získat potřebné informace o nabízených odrůdách. Kvalitní sladovnické odrůdy jsou základem výroby kvalitního sladu. Tuto jednoduchou souvislost si plně uvědomuje i dnešní generace sladařů, a proto je jejich výběru věnována mimořádná pozornost (HORÁKOVÁ a kol., 2014).

Odrůdy registrované ve státech Evropské unie včetně České republiky jsou zapsány rovněž do společného katalogu odrůd a mohou být pěstovány v kterémkoliv členském státě Evropské unie (PSOTA, 2011).

3.2.3.1 *Přehled a popis odrůd sladovnického ječmene*

Kangoo

Sladovnická polopozdní odrůda, rostliny jsou středně vysoké a méně odolné proti polehání. Tato odrůda je výnosná ve všech výrobních oblastech. Zrno je středně velké až velké, podíl předního zrna je vysoký. Registrace odrůdy proběhla v roce 2008. Mezi hlavní pěstitelské riziko této odrůdy je menší odolnost až náchylnost proti padlím travním na listu (OSEVA, 2015).

Sebastian

Sladovnická polopozdní odrůda s výběrovou sladovnickou jakostí, vynikajícím extraktem a výnosovým potenciálem preferovaná většinou sladoven. Rostliny jsou nízké a méně odolné proti polehání. Zrno je středně velké, podíl předního zrna středně vysoký až vysoký. Pěstitelské riziko je střední odolnost proti napadení padlím travním na listu. Odrůda byla registrována v roce 2005 (OSEVA, 2015).

Malz

Sladovnická polopozdní odrůda, která je doporučena Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským pro výrobu piva s CHZO „České pivo“. Odrůda preferovaná téměř všemi sladovny registrovaná v roce 2002. Rostliny středně vysoké a méně odolné proti polehání. Zrno je středně velké. Odrůda Malz má nadprůměrný výnos zrna ve všech oblastech (OSEVA, 2015).

Xanadu

Tato odrůda má výběrovou sladovnickou jakost a je preferována některými sladovny. Rostliny jsou středně vysoké a méně odolné proti polehání. Zrno této odrůdy je středně velké. Mezi pěstitelská rizika patří menší odolnost proti napadení rží ječnou a nízký výnos předního zrna ve všech oblastech. Odrůda byla registrovaná v roce 2006 (HORÁKOVÁ a kol., 2014).

Sunshine

Sladovnická odrůda s výběrovou sladovnickou jakostí. Rostliny středně vysoké, středně až méně odolné proti polehání. Zrno je velké. Tato odrůda nemá výrazná pěstitelská rizika a její obrovskou předností je velmi vysoký výnos předního zrna v řepařské a obilnářské oblasti a střední odolnost proti napadení rží ječnou. Jedná se o jednu z novějších odrůd zaregistrovanou roku 2012 (HORÁKOVÁ a kol., 2014).

Blaník

Sladovnická polopozdní odrůda, která je doporučena Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským pro výrobu piva s CHZO „České pivo“. Rostliny středně vysoké až vysoké, méně odolné proti polehání. Zrno středně velké až velké. Vhodná k pěstování

ve všech výrobních oblastech, vysoce výnosná zejména v kukuřičné, bramborářské a pícninářské oblasti. Odrůda registrovaná v roce 2007 (OSEVA, 2015).

Bojos

Sladovnická polopozdní odrůda středního vzrůstu, která je doporučena Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským pro výrobu piva s CHZO „České pivo“. Odrůda preferovaná téměř všemi sladovny registrovaná v roce 2005. Vysoký výnos předního zrna v obou variantách kukuřičné oblasti a v ošetřené variantě v bramborářské oblasti. Zrno je středně velké a podíl předního zrna je středně vysoký (OSEVA, 2015).

Laudis 550

Sladovnická polopozdní odrůda středního vzrůstu. Jedná se o jednu z nejnovějších sladovnických odrůd na trhu. Sladovnická kvalita odrůdy splňuje kritéria pro „České pivo“. Laudis 550 velmi dobře odnožuje a je středně odolná proti poléhání a lámání stébla. Odrůda se pyšní stabilně vysokým výnosem v neostřené variantě ve všech výrobních oblastech. Registrace proběhla v roce 2013 (OSEVA, 2015).

Mezi dalšími odrůdami doporučenými VÚPS pro České pivo jsou Advent, Aksamit, Calgary, Radegast a Tolar.

3.2.4 Hodnocení sklizeného zrna

Základní vlastností zrna sladovnického ječmene je klíčivost. Tento znak je citován v normě ČNS 461100-5- Ječmen sladovnický. Jedná se o předmětovou normu, ve které jsou stanoveny požadavky našeho zpracovatelského průmyslu (sladoven a pivovarů) na kvalitu zrna sladovnického ječmene. Klíčivost je nezbytná pro výrobu sladu. Tento znak je využíván pro rozdělení zrna ječmene na vhodné a nevhodné pro sladování. Vady a poškození zrna se také odvozují z této vlastnosti a to podle toho, zda je či není schopno klíčit. Poškozená zrna jsou řazena do příměsí sladařsky částečně využitelných (nahá zrna, zrna s osinou). Dále se rozlišují příměsí sladařsky nevyužitelné (mechanicky poškozená zrna, zrna vydutá, zrna s fyziologickými rozprasky, zrna zelená, zrna biologicky poškozená nebo jen zlomky zrn).

3.2.5 Poškození obilí ječmene

Poškození zrna nežádoucím způsobem ovlivňují technologické zpracování a negativně ovlivňují kvalitu finálního výrobku. U poškození obilí se může jednat jen o poškození vzhledu zrna, nebo o daleko závažnější závady způsobující ekonomické ztráty výrobců. V případě obsahu mykotoxinů ohrožují zdraví lidí a hospodářských zvířat. Proto je sledování jednotlivých typů poškození zrn předmětem mnoha norem, předpisů a metod uplatňovaných v odběratelsko-dodavatelských vztazích. Zastoupení jednotlivých typů poškození zrn může velice ovlivnit technologii zpracování zrna a následně způsobit problémy při výrobě piva (např. trvanlivost, přepěňování, filtrovatelnost). Poškození zrn může být také způsobeno ovlivnitelnými faktory jako je špatná manipulace při transportu a skladování a neovlivnitelnými jako je nepříznivé počasí v době sklizně či náchylnost odrůd k poškození obilky.

3.2.5.1 Mechanické poškození zrn

K mechanickému poškození zrn může dojít v průběhu sklizně (špatné seřízení sklízecí mlátičky), při transportu zrna z pole, při posklizňovém ošetření, špatném způsobu skladování a vyskladňování zrna. Zrna s vyraženým klíčkem, s mechanicky poškozeným klíčkem a zrna mechanicky deformovaná jsou závažně poškozená a zcela ztrácejí sladovnickou hodnotu. Části zrna s embryem nebo bez něj jsou dokonalým materiálem pro tvorbu plísní, což má za následek zvýšení obsahu mykotoxinů. Zrna, které nemají pluchy, jsou však schopna klíčit a tím neztrácejí základní vlastnost sladovnického ječmene. Tento proces je ale naprosto atypický, jelikož zrna bez pluch přijímají rychleji vodu než zdravá zrna sladovnického ječmene (PSOTA, 2006).

Mezi další možná poškození zrn patří: biologické poškození zrn, fyziologické poškození zrn, dormance a posklizňové dozrávání a porůstání zrn ječmene.

3.3 Sladařství

Cílem sladařství je řízeným procesem máčení, klíčení a hvozdění vyrobit z ječmene slad bohatý na enzymy (důležité pro výrobu sladiny), aromatické i barevné látky důležité pro výrobu piva daného druhu.

Principem sladování je vyvolat klíčení ječmene, přičemž dochází v zrně k aktivaci a tvorbě technologicky důležitých enzymů, především cytolýtických, proteolytických a amylolytických a částečnému rozluštění zrna. Procesem klíčení vzniká tzv. zelený slad, který se následně hvozdí.

Při hvozdění se odstraní přebytečná vlhkost, současně probíhají chemické reakce, které vedou k tvorbě aromatických a barevných látek. Následuje konečná úprava (odkličování, leštění) balení a expedice hotového sladu.

3.3.1 Suroviny

Základní surovinou pro výrobu sladu v ČR je ječmen dvouřadý, jarní, pěstují se registrované odrůdy, sortiment se postupně obnovuje podle požadavků zpracovatelů. V současné době jsou již také registrovány v ČR sladovnické odrůdy dvouřadého ozimého ječmene.

Při hodnocení jakosti odrůd (ÚKZÚZ) se postupuje podle systému „USJ“ (ukazatel sladovnické jakosti), kdy se hodnocení suroviny převádí na hodnocení sladu. Toto hodnocení zahrnuje obsah bílkovin v ječmeni a následně se v mikrosladovně vyrobí z ječmene slad, u něhož se určují jakostní kritéria sladu.

Výrobu sladu lze rozdělit do pěti technologických částí:

Příjem, čištění, třídění a skladování ječmene

Při příjmu ječmene se provádí kontrola hmotnosti a ukazatele jakosti dle ČNS 461100-5 a specifických podmínek odběratele. Při čištění a třídění se surovina zbaví prachu, nečistot a drobného zadinového zrna ječmene. U skladování sladovnického ječmene je třeba zachovat aktivní živý klíček - je tedy nutný přístup vzduchu, větrání. Čerstvé zrně špatně klíčí, musí projít obdobím dormance, kdy posklizňově dozrává a postupně se v něm odbourávají inhibitory klíčení. Posklizňové dozrávání je závislé na ročníku, odrůdě a trvá zpravidla 1 - 1,5 měsíce. Důležité je, aby při něm probíhalo aerobní dýchání.

Máčení ječmene

Cílem máčení ječmene je zvýšení obsahu vody z 12 – 15 % na 42 – 48 %. Dosažená vlhkost po máčení je zárukou pro optimální průběh klíčení a enzymatické pochody. Máčení probíhá v náduvnících s kónickým dnem. V průběhu máčení se musí zrno provzdušňovat. K tomu slouží tzv. vzdušné přestávky, kdy se voda z náduvníků vypustí a zrno je na vzduchu. Vzdušné přestávky jsou delší, než je doba, po kterou je zrno ponořeno pod vodou. Během ponoření ve vodě je zrno ještě provzdušňováno vzduchovacím zařízením, odsáván je rovněž oxid uhličitý, který při dýchání zrna vzniká. Doba máčení je rozdílná podle teploty vody a stupně domočení, obvykle se dnes pohybuje okolo dvou dnů.

Klíčení ječmene

Cílem klíčení je aktivace a syntéza enzymů, resp. docílení požadovaného rozluštění (vnitřní přeměny) zrna při minimálních nákladech a únosných sladovacích ztrátách. Proces zahajují fosfatasy a hlavně cytasy, štěpící neškrobové polysacharidy, zejména hemicelulosa v buněčných stěnách, čímž se endosperm stává kyprým a zpřístupňuje se škrob dalším reakcím. Proteolytické enzymy štěpí bílkoviny, a zejména alfa- a beta-amylasy štěpí rezervní škrob na dextriny a jednoduché cukry, což se pak uplatní plně při vaření piva.

Enzymové reakce při klíčení jsou ovlivňovány hlavně teplotou v hromadě, stupněm domočení a přístupem vzduchu ke klíčícím zrnům. Obvyklé teploty jsou 14 - 18 °C při vysoké relativní vlhkosti vzduchu. Klíčení probíhá na klíčidlech. V ČR se můžeme setkat s různými typy klíčidel. Typ klíčidla ovlivňuje technologii klíčení a může ovlivnit i kvalitu hotového výrobku. Konečným produktem je zelený slad, se zdravou okurkovou vůní, 3-5 kořinky, při rozetření mezi prsty je suchý, vlhkost cca 46 %.

Hvozdění zeleného sladu

Při hvozdění zeleného sladu je cílem snížení obsahu vody pod 4 %, zastavení růstových pochodů, zachování požadované enzymatické aktivity a vytvoření chuťových, barevných a oxidoredukčních látek, tvořící charakter sladu. Proces probíhá pomalu, teploty se zvyšují postupně za intenzivního větrání (tahu). Rozlišují se tři fáze: růstová, enzyma-

tická a chemická. Hvozďení probíhá na hvozdech, které mohou být dvoulískové nebo jednolískové.

Odkličování, leštění, balení a expedice hotového sladu

Úprava sladu spočívá v odkličování (odstraňování kořínků), čímž se získá sladový květ, pak se slad leští, zbavuje pachy, poškozených zrn a získává lesk (KUČEROVÁ a kol., 2007).

3.3.2 Druhy sladu

3.3.2.1 Slady běžných typů

- Slad světlý (český, plzeňský) – stupeň domočení 42 - 45%, kratší vedení, dotahovací teplota 82 °C, vysoká enzymatická aktivita.
- Slad bavorský (mnichovský) – vyšší bílkoviny, stupeň domočení 48 %, delší vedení, dotahovací teplota 150 °C, více barevných a aromatických látek

3.3.2.2 Slady speciální

- Slady karamelové – zcukření, karamelizační teplota 120 - 180 °C
- Slady barevné – teplota až 220 °C, při výrobě tmavých piv (KUČEROVÁ a kol., 2007).

3.3.3 Netradiční suroviny a náhražky sladu

Za náhražky sladu lze dle zákona o čistotě piva pokládat všechny suroviny poskytující extrakt piva kromě sladu a chmele. Výroba alkoholických nápojů se většinou zakládá na cílené přeměně polysacharidů, zejména škrobu z rostlinných materiálů, na zkvasitelné cukry, ač lze ke kvašení využít jednoduché sacharidy, přítomné či izolované z rostlin. Klasickým příkladem je využití sacharózy z řepy nebo cukrové třtiny. V užším pojetí se za náhražky pokládají škrobnaté nesladované obiloviny, sloužící k zvýšení extraktu ječného sladu při vaření piva (HETRICH, 2013).

3.3.3.1 Škrobnaté náhražky sladu

Náhražky (pevné a tekuté) mají nahradit extrakt sladu dostupnější či levnější surovinou. Náhražkové obilniny se musí před rmutováním zbavit pluch a obalových vrstev zrna. U obilnin s vysokým obsahem lipidů je nutné též odstranit zárodek, aby se snížila pěni-

vá schopnost piva. Náhražky se melou na jemný šrot a mouku, k čemuž lze využít mlynářské technologie. Nerozpustný škrob se musí ve varně převést do roztoku (nejprve zmazovají a ztekutí). K tomu se používá nejčastěji dvourmutový postup (HETRICH, 2013).

Škrobnaté náhražky sladu se dělí na nesladované obiloviny, škrobnaté výluhy, sirupy, koncentráty a speciální sladové náhražky. V pivovarské výrobě se sladové náhražky tradičně používaly především z ekonomických důvodů. V současnosti však náklady na slad tvoří jen menší část celkových výrobních nákladů, přibližně 3-5 %. Použití náhražek sladu má význam především při jejich nadbytku v místě výroby piva, nebo z daňových důvodů. Hodnota sladových náhražek spočívá nejen v nákladech na získaný extrakt, ale také ve zlepšení smyslových nebo technologických vlastností piva nebo jeho meziproduktů (pěnovost, filtrovatelnost, stabilita). Pšenice, udílející typickou chuť a vůni svrchním pivům, se může používat jako náhražka nebo jako slad. Přídavek pšenice nebo kukuřice se požaduje při výrobě typických belgických a amerických piv. V neposlední řadě závisí také na produkci obilovin v jednotlivých zemích. Od základního složení obilovin se často liší složení sladových náhražek vlivem jejich zpracování před použitím v pivovarství. Pro výrobu piva se mohou použít různé suroviny obsahující zkvasitelné cukry nebo polysacharidy, které se na ně musí nejprve převést (BASAROVÁ a kol., 2015)

K výrobě piva se kromě ječmene hlavně používají produkty těchto druhů plodin: pšenice, oves, žito, kukuřice, čirok, tritikale, pohanka, proso, rýže, maniok, amarant a quinoa.

3.3.3.2 Tekuté náhražky sladu

Tekuté náhražky jsou směsi ve vodě rozpustných sacharidů, které se přidávají ke sladu ve formě sirupu. Škrobnaté sirupy se získávají kyselou nebo enzymovou hydrolýzou škrobu. Extrakt se také může dodat ve formě cukerných roztoků z cukrové řepy, třtiny, medu, melasy a ovocných šťáv.

Mezi největší výhody tekutých náhražek sladu patří: snadné zacházení, známé složení, vysoká čistota, jednoduché skladování a dávkování, nízké znečišťování životního prostředí a snadné navýšení kapacity varny (BASAROVÁ a kol., 2015).

Nevýhodou jsou možné změny typických sensorických vlastností a nutné investice do dopravy a skladování tekutých náhražek.

3.4 Chráněné zeměpisné označení České pivo

České pivo je chráněným zeměpisným označením Evropské unie, jehož účelem je zachovat dobré jméno a kvalitu piva vyráběného na území České republiky a současně podpořit využívané produkce českých odrůd sladovnického ječmene a chmele.

Chráněné zeměpisné označení (CHZO) České pivo bylo zapsáno Nařízením Rady (ES) č. 1014/2008, o zápisu určitých názvů do Rejstříku chráněných označení původu a chráněných zeměpisných označení České pivo (CHZO). Cílem zápisu do rejstříku je chránit tradici českého pivovarnictví, technologii výroby, kvalitu piva a předcházet vzniku napodobenin, které by se za české pivo mohly vydávat a zneužívat tak jeho jedinečných vlastností. Dále jde o to, aby nebyl za české pivo označován výrobek vyrobený v České republice netradičními metodami nebo vyrobený metodami tradičními, ale v zahraničí (České pivo, 2010).

Výroba piva začíná ve varně, kde je rozemletý slad smíchán s vodou a rmutován, čímž se nezkvasitelný škrob mění na zkvasitelné cukry. Nejméně 80 % celkového množství sladového šrotu tvoří slad vyrobený z doporučených (registrovaných) českých odrůd, čímž je zaručen chuťový profil Českého piva. Složení sladového šrotu včetně zpracované dávky je uvedeno v záznamu o vaření, původ sladu dokládají dodací listy (PSOTA, 2014).

V roce 2013 používalo CHZO České pivo celkem 12 pivovarů pro 46 druhů piv, což odpovídá 56 % tuzemského pivního trhu. Výrobci jsou pod kontrolou Státní zemědělské a potravinářské inspekce, která je pověřena dozorem nad plněním specifikace Českého piva. Pro výrobce to znamená prokazovat shodu s řadou požadavků, kterými se běžný výrobce piva nemusí zabývat.

Uživatel CHZO musí například prokazovat, že 80 % ze sladového sypání na várku je vyrobeno z jarního ječmene odrůd doporučených pro České pivo, stejně tak minimálně 30 % chmele na várku musí tvořit Žatecký chmel, nebo jeho klony doporučené VÚPS pro výrobu Českého piva, technologické postupy musí odpovídat předpisům specifikace, atd. Při nedodržení specifikací hrozí uživateli známky pokuta a nucené stažení výrobku z trhu (FRANTÍK, 2012).

4 MATERIÁL A METODIKA

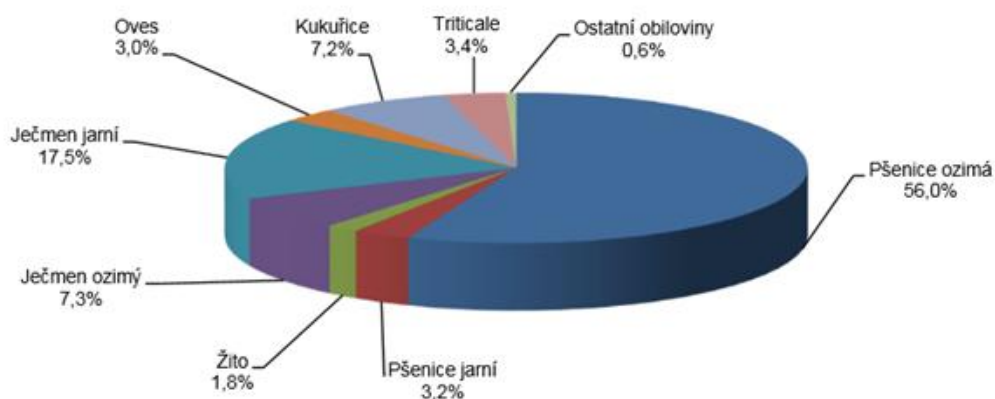
Údaje pro statistické zhodnocení komodity ječmen jarní, byly čerpány především z: Českého statistického úřadu, Ječmenářských ročenek a Pivovarských kalendářů, vydávaných každoročně Výzkumným ústavem pivovarským a sladařským, a.s, Seznamu doporučených odrůd (SDO), každoročně vydávaným na základě podpory MZe Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem a ze Situačních a výhledových zpráv, které na závěr každého hospodářského roku vydává MZe ČR. Dále jsem použil údaje z odborné literatury a firemních materiálů, citované v kapitole Přehled použité literatury.

5 VÝSLEDKY

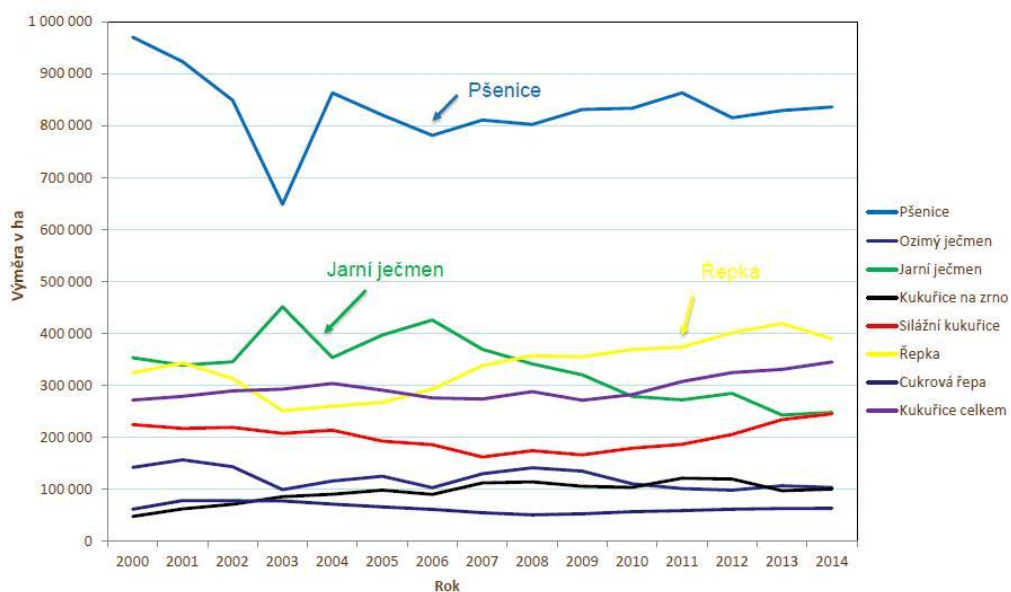
5.1 Ječmen jarní

5.1.1 Osevní plochy

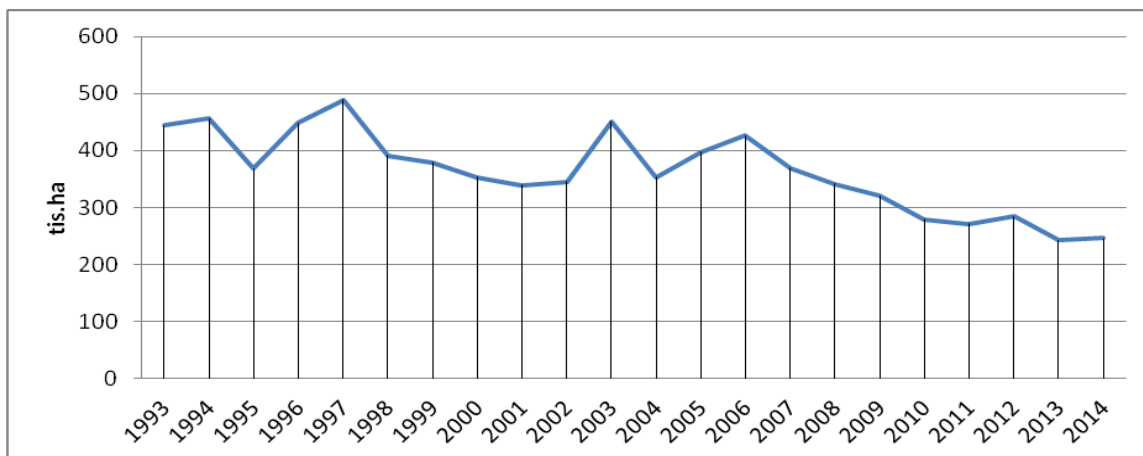
V roce 2014 ječmen jarní z pohledu struktury osevu obilovin zaujal svoji rozlohou 2. místo (17,5 %) hned za ozimou pšenicí (56 %) (obr. 1)



Obr. 1 Struktura osevu obilovin v roce 2014 (KÚST, POTMĚŠILOVÁ, 2014)



Obr. 2 Vývoj osevních ploch ječmene jarního ve srovnání s ostatními plodinami v ČR (2000-2014; Zdroj: firemní materiály SOUFFLET ČR)

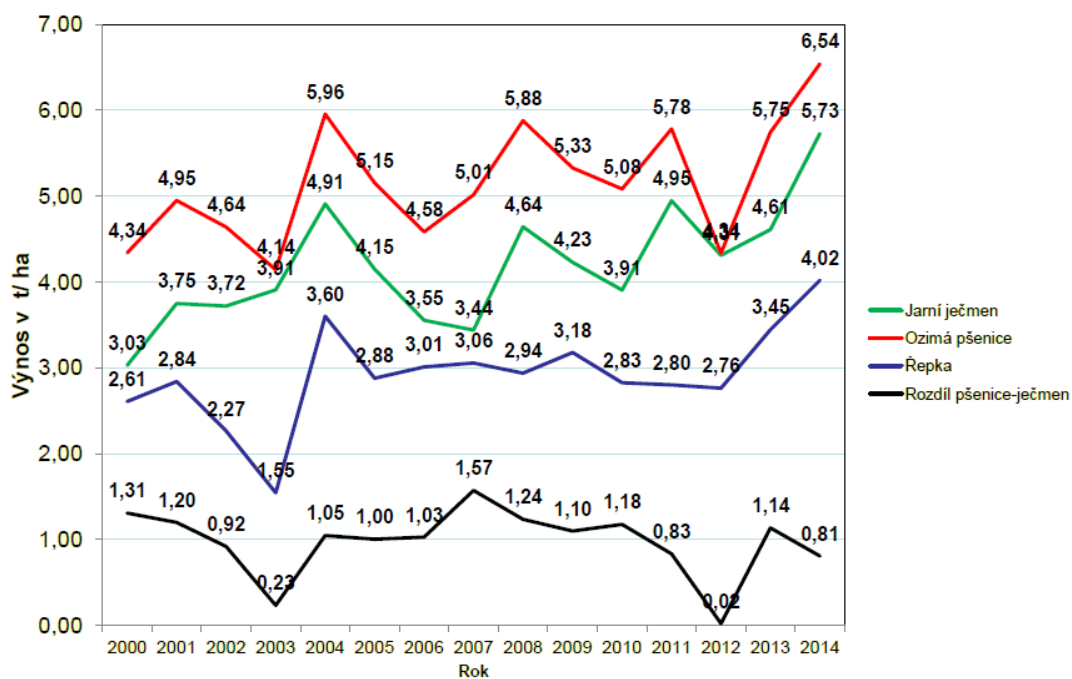


Obr. 3 Vývoj osevních ploch ječmene jarního v letech 1993 až 2014 (PSOTA, 2014).

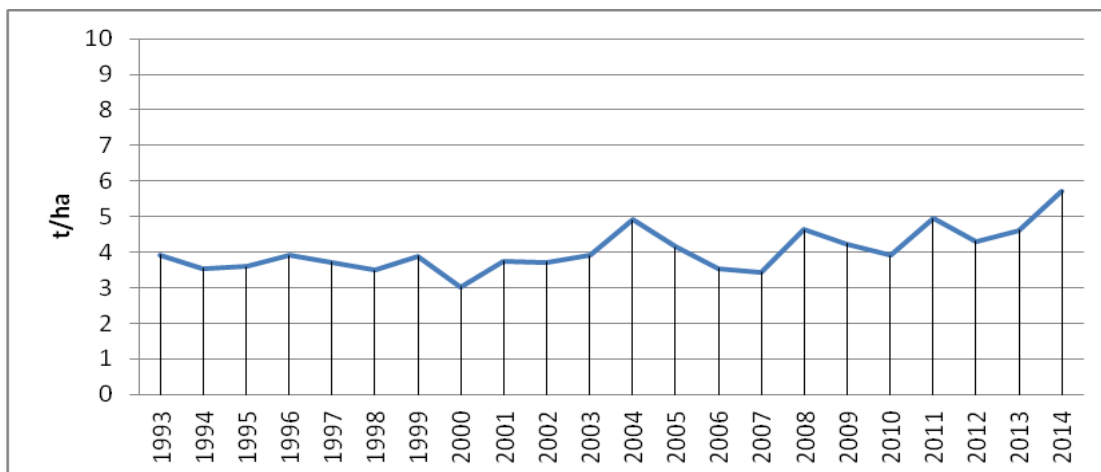
Vývoj osevních ploch ječmene jarního je znázorněn na obrázcích 2 a 3. Podle soupisu ploch osevů dosáhla celková osevní plocha ječmene pro rok 2014 výměry 350,5 tis. ha. Ve srovnání se skutečností předchozího roku nevýznamně vzrostla o 1,5 tis. ha (tj. o 0,4 %). Důvodem tohoto mírného navýšení bylo zvýšení osevních ploch u jarního ječmene o 4,8 tis. ha (tj. o 2,0 %) na 247,6 tis. ha, ale u osevních ploch ozimého ječmene došlo ke snížení o 3,3 tis. ha (tj. o 3,1 %) na 102,9 tis. ha. Důvodem snížení ploch ječmene ozimého, který slouží především ke krmění monogastrických zvířat – prasat, bylo zřejmě právě snížení stavu této skupiny hospodářských zvířat. Příčiny nevýrazného nárůstu osevních ploch ječmene jarního lze hledat především v navýšení osevních ploch ozimých pšenic, které byly v roce 2014 prakticky bez zaorávek. Zastoupení osevních ploch jarního ječmene tak meziročně pokleslo a dosáhlo v roce 2014 úrovně 70,6 % z celkových ploch ječmene a je tak jedno z nejnižších od roku 1990 (KŮST,POTMĚŠILOVÁ, 2014).

5.1.2 Produkce a výnosy ječmene jarního

Průměrný hektarový výnos, který se v posledních letech u ječmene dynamicky zvýšil, výrazným způsobem ovlivňuje rentabilitu pěstování jarního ječmene (obr. 4).



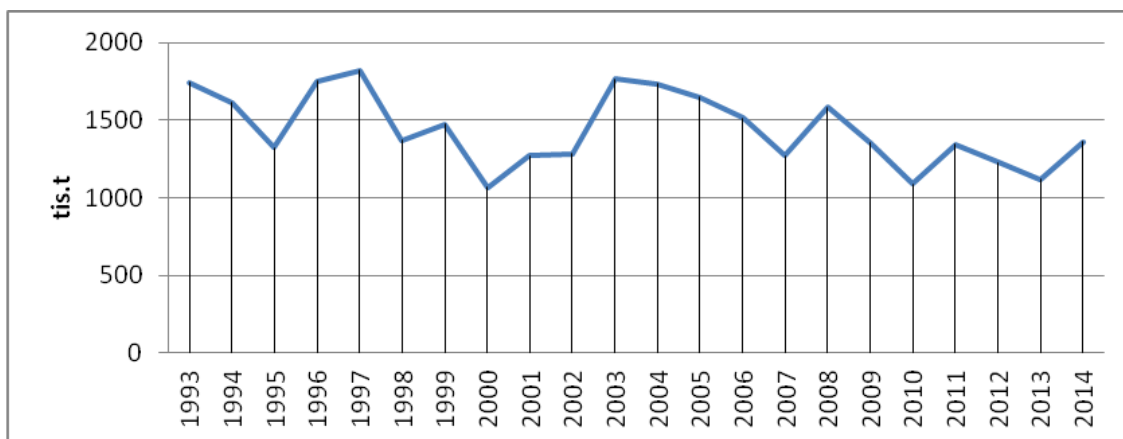
Obr. 4 Porovnání výnosů ječmene jarního ve srovnání s ostatními plodinami v ČR (2000-2014; Zdroj: firemní materiály SOUFFLET ČR)



Obr. 5 Výnosy ječmene jarního v letech 1993 až 2014 (PSOTA, 2014).

Průměrný hektarový výnos ječmene jarního dosáhl ve sklizňovém roce 2014 podle odhadu ČSÚ hodnoty $5,60 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Výnos ječmene ozimého byl odhadnut na $5,63 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. Obě formy ječmene potvrdily svoji možnost vysokých výnosů a dosáhly v roce 2014 na rekordní výnosovou úroveň. Na zvýšení hektarového výnosu u obou forem ječmene mělo vliv především počasí, které ovlivnilo jak termín brzkého výsevu, ale po zasetí následoval měsíc květen 2014 s dostatkem srážek a chladných dnů, kdy rostliny dostatečně odnožily, což mělo rozhodující vliv na výnos.

Proti předchozímu roku jde o nárůst hektarového výnosu ječmene celkem o $1,07 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tj. o 23,4 %). Na tomto zvýšení se podílejí obě formy ječmene - nárůst výnosu u jarního ječmene činí $0,99 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tj. o 21,5 %) a u ozimého ječmene je nárůst o $1,26 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (tj. o 28,2 %) (obr. 4 a 5). Z obrázku č. 4 je patrné také stejný výnosový trend ječmene jarního a pšenice ozimé v dlouhodobém sledování (KŮST, POTMĚŠILOVÁ, 2014).



Obr. 6 Produkce ječmene jarního v letech 1993 až 2014 (PSOTA, 2014).

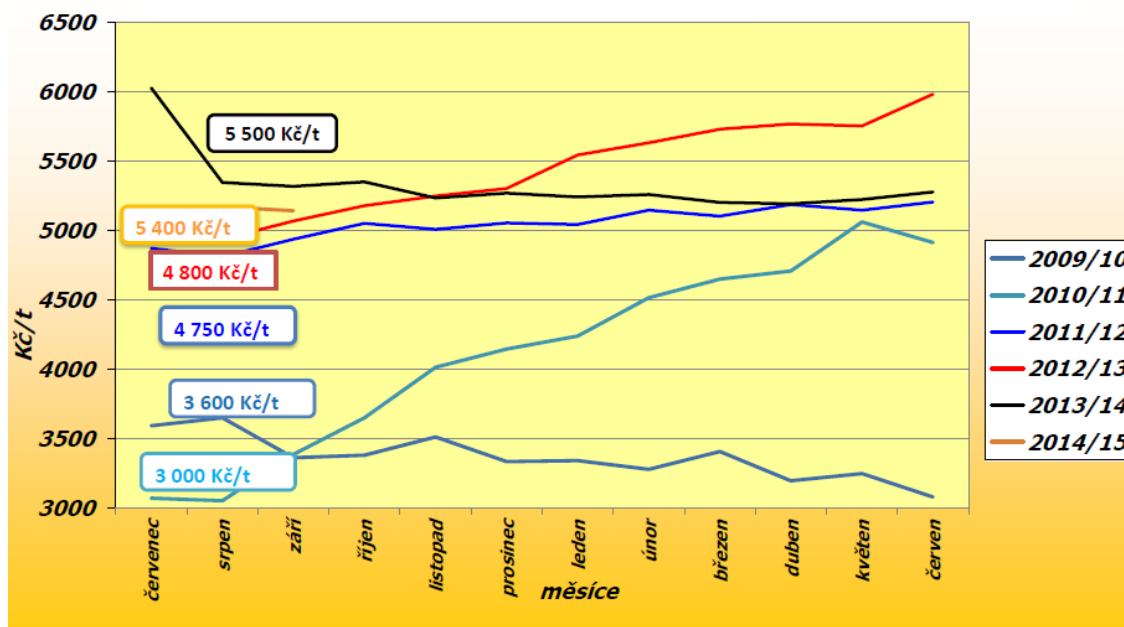
Trend produkce jarního ječmene (obr. 6) není z pohledu dlouhodobosti nikterak progresivní. V roce 2014 se trend produkce mírně zlepšil oproti předchozímu roku.

Celková produkce ječmene dle ČSÚ k 15. 9. 2014 je na úrovni 1975,4 tis. tun. Z celkového sklizeného množství je 589,3 tis. tun (tj. 29,8 %) ječmene ozimého a 1386,1 tis. tun (tj. 70,2 %) ječmene jarního.

Celková výroba ječmene se významně zvýšila proti skutečnosti předchozího roku o 381,6 tis. tun, tj. o 23,9 %. Na tomto zvýšení produkce má podíl jak ozimý ječmen, kde se projevil nárůst výroby o 114,6 tis. tun (tj. o 24,1 %), tak i produkce ječmene jarního, kde bylo zaznamenáno zvýšení produkce o 267,0 tis. tun (tj. o 23,9 %). Zvýšená úroveň výroby ječmene celkem v roce 2014 je způsobena vyšším průměrným hektarovým výnosem spolu se současným mírným zvýšením osevních ploch u jarního i ozimého ječmene. Porosty jarního ječmene byly v ročníku 2013/2014 založeny v optimálním agrotechnickém termínu (se setím se započalo již v polovině měsíce března), a i další průběh počasí (především teplo a dostatek srážek v měsíci květen) měl velmi pozitivní dopad na průběh celé vegetace jak u ozimé formy, tak i u jarní formy ječmene, což se samozřejmě projevilo na výši výnosu (KŮST, POTMĚŠILOVÁ, 2014).

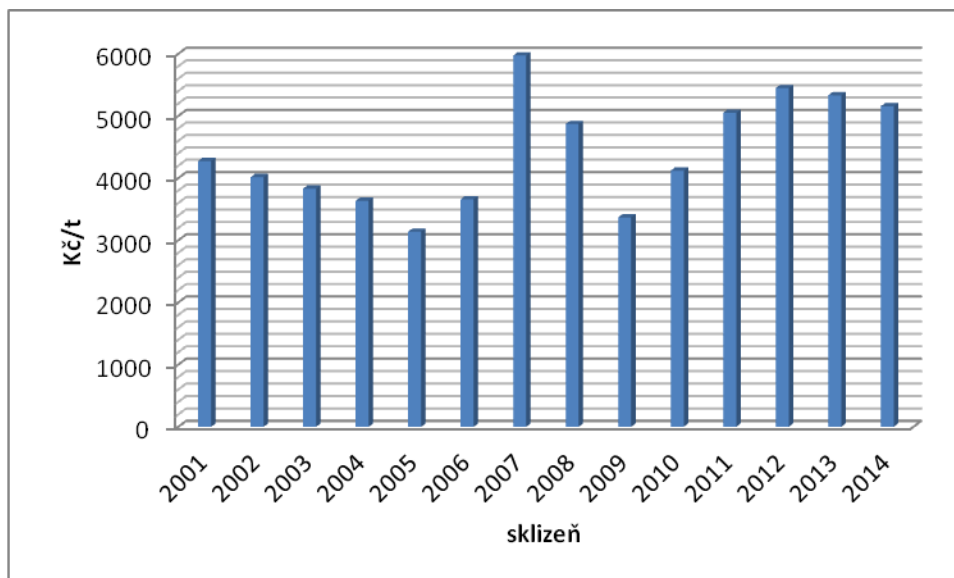
5.1.3 Realizační cena zrna ječmene jarního

V posledních letech se jarního ječmene dotýká velmi výrazná konkurence cen a to jak meziročně, tak i v průběhu jednotlivých roků.



Obr. 7 Průměrné měsíční ceny zemědělských výrobců v průběhu hospodářských roků pro sladovnícký ječmen; Zdroj: firemní materiály SOUFFLET ČR)

V průběhu šesti marketingových roků se průměrné realizační ceny zemědělských výrobců u sladovníckého ječmene pohybovaly od 3 000 Kč/t do 5 500 Kč/t. Výše uvedené ceny v jednotlivých měsících marketingového roku se odvíjí od nabídky a poptávky. Dosud nejvyšší cenové úrovně dosáhl ječmen jarní v marketingovém roce 2013/2014. Tato hodnota činila 5 500 Kč/t.



Obr. 8 Průměrné ceny ječmene jarního v letech 2001 až 2014; Zdroj: firemní materiály SOUFFLET ČR

V předchozích sklizňových ročnících byly cenové hladiny u ječmene sladovnického a krmného zcela odlišné. Cenové nůžky se mezi těmito dvěma komoditami rozevíraly. Zatímco sladovnický ječmen byl obilovinou s nejvyšší realizační cenou, krmný ječmen byl obilovinou s cenou nejnižší.

V marketingovém roce 2008/2009 se očekávala radikální změna cenového vývoje. Cenový vývoj byl pod silným vlivem nadprůměrné produkce pšenice a dále byl pod velkým tlakem velmi nízkých cen všech obilovin na zahraničních trzích, což vedlo k výraznému poklesu cen jak sladovnického, tak i krmného ječmene (obr. 8).

U krmného ječmene se tak projevilo opětovné oddálení cen od cenové hladiny sladovnického ječmene. V marketingovém roce 2009/2010 pokračovala určitá stagnace oddalování cenových hladin obou forem ječmene a průměrný rozdíl se pohyboval ve výši 1 365 Kč/t. V dalším marketingovém roce 2010/2011 se cenové hladiny začaly znovu přibližovat a jejich průměrný rozdíl se snížil na 582 Kč/t. V marketingovém roce 2011/2012 se cenové hladiny začaly znovu oddalovat a jejich průměrný rozdíl klesl na 993 Kč/t. V dalším marketingovém roce 2012/2013 cenové hladiny u obou ječmeneů velmi mírně rostly a výše rozdílu se zmenšovala. Průměrný rozdíl výrazně klesl na 516 Kč/t. V marketingovém roce 2013/2014 cenová hladina u sladovnického ječme-

ne velmi mírně klesala či stagnovala, zatímco u krmného ječmene následoval prudký pokles. Výše rozdílu se dvojnásobně zvýšila a pohybovala se na úrovni 1 230 Kč/t.

V marketingovém roce 2014/2015 se předpokládá, že cenová hladina u sladovnického ječmene bude mírně kolísat či stagnovat, a u krmného ječmene se předpokládá další mírný pokles. Očekává se, že výše rozdílu se bude znovu zvyšovat a bude se pohybovat v rozmezí od 1 100 do 1 300 Kč/t.

U sladovnického ječmene by mělo dojít k mírnějšímu cenovému propadu (díky smluvním závazkům) v rozmezí 4 800 – 5 100 Kč/t, u ječmene krmného se předpokládá výraznější pokles měsíčních průměrů v závěru roku 2014 na úroveň 3 500 – 3 700 Kč/t. (viz. obr. 7 a 8) (KÚST, POTMĚŠILOVÁ, 2014).

5.1.4 Rentabilita pěstování ječmene jarního

Velká řada zemědělských podniků nesleduje samostatně rentabilitu jednotlivých plodin ale za obiloviny celkem, takže je dosti obtížné získat podklady pro hodnocení rentability výroby zrna ječmene. K posouzení rentability ječmene jarního se mi podařilo získat podkladů z AGRODRUŽSTVA MORKOVICE, družstvo, ve kterém sledují rentabilitu ječmene jarního již dlouhou dobu. Hodnoty v Tab. 3 popisují nákladovost, výnosnost a rentabilitu ječmene jarního v letech 2012, 2013, 2014.

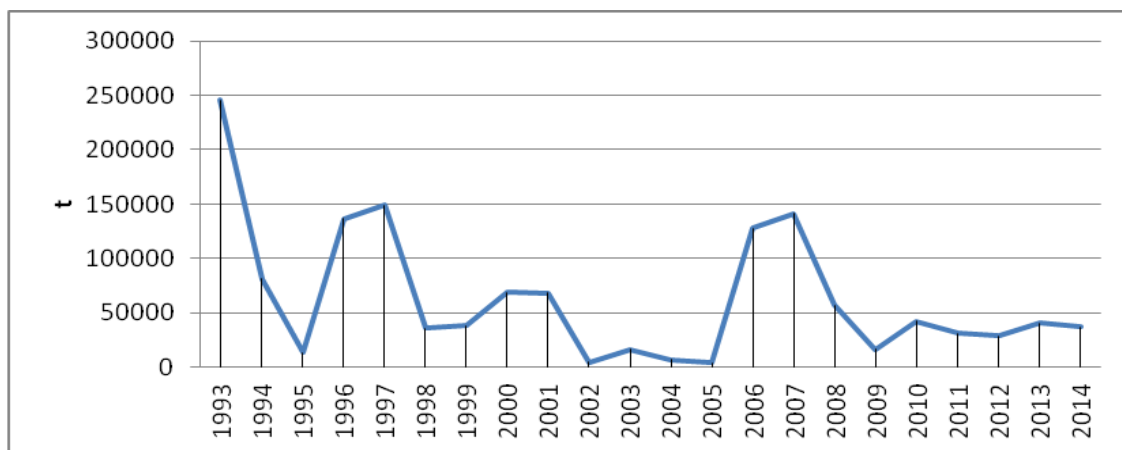
Tab. 3 Náklady, tržby a nákladová rentabilita ječmene jarního v letech 2012 až 2014; Zdroj: firemní materiály AGRODRUŽSTVO MORKOVICE, družstvo

Ukazatel	Jednotka	Rok 2012	Rok 2013	Rok 2014
Náklady				
Osiva	Kč	2502417,67	2196708,1	2278738
Hnojiva	Kč	3331192,99	2868669,42	2911196,55
Chemické prostředky	Kč	3529318,35	2881075,04	2858599,54
Spotřeba ostatního materiálu	Kč	262676,4	183656,14	206645,62
Polní práce				
Ostatní práce výrobní povahy				
Silniční přeprava				
Nájemné	Kč	1643758,8	1118623,59	545102,83
Mzdy, DPČ, DPP	Kč	24304,95	34198,32	42129,66
Pojištění RV				
Vnitr. náklady (režie RV, správní, závodová)	Kč	4817961,99	5121259,98	4229505,5
VN- ruční práce	Kč	120434,22	285211,21	202975
VN- traktorové práce	Kč	2370783,14	2928198,1	3284957,48
VN- kombajny	Kč	1815143,23	992910	2974834
VN- samochodné práce	Kč	1074551	879294	752611
VN-práce těžké mechanizace	Kč	256621,18	184974,16	433364,58
VN- nákladní doprava	Kč	283724,04	311557	200797,66
Vlastní hnojiva	Kč	697392,04	643078,16	717901,37
Prodej výrobků RV	Kč	13136623,8	12356931,7	12211976,5
Změna stavu nedokončené RV	Kč	803627,78	842264	1349712
Náklady celkem	Kč	36670531,58	33828608,92	35201047,29
Tržby				
Tržby za výrobky RV	Kč	28849960	30181570,83	28288073,55
Produkce RV - hlavní výrobek	Kč	13723382,4	12890580	17472203
Produkce RV - vedlejší výrobek	Kč	252760	94080	126960
Ostatní provozní výnosy bez DPH	Kč	29379	15679	17594
Spotřeba materiálu	Kč	89900		
Počáteční stav nedokončené RV	Kč	803627,78	842264	1349712
Tržby celkem	Kč	43749009,18	44024173,83	47254542,55
Výměra pěstování ječmene jarního	ha	1061,41	904,76	984,15
Hlavní produkt – průměrný výnos	t.ha ⁻¹	5,62	6,19	7,72
Produkce	t	5965,7	5600,4	7601
Průměrná realizační cena	Kč.t ⁻¹	5263	5681	5384
VH na 1 ha	Kč.t ⁻¹	6668,94	11268,81	12247,62
VH celkem	Kč	7078477,6	10195564,91	12053495,26
Nákladová rentabilita	%	19,30	30,14	34,24

Hodnoty z tabulky udávají, že pěstování ječmene jarního je pro podnik AGRODRUŽSTVO MORKOVICE, družstvo rentabilní, neboť 1 Kč vynaložených nákladů představuje v letech 2012, 2013 a 2014 od 19,30 do 34,24 % zisku.

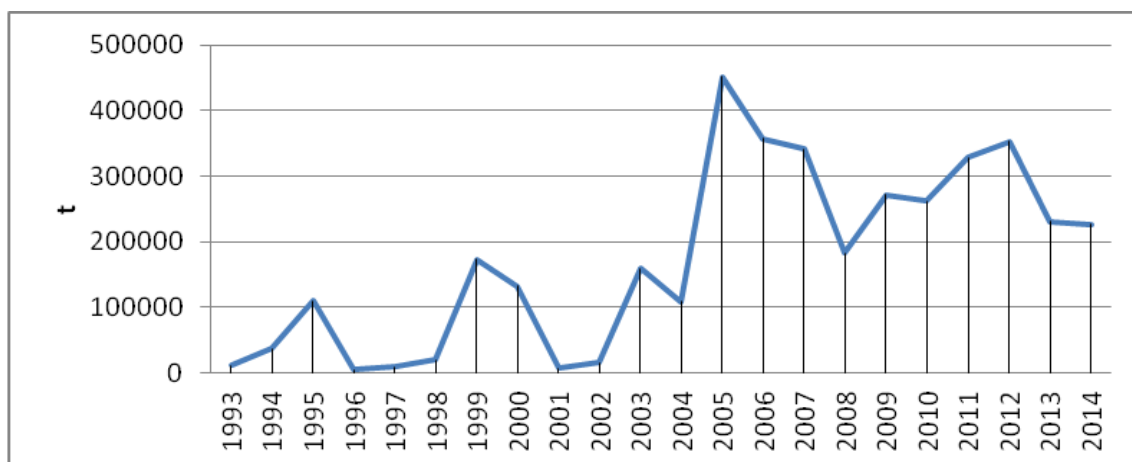
5.1.5 Dovoz ječmene jarního

Jak je patrné z níže uvedených grafů (obr. 9 a 10), dovoz a vývoz produkce jarního ječmene je velmi dynamicky proměnlivý. Obecně lze konstatovat, že dovoz má za posledních 20 let klesající tendenci, s výjimkou některých let, v důsledku dobrých sklizní. Trend vývozu ječmene jarního má v posledních letech vzestupnou tendenci. Vývoz této komodity nejvíce rostl v období vstupu do Evropské unie a oblenily ho především příznivé ročníky na výrobu této komodity.



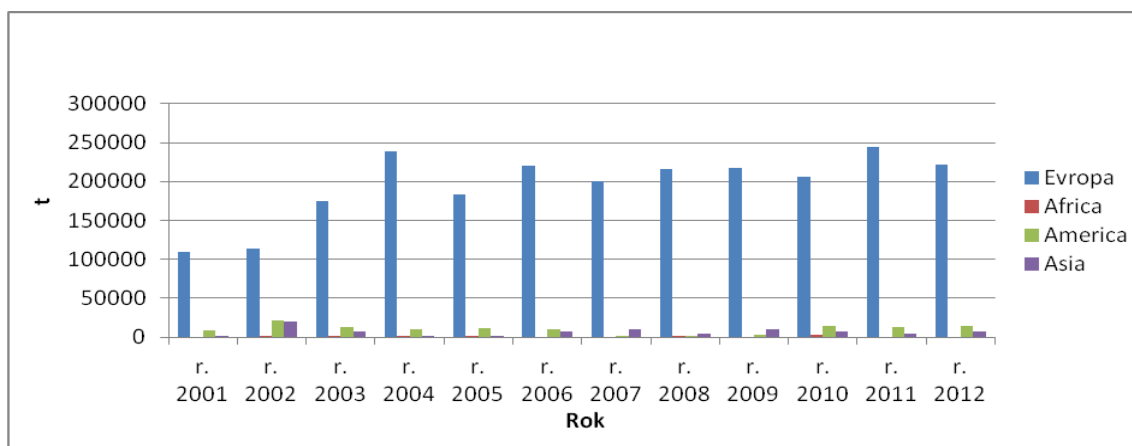
Obr. 9 Dovoz ječmene jarního v letech 1993 až 2014 (PSOTA, 2014).

5.1.6 Vývoz ječmene jarního

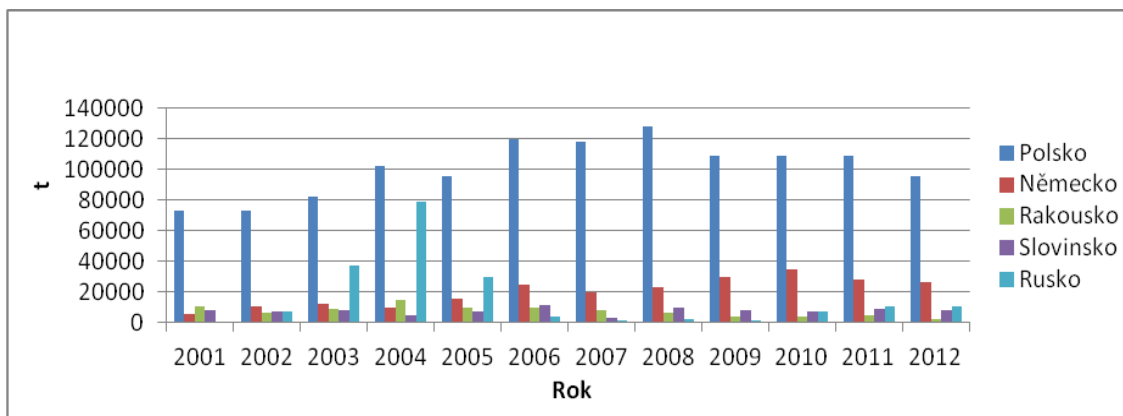


Obr. 10 Vývoz ječmene jarního v letech 1993 až 2013 (PSOTA, 2014).

Dynamika vývozu a dovozu je přímo úměrná ročníkovým rozdílnostem a to jak ve výrobě, výnosech tak i v kvalitě a to nejen v ČR, ve státech EU ale i ve státech mimo EU. Jednoznačně největším mezikontinentálním vývozcem je Evropa (obr. 11). V rámci Evropy je nejvýznamnějším vývozcem Polsko (obr 12).



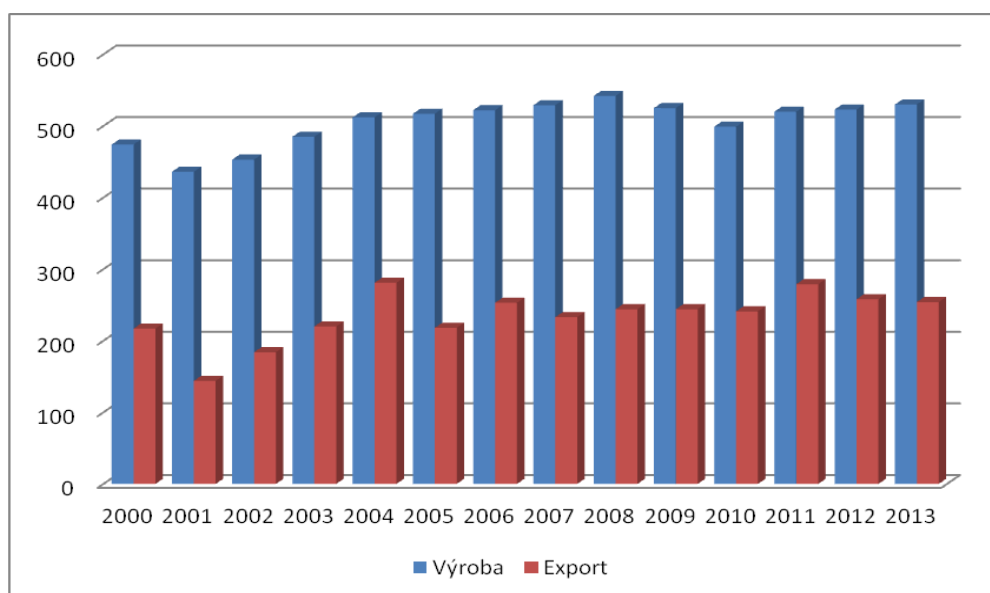
Obr. 11 Vývoz ječmene jarního - kontinenty v letech 2001 až 2012; Zdroj: firemní materiály SOUFFLET ČR



Obr. 12 Vývoz ječmene jarního - státy Evropy v letech 2001 až 2012 (firemní materiály SOUFFLET ČR)

5.2 Slad

5.2.1 Produkce sladu



Obr. 13 Objem českého sladařského průmyslu v letech 2000 až 2013; Zdroj: firemní materiály SOUFFLET ČR

Český sladařský průmysl je pokládán za velmi konzistentní část českého zpracovatelského průmyslu. Trend výroby a následného exportu je obdivuhodně vyrovnaný a to dlouhodobě (obr. 13).

5.2.2 Ekonomická hlediska výroby sladu

5.2.2.1 Nákladové položky při výrobě sladu

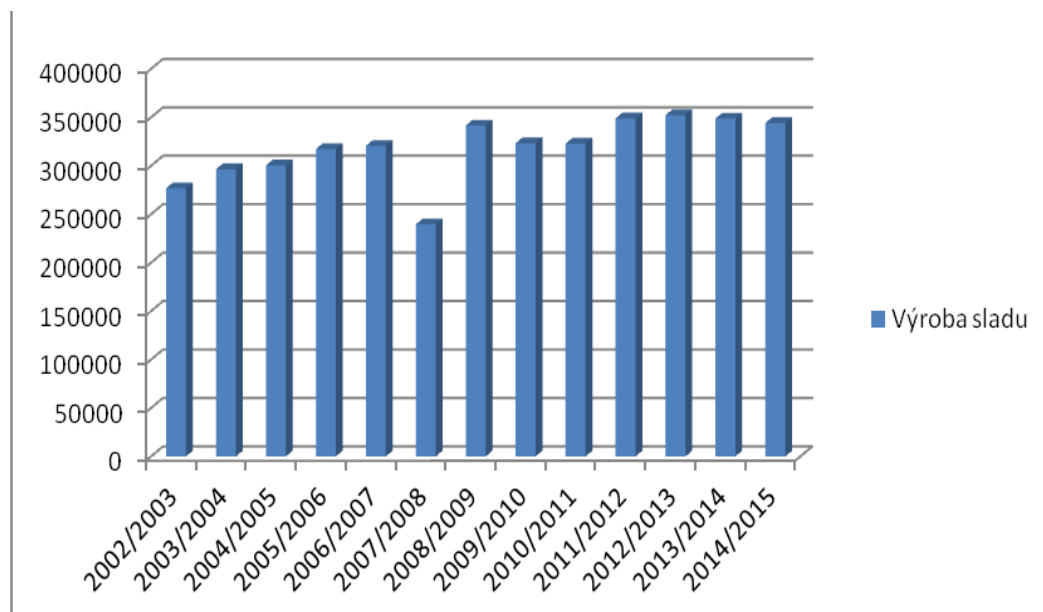
Úplné vlastní náklady produkce lze rozdělit do pěti skupin: náklady na pořízení základní suroviny (spotřeba ječmene), vlastní výrobní náklady, odpisy, administrativní a finanční náklady (BASAŘOVÁ a kol., 2015).

5.2.2.2 Náklady na pořízení základní suroviny

Základní surovinou k výrobě sladu jsou v ČR především sladovnické odrůdy jarního ječmene, kterého se používá cca 95 % z celkově požívaných surovin, dále dvouřadý ozimý ječmen, jehož podíl je do 5% (s potenciálem výrazného růstu) a desetiny procenta tvoří podíl pšenice.

Náklady na pořízení suroviny jsou jednoznačně největší nákladovou položkou, protože jsou ovlivňovány povětrnostními i tržními podmínkami. Na výsledné ceně sladu při expedici ze sladovny se podílejí ze 70-75 %. Tyto náklady se však u jednotlivých společností příliš neliší, protože základní nákupní cena je výsledkem působících tržních sil a na daném trhu je pro všechny kupující téměř shodná, i když se může v jednotlivých regionech mírně lišit. Ceny se ovšem mění v čase v závislosti na výsledcích sklizně (nabídce) a možnostech prodeje (poptávce).

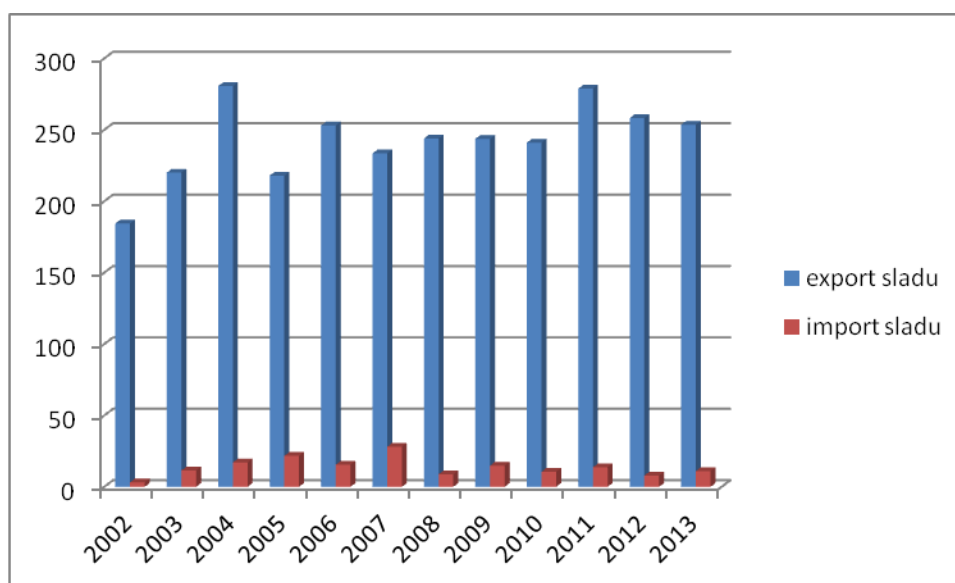
Celkové náklady na pořízení suroviny se mohou lišit o uplatněné kvalitativní srážky, dopravné z farmy do sladoven a skladů, skladné, náklady na skladování v externích sílech a finanční náklady spojené s nákupem suroviny a jejím skladováním. Z dlouhodobých praktických zkušeností vychází, že menší sladovny obvykle dosáhnou nižších nákupních cen, než sladovny velké, které mají větší nákupní rajón a rovněž musí část ječmene nakupovat od obchodních organizací. Po vstupu ČR do EU byly odstraněny veškeré celní překážky bránící dosud volnému pohybu sladovnického ječmene i sladu na vnitřním trhu EU. Během velmi krátké doby se cenové hladiny vyrovnaly a tuzemské sladovny nakupují ječmen za podobné ceny jako jejich konkurenti v jiných zemích. Lokální nedostatky či přebytky jsou řešeny přesunem zboží v rámci Evropy či exportem ječmene z Evropských přístavů (BASAŘOVÁ a kol., 2015).



Obr. 14 Výroba sladu ve SLADOVNÁCH SOUFFLET ČR v letech 2002 až 2015; Zdroj: firemní materiály SOUFFLET ČR)

SLADOVNY SOUFFLET ČR se s roční výrobou 352 000 t podílejí na produkci sladu v České republice přibližně 60% (obr. 14). K odběratelům SLADOVEN SOUFFLET ČR (SSČR) patří většina domácích pivovarů a dvě třetiny produkce směřuje na zahraniční trhy. Od roku 2001 jsou SSČR součástí GROUPE SOUFFLET, jednoho z největších světových výrobců sladu. SSČR mají sladovny po celé České republice, a to v Prostějově, Nymburku, Kroměříži, Litovli a Hodonicích. SLADOVNY SOUFFLET ČR jsou vlastníkem historické ochranné značky TCHECOMALT, která je známá již z 20. let minulého století. Pod touto značkou naše sladovny vyváží český slad do celého světa od začátku své existence.

5.2.3 Vývoz a dovoz sladu



Obr. 15 Vývoz a dovoz sladu z ČR v letech 2002 až 2013; Zdroj: firemní materiály SOUFFLET ČR

Stejně jako produkce, vývoz i dovoz jarního ječmene má dlouhodobě vyrovnaný trend. Vývoz sladu je však značně vyšší než dovoz sladu v České republice, což je z ekonomického hlediska přínosem (obr. 15).

Tab. 4 Výrobní kapacita sladoven v EU v letech 2010 až 2013; Zdroj: firemní materiály SOUFFLET ČR

Pořadí	Rok	2010	2011	2012	2013
	Země				
1	Německo	2128000	2128000	233000	2162000
2	Velká Británie	1517000	1567000	1600000	1607000
3	Francie	1423000	1441000	1442000	1457000
4	Belgie	800000	786000	789000	782000
5	Česká republika	576000	578000	569000	566600
6	Španělsko	490000	490000	497000	497000
7	Polsko	375000	375000	375000	375000
	Celkem	9489500	9428000	9657000	9595000

Česká republika zastává podstatnou část výroby sladu a v žebříčku států EU zaujímá jednu z prvních pozic, v letech 2010 - 2013 se umísťuje na pátém místě (tab. 4).

6 ZÁVĚR

Ječmen jarní je v ČR v posledních letech pěstován na výměře asi 350 tis. ha a je po ozimé pšenici druhou nejvíce pěstovanou plodinou. Tomu odpovídá i jeho ekonomický význam. Na výrobu sladu se zpracovává více než 50 % z celkové sklizně ječmene jarního, zbývající produkce zrna se používá ke krmení a jen velmi malé množství k potravinářským účelům. Vzhledem ke krátké vegetační době, slabšímu kořenovému systému a své biologické povaze ječmen jarní citlivě reaguje na stresové podmínky všeho druhu. Nejúrodnější oblastí pro pěstování sladovnického ječmene jsou především Polabská nížina, nižší polohy Středočeské pahorkatiny a střední Morava – především oblast Hané. Využití ječmene jako suroviny pro výrobu sladu je doprovázeno velice zajímavou přidanou hodnotou. Cílem sladařství je řízenými procesy vyrobit z ječmene jarního kvalitní slad, který je základ pro výrobu piva.

Analýza osevních ploch ječmene jarního prokázala, že v obilovinách tato plodina zaujímá za ozimou pšenici (56 %) druhé místo (17,5 %). Plochy ječmene jarního za posledních 20 let jsou podřízeny převážně sestupnému trendu. Z téměř 500 tis. ha v roce 1997 klesla plocha ječmene na 350,5 tis. ha v roce 2014. Opačný trend je u hektarových výnosů sladovnického ječmene. Za posledních 14 let se výnosy této plodiny zvýšily, a to z 3 t.ha⁻¹ na více jak 5,5 t.ha⁻¹. Mezi faktory, které ovlivnily pozitivní vývoj hektarových výnosů, bezesporu patří vysoká kvalita nových odrůd sladovnického ječmene a precizní agrotechnika. Výnos ječmene je však také velmi ovlivňován průběhem počasí v daném roce. Klesající trend dlouhodobého vývoje produkce této plodiny souvisí s poklesem celkově osévaných ploch. Naproti tomu existuje trend růstu hektarových výnosů.

Ceny ječmene jarního v posledních 14-ti letech se pohybovaly v cenovém rozpětí od úrovně 3 000 Kč za tunu až po necelých 6 000 Kč za tunu. V posledních čtyřech ročnících je nákupní cena vyrovnanější a pohybuje se od 5 000 – 5 500 Kč za tunu. Ze získaných podkladů z AGRODRUŽSTVA MORKOVICE, družstvo jsem vyjádřil nákladovou rentabilitu produkce zrna ječmene jarního. Ve sledovaných letech 2012, 2013 a 2014 se nákladová rentabilita pohybuje od 19,30 – 34,24 %. V daném podniku pova-

žují pěstování ječmene jarního za ekonomicky přínosné. Závěrem lze doporučit pěstování ječmene jarního při dobrém výběru odrůd a zachování dobré agrotechniky protože se jedná o strategickou plodinu s ekonomickým přínosem.

Trend u produkce sladu i jeho exportu je obdivuhodně vyrovnaný. Stejně tak jako u produkce a vývozu, tak i dovoz sladu má dlouhodobě vyrovnaný trend. Vývoz sladu je však značně vyšší než dovoz sladu, což je z ekonomického hlediska jednoznačným přínosem. V případě sladu jde o vývoz komodity s přidanou hodnotou.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

BASAŘOVÁ, G. a kol., Sladařství: teorie a praxe výroby sladu. Vyd. 1. Praha: Havlíček Brain Team, 2015, 626 s. ISBN 978-80-87109-47-2

EHRENBERGEROVÁ, J., Chemické složení zrna ječmene. In: ZIMOLKA, J., Ječmen: formy a užitkové směry v České republice. Praha: Profi Press, s.r.o., 2006. ISBN:80-86726-18-5

FRANTÍK, F. (ed.), Pivovarský kalendář: 2013. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2012. ISBN 978-80-86576-56-5.

HERTRICH, J., D. Topics in brewing: brewing adjuncts. Tech. Q. Master Brew. Assoc. Am. 2013, 50(2), 72-81

HORÁKOVÁ, V., DVOŘÁČKOVÁ, O., MEZLÍK, T. Seznam doporučených odrůd 2014. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský Brno, 2014. ISBN:978-80-7401-089-7

KUČEROVÁ, J., PELIKÁN, M., HŘIVNA, L. Zpracování a zbožiznalství rostlinných produktů. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. ISBN:978-80-7375-088-6

MACGREGOR, A., W. a kol., Chemické složení obilky ječmene, 1993, In: PRUGAR a kol., Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2008.

PSOTA, V., KOSAŘ, L., Malting quality index. Kvasny Prum. 48, 2002, 142-148

PSOTA, V., Hodnocení sladovnického ječmene. In: ZIMOLKA, J., Ječmen: formy a užitkové směry v České republice. Praha: Profi Press, s.r.o., 2006. ISBN:80-86726-18-5

PSOTA, V. (ed.), Ječmenářská ročenka 2011. Praha:Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2011. ISBN:978-80-86576-43-5

PSOTA, V. (ed.), Ječmenářská ročenka 2014. Praha:Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2014. ISBN:978-80-86576-63-3

STRLEGL, M., ŤIDKOVÁ, D. Základy pěstování krmného ječmene. Praha: Institut výchovy a vzdělání MZe ČR, 1993. ISBN 80-7105-055-5.

ŠAŠKOVÁ, D., ŠTOLGA, V. Trávy a obilí. Praha: Arantia/Granit, 1993. ISBN:80-85805-03-0

ZIMOLKA, J., a kol., Ječmen: formy a užitkové směry v České republice. Praha: Profi Press, s.r.o., 2006. ISBN:80-86726-18-5

Internetové citace:

České pivo. České pivo [online]., 2010 [cit. 2015-03-17].

Dostupné z: http://www.ceskepivo.cz/index.php/Hlavn%C3%AD_strana

KŮST, F., POTMĚŠILOVÁ, J. Situační a výhledová zpráva 2013: Obiloviny [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2013 [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/277539/SVZ_Obiloviny_2013.pdf

KŮST, F., POTMĚŠILOVÁ, J. Situační a výhledová zpráva 2014: Obiloviny [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2014 [cit. 2015-03-17]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/365762/SVZ_Obiloviny_12_2014.pdf

Firemní materiály:

Nabídka osiv jarních plodin. OSEVA, a. s., 2015.

Materiály z firmy SLADOVNY SOUFFLET ČR, a.s

Materiály z firmy AGRODRUŽSTVO MORKOVICE, družstvo