

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA
KATEDRA OBCHODU A FINANČÍ



JAKOSTNÍ POŽADAVKY NA SLAD

Bakalářská práce

Autor práce: Barbora Kaiserová

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Samek, CSc.

Praha 2010

©

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "**Jakostní požadavky na slad**" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne _____

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Miroslavu Samkovi, CSc. za odborné vedení, poskytnuté cenné rady a pomoc při zpracování bakalářské práce.

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra obchodu a financí

Akademický rok 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Barbora Kaiserová

obor Podnikání a administrativa

Vedoucí katedry Vám ve smyslu Studijního a zkušebního řádu ČZU v Praze
čl. 16 určuje tuto bakalářskou práci.

Název tématu: **Jakostní požadavky na slad**

Struktura bakalářské práce:

1. Úvod
2. Cíl práce a metodika
3. Literární rešerše
4. Závěr
5. Seznam literatury
6. Přílohy

Rozsah původní zprávy: 30 - 40 stran

Seznam odborné literatury:

- 1) CHLÁDEK, L. Pivovarnictví. 1. vydání. Praha: Grada, 2007, ISBN: 978-80-274-1616-9
- 2) ZÝBRT, V. Velká kniha piva - Vše o pivu. 1. vydání. Praha: Rubico, 2005. ISBN: 80-7346-054-8
- 3) Kosař, K. Procházka S. a kol. Technologie výroby sladu a piva: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2000

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miroslav Samek, CSc.**

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2010



Vedoucí katedry





Děkan

V Praze dne: 7.1.2009

Jakostní požadavky na slad

Souhrn

Slad je velmi významná komodita českého trhu. Je na něj kladeno mnoho požadavků, které by měly být splněny, aby bylo dosaženo příslušné kvality. Podmínkou požadované jakosti je vznik potřebné enzymové aktivity, spočívající v přeměně polysacharidů na zkvasitelné produkty. S kvalitou sladu úzce souvisí vlastnosti výchozí suroviny, ze které je vyráběn. V České republice je to převážně ječmen, ale v menším množství i pšenice, žito, a jiné druhy obilnin. Jak kvalita, tak výnosnost sladu se odráží na výběru vhodné sladovnické odrůdy, technologickém procesu zpracování, technickém zařízení sladoven a následném zacházení se sladem. Hodnocení jakosti sladu ovlivňuje mnoho faktorů. Pokud jsou zohledněny, umožní sladovnám vyrábět stabilně kvalitní produkty, které jsou konkurenceschopné.

Klíčová slova: slad, jakost, ječmen, ukazatel, hodnocení

High-Quality Requierements of Malt

Summary

The malt is a very important commodity on the czech market. It's an important part of the beer industry. To reach the required quality the malt has to fulfil specific requierements. The condition of the required quality is a rise of a necessary enzym activity, which is based on the transformation of polysacharides to fermentated products. The quality of the malt is closely connected with the character of the basic raw material, which is the malt made of. In the Czech Republic it usually is barley, in minor amounts also wheat, rye and other kinds of grain. Both quality and productivity of the malt depend on the right choice of a proper type of malt, technological workflow, technical equipment of malt houses and following manipulation with the malt. Evaluation of the malt depends on many various factors. If these factors are considered, malt houses are able to produce tenderable goods of a high quality

Keywords: malt, quality, barley, indicator, classification

OBSAH

1. Úvod.....	8
2. Cíl práce a metodika	11
3. Literární rešerše.....	12
3.1. Sladovnictví.....	12
3.2. Charakteristika komodity	13
3.2.1. Vyráběné druhy sladu	13
3.2.1.1. Základní druhy	13
3.2.1.2. Speciální druhy.....	14
3.2.1.3 Ostatní slady.....	15
3.3. Sladovnický ječmen	17
3.3.1. Původ ječmene	17
3.3.2. Pěstování sladovnického ječmene	18
3.3.3. Stavba a chemické složení zrna ječmene.....	18
3.3.4. Požadavky na jakost sladovnického ječmene	20
3.3.5. Ukazatele sladovnické jakosti.....	22
3.4. Technologie výroby sladu	25
3.4.1. Příjem ječmene	25
3.4.2. Čistění ječmene.....	26
3.4.3. Třídění ječmene	26
3.4.4. Skladování ječmene	27
3.4.4.1. Skladištní škůdci	27
3.4.4.2. Kontrola skladování	28
3.4.5. Máčení ječmene	28
3.4.5.1. Zařízení máčírén.....	29
3.4.5.2. Vlivy působící na máčení.....	29
3.4.6. Klíčení ječmene	30
3.4.6.1. Vedení hromad na humnech.....	31
3.4.6.2. Sladovací zařízení pro proces klíčení.....	32
3.4.7. Hvozďení sladu	33
3.4.7.1. Zařízení pro hvozďení sladu	34
3.4.8. Úprava hotového sladu	34
3.4.8.1. Odkličování sladu.....	34
3.4.8.2. Leštění sladu.....	34
3.4.8.3. Skladování sladu	35
3.5. Trh se sladem.....	36
3.5.1. České sladovny	36
3.5.2. Výroba sladu	38
3.5.3. Export sladu	40
3.5.3.1. Vývoz podle vyvážených druhů.....	40
3.5.3.2. Vývoz podle odběratelských zemí	40
3.6. Diskuse	43
4. Závěr	44
5. Seznam literatury	46
6. Přílohy	48

1. Úvod

Slad je jednou z nejdůležitějších komodit vyráběných v České republice. Je to dáno především tím, že spolu s chmelem představuje nenahraditelnou surovinu používanou při výrobě piva. Pivo je tradičně řazeno mezi typické české výrobky a je celosvětově známé díky své kvalitě.

Jeho vývoj sahá až do daleké historie. Příprava prvního sladu byla pravděpodobně uskutečňována již před 8 000 až 10 000 lety v Sumeru. Existují i hypotézy, že byl slad vyráběn už před 20 000 lety prehistorickými obyvateli dnešní Palestiny a Izraele. To, jak je sladovnická praxe stará, je otázka, na kterou není ještě známa přesná odpověď, ale v každém případě se řadí mezi nejstarší řemeslo.

Prvními sladovníky, kteří připravovali slad, a poté vařili pivo, byly ženy. V té době byl tento proces považován za posvátný rituál, díky kterému byly některé sladovnice po své smrti prohlášeny za božstvo. Výrobě sladu se ženy věnovaly až do středověku, kdy je v posledním tisíciletí začali nahrazovat muži, kteří po 15. století v oboru vstoupili do popředí.

Od pravěku byl slad vyráběn z různých druhů obilovin a ještě dnes se vyrábí nejen z ječmene, ale i z žita, pšenice, ovsu a dalších obilnin. Ve střední Evropě se v současné době převážně používá ječmen, výjimečně pšenice.

Aby byl vyprodukován dobrý slad, má mít výchozí surovina, tedy ječmen sladovnický, parametry, při jakých lze dosáhnout velkých výnosů, ale i dobré kvality. Požadavky kladené na jakost sladu spočívají především v jeho schopnosti přeměnit polysacharidy enzymovou aktivitou na zkvasitelné produkty. S tím je spojeno mnoho parametrů požadovaných od různých odrůd sladovnického ječmene, mezi které patří hlavně klíčivost, obsah vody, škrobu, bílkovin, celkový obsah extraktivních látek v zrně, ale také technologický postup výroby sladu.

Pěstované odrůdy ječmene musí projít minimálně tříletým technologickým zkoušením k tomu, aby se zjistilo, jestli jejich výsledky odpovídají požadované normě, jestli mohou být zaregistrovány, jestli jejich použití přinese odpovídající sladovnickou jakost a vysokou výnosnost a budou vhodné pro sladařský průmysl. K posouzení

vhodnosti odrůd pro pěstování sladu bylo odborníky vybráno osm hodnocených znaků, které mají spotřebiteli usnadnit orientaci a následný výběr v širokém sortimentu nabízených odrůd.

Existuje mnoho různých druhů sladů, které se liší svými charakteristickými vlastnostmi (např. barvou, chutí), ale převážně jsou vyráběny stejným technologickým procesem, který se u každého druhu odlišuje svou délkou nebo použitými teplotami.

Mezi nejfrekventovanější patří český slad plzeňského typu, o čemž svědčí i to, v jakém měřítku je oproti jiným sladům vyráběn. Za rok 2008 se vyprodukovalo okolo 526 590 tun českého sladu. To je obrovské množství při porovnání s druhým nejvíce vyráběným sladem, sladem karamelovým, jehož produkce dosáhla 10 000 tun za rok 2008. Je to dáno také tím, že český slad je používán při výrobě světlých piv, která jdou nejvíce na odbyt. V posledních letech je zaznamenáván nárůst ve výrobě sladu, na čemž se podílí 33 sladoven, jak komerčních tak pivovarských. Mezi nejvýznamnější společnosti produkující slad patří Sladovny Soufflet ČR, Plzeňský Prazdroj, Českomoravské sladovny a společnost Moravomalt.

Samotný slad má klíčový význam pro zahraniční obchod. Skoro polovina každoroční produkce této exportní komodity je vyvážena do zahraničí. Mezi nejvýznamnější exportní země patří především Polsko, do kterého se v roce 2008 vyvezlo 55,45% z celkového exportu. Mezi další důležité odběratele patří Rumunsko, Německo, Velká Británie, Slovinsko, Rakousko, ale dováží se i do zemí jako je Japonsko, Vietnam, Kazachstán, Jižní Korea atd.

Naším nejvýznamnějším exportérem je akciová společnost Sladovny Soufflet ČR, která je složena z pěti sladoven, které vyvezly v roce 2008 až 66% ze své celkové produkce. Mezi další sladovny vyvážející slad se řadí Českomoravské sladovny, a.s., Rudolf, s.r.o. nebo například Moravomalt, s.r.o.

Pro dosažení žádaných jakostních požadavků je potřeba brát v úvahu mnoho faktorů. Počínaje výběrem vhodné sladovnické odrůdy ječmene, přes jeho pěstování, následné zpracování řádným technologickým postupem provedeným odborníky a konče následným skladováním hotového sladu před jeho expedicí. Jakost vyrobeného sladu se

odráží na kvalitě z něj vyrobených produktů kvasného průmyslu, jehož největší část je zaměřena především na výrobu piva. Dobré jméno českého piva a letitá pivovarská tradice vytváří exportní trhy, do kterých je vyvážená významná část českého sladu.

2. Cíl práce a metodika

Vzhledem ke kompilačnímu charakteru práce bylo jejím cílem především shrnutí všech faktorů ovlivňujících jakostní požadavky na slad. Práce se snaží potvrdit předpoklad, že slad je vyráběn z obilovin (převážně ječmene), jejichž charakter výrazně ovlivňuje jeho kvalitu. Dílčím cílem je dokázat, že kvalita sladu závisí nejen na výběru vhodné odrůdy a jejím složení, ale i na použitém technologickém postupu, technickém zařízení a odbornosti pracovníků.

Práce byla vytvořena na základě prostudování odborné literatury, kterou poskytla především knihovna Ústavu zemědělských a potravinářských informací, dále knihovna Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského, a využitím internetových zdrojů. Kompilace zásadních podkladů byla zpracována pomocí komparačních metod, které vedly k závěrečné podobě předkládané bakalářské práce.

Práce byla zpracována v programu Microsoft Office Word a Excel.

3. Literární rešerše

3.1. Sladovnictví

V České republice má sladovnictví pravděpodobně až tisíciletou tradici. Pěstuje se zde sladovnický ječmen, díky němuž čeští sladovníci patří mezi světovou špičku. Výroba sladu je dnes vysoce specializovanou činností, její technologický náročný proces vyžaduje odbornost a proto se mu mohou věnovat pouze kvalifikovaní odborníci. [ZÝBRT, 2005]

Vysoká automatizace a několikanásobné zvýšení výrobních kapacit se odráží na změnách v požadavcích na charakter sladu. V dnešním moderním pivovaru je celý výrobní proces řízen počítačovým systémem. Programy jsou nastaveny na přesně definované jakostní ukazatele vstupních surovin i finálního výrobku, takže sládek má jen minimální možnost ovlivnit průběh, přičemž jakékoli korekce mohou znamenat ekonomické ztráty. [PELIKÁN et al. 2002]

Sladovnictví je významný potravinářský obor, který je úzce spojen s pivovarnictvím. Slad se navíc jako samostatná komodita významně podílí na vývozu. Aby byl vyroben dobrý slad, musí mít vstupní surovina, kterou je převážně ječmen, optimální parametry pro výrobu. Proto je při pěstování vybrané sladovnické odrůdy upřednostňována produkce z oblastí, u kterých existují předpoklady jak pro výnosnost, tak pro kvalitu.

Jakostní požadavky, kterých má dosáhnout slad ve své konečné fázi, spočívají v tom, aby vznikl enzym, který štěpí polysacharidy na jednoduché sacharidy vhodné pro produkty určené pro kvasný průmysl. Při tomto procesu se také vytváří maltóza, která se uvolňuje při klíčení ječmene ze škrobu, a nezkvasitelné dextriny dodávající tzv. „chlebnatost“. Maltodextriny jsou neodmyslitelnou součástí „chlebnatosti“ piva, která mu dává plnější chuť. [ČERVENKA, SAMEK, 2004]

3.2. Charakteristika komodity

Slad je pokládán za produkt, který vznikne máčením, vyklíčením a hvozděním obilných zrn (obilek). Průmyslově se slad používá nejen pro výrobu piva, ale i lihovin, limonád, kávovin, krup, pečiva (droždí) a taktéž v cukrárenství. Pro jeho přípravu se využívá převážně odrůd ječmene jarního dvouřadého, který nejlépe vyhovuje požadavkům na jakost saldu, a v menší míře také jiných surovin, např. pšenice, žita, kukuřice, rýže, prosa či triticales .

Podle technologického způsobu výroby sladu a vlastností, kterých slad dosáhne na konci výrobního procesu, jej lze dělit na základní, speciální a ostatní druhy. [DUDÁŠ, 2002]

3.2.1. Vyráběné druhy sladu

V České republice jsou nejběžnější vyráběné druhy sladu světlý slad a bavorský slad. Speciální druhy sladů jako je diastatický slad, karamelový světlý a tmavý, dále pak barevný, a pšeničný slad se v českých zemích vyrábí pouze v malém množství. Každý z těchto druhů sladů má své určité charakteristiky, které se dělí podle způsobu výroby a vlastností finálního produktu. [PROKEŠ, 2000; CHLÁDEK, 2007]

3.2.1.1. Základní druhy

Světlý slad

Světlý slad, který je také nazýván sladem plzeňského typu, slouží k výrobě světlého, lehkého a speciálního piva. Je nejpoužívanějším sladem pro výrobu skoro všech druhů piva. Základní surovinou je ječmen jarní sladovnický. Aby došlo ke snadnému zpracování sladu ve varně, je nutné, aby rmut dokonale zcukernatěl, sladina se dala snadno scedit a aby se dosáhlo nízké barvy po povaření. Ve světlém sladu se obsah vody pohybuje v rozmezí 3-4%. Světlý slad je typický svým příznivým extraktem, dostatečnou enzymatickou silou, zlatavou barvou. Teploty při hvozdění nepřesahují 82°C. [PROKEŠ, 2000]

Bavorský (mnichovský) slad

Základní surovinou pro výrobu bavorského sladu je také sladovnický ječmen jarní. Tento druh sladu je typický svou tmavou barvou a má dosti zvýrazněné aroma, které se získá výrazně hlubším klíčením, (až o 1-2 dny déle při mnohem větších teplotách na hvozdech a vyšším obsahem vody než u výroby světlého sladu). Při hvozdní teploty dosahují až 105°C a po tomto procesu se obsah vody pohybuje okolo 2%. [PROKEŠ, 2000]

Tento slad je používán pro výrobu extraktivnějšího neboli chlebnatějšího piva, které má nižší obsah alkoholu a vyšší chlebnatost. [DUDÁŠ, 2002]

3.2.1.2. Speciální druhy

Karamelový slad

Karamelové slady se podle barvy dělí na světlé, polotmavé a tmavé. Jsou typické vysokým obsahem cukrů a jsou velice aromatické. Používají se při výrobě speciálních a tmavých piv. Výroba těchto sladů se odehrává ve speciálním pražiči. Zde se v bubnu nechá zelený nebo odklíčený světlý slad dokonale zcukřit. Toho se dosáhne zapařením vsádky na 70°C, uzavřením odtahů páry a stálým otáčením bubnu pražiče po dobu asi 60min. Po zcukření se otevřou odtahy páry a slad dosáhne pomalu karamelizační teploty. Světlý karamel při teplotě 120-130°C, polotmavý při 160°C a tmavý karamel při 180°C. Zkaramelizovaný slad se vysype na síto, kde se postupně zchlazuje. [PROKEŠ, 2000; MALÉŘ, 1992]

Diastatický slad

Vyrábí se z lehčího zrna ječmenu jarního, který má větší obsah bílkovin. Tento ječmen se musí skladovat v nízkých teplotách do 14°C s vyšším obsahem vody než dosáhne dokonalého zcukření. Maximální dotahovací teplota je u tohoto sladu 65°C při vlhkosti okolo 6%. Je specifický svou vysokou diastatickou mohutností. [PROKEŠ, 2000]

Barevný slad

Tento slad je používán při výrobě silně tmavých piv, u kterých nelze barvy dosáhnout běžným tmavým sladem mnichovského typu. Tento slad dodává pivu charakteristikou vůni a chuť. Je vyráběn ze sladů hotových, které se po navlhčení nechají zcukřit v rychlopražičích při teplotě 60-80°C po dobu 30-60 minut a po této době se teplota pomalu zvyšuje až na 200-225°C. Tímto technologickým postupem je zajištěna vysoká tvorba barviv (melanoidinů) a postupné snižování škrobu, ze kterého vznikají dextriny, karamel a hořký asamar. Díky vysokým teplotám se mění jejich fyzikální, chemické a dietetické vlastnosti, a jejich drsnou a natrpklou chuť je potřeba zmírnit minimálně dvoutýdenním odležením. [DUDÁŠ, 2002; BASAŘOVÁ, 2010]

Pšeničný slad

Pšeničný slad je používán, když se vyrábí pivo speciální (tzv. bílé) nebo také v pekárenském průmyslu. Sladování pšenice se oproti ječmenu liší snadnějším přístupem vody do zrna. Zrno poté snáze vysychá a míra rozluštění se díky škrobnatému vzhledu posuzuje obtížně. Dotahovací teplota po sušení nesmí být vyšší než 75°C po delší dobu než 3 hodiny. Pšeničný slad obsahuje přibližně 5% vody. [PROKEŠ, 2000]

3.2.1.3 Ostatní slady

Do této kategorie jsou řazeny slady, které se v České republice vyrábějí pouze v minimálním množství, nebo vůbec. Mezi slady vyrobené z ječmene sem lze zařadit *nakuřované slady*, které jsou vyráběny pro přípravu whisky skotského typu ze sladu sušeného přímými spaliny rašeliny. *Melanoidinové slady* (melan-slady) používané při výrobě tmavých piv, kterým dodají sladovou vůni a chuť bez nahořklé příchutě typické pro barevné a karamelové slady. *Proteolytické (kyselé) slady*, sloužící ke zvýšení kyselosti, jsou vyrobené z hotových nebo zelených sladů tak, aby se mléčnými bakteriemi zajistil obsah mléčné kyseliny v zrně. Těmto kyselým sladům se přisuzuje zlepšení varního výtěžku, pěnivosti a trvanlivosti piva.

Existují také slady vyráběné za účelem přípravy piva, jejichž základ tvoří ječmen ani pšenice, ale jiné obiloviny či plodiny zemědělské výroby. Tyto slady se používají řídce a pouze v určitých oblastech při výrobě speciálních lokálních piv. Jsou to například čirokové slady, připravované především v Jižní Africe, slady z kukuřice seté, rýže seté, ovsu a žita setého ale také tritikálové slady, u kterých je nutno volit speciální postup při sladování, aby se dosáhlo optimální enzymové aktivity. [BASAŘOVÁ, 2010]

3.3. Sladovnický ječmen

Sladovnický ječmen je pro účely výroby sladu používán jako výchozí surovina. Na našem území jsou pěstovány odrůdy ječmene jarního, dvouřadého, víceřadého, ale ve velké míře se pěstují i krmné odrůdy, jež jsou využívány jako krmivo nebo při výrobě kávových náhražek a krup.

Pěstují se pouze odrůdy, které jsou povolené. Sortiment odrůd se stále postupně obnovuje, protože specifické genetické vlastnosti odrůd se během let ztrácí. Po určitém čase je proto potřeba snížit výsev určité odrůdy, následované jejím vyřazením. Změna sortimentu je ovlivněna rozdílnou reakcí odrůd na klimatické podmínky, odolností vůči chorobám, klíčivostí a výnosností odrůd v odlišných podmínkách pro pěstování. Aby byla zajištěna kontinuita výměny odrůd, je před vyřazením jedné nutno zahájit pěstování jiné odrůdy. Tento cyklus se opakuje v pravidelných intervalech. [ČERVENKA, SAMEK, 2004; BASAŘOVÁ, 2010]

Výzkumný ústav pivovarský a sladařský doporučil pro výrobu sladu, který je poté použit pro výrobu „Českého piva“, určité odrůdy ječmene jarního, které jsou řádně schváleny a registrovány. Mezi tyto odrůdy patří Advent, Aksamit, Blaník, Bojos, Calgary, Malz, Radegast, Tolar. [MEZEROVÁ, 2010]

3.3.1. Původ ječmene

O původu a rozšíření kulturního ječmene jsou v současné době vytvořeny dvě teorie. První vychází z předpokladu, že planý druh ječmene (*Hordeum spontaneum*) je prarodič ječmene dvouřadého a víceřadého. Druhá teorie naopak zastává hypotézu, že předchůdce víceřadých ječmenů není znám. Tato otázka nebyla dosud vyřešena, ale je prokázán určitý vztah kulturního ječmene dvouřadého k *Hordeum spontaneum*.

Do Evropy se ječmen dostal asi v letech 7 000 až 4 000 př. n. l. pravděpodobně z oblasti mezi Egyptem a Íránem.

Roku 1227 bylo pěstování ječmene písemně doloženo v Čechách i na Moravě, kdy byl používán na výrobu krup, výrobu chleba a pro účely vaření piva se používal spíše jako vedlejší surovina.

V 17. století se sladování ječmene rozšiřovalo a díky tomu došlo k rozmachu ve stavbách sladoven. Na přelomu 18. a 19. století byl ječmen jarní považován za nejdůležitější exportní plodinu na Moravě, byl pěstován na 27% až 50% orné půdy na Hané a v hospodářstvích Českomoravské vrchoviny se pěstoval přibližně na 7% orné půdy. Od 40. let 19. století se termín sladovnický ječmen začal používat pro kvalitní ječmen jarní. [KOSAŘ, 2000]

3.3.2. Pěstování sladovnického ječmene

Pěstovat ječmen lze ve všech výrobních oblastech, ale vysokou sladovnickou hodnotu dosahuje pouze za určitých půdně klimatických podmínek. Úspěšnost pěstování kvalitního sladovnického ječmene výrazně ovlivňuje půdní charakter oblasti. V řepařské oblasti, na které převažuje černozem a hnědozem v nadmořské výšce okolo 250 metrů, se ječmenu výborně daří. Je to dáno také tím, že se tam daří i cukrovce, která je nejlepší vhodnou předplodinou ječmene. Obilnářská oblast vytváří také podmínky pro jeho pěstování, ale je zde už menší dosažení dobré jakosti. Hlavní oblasti, na kterých se u nás pěstuje sladovnický ječmen, jsou především Haná, Lounsko a Žatecko.

Dalším faktorem ovlivňujícím pěstování jsou půdní reakce. Na kvalitu má negativní vliv kyselé prostředí, které potlačuje tvorbu kořenového systému a snižuje účinnost příjmu živin. K ostatním faktorům patří klimatické podmínky a aktuální průběh počasí v daném roce, což se na jakostních ukazatelích podílí až dvěma třetinami. [POLÁK, 1998]

3.3.3. Stavba a chemické složení zrna ječmene

Obilka ječmene má podlouhlý, vejčitý a na obou koncích zašpičatělý tvar. Každá část zrna má pro sladařství svůj specifický význam. Zrno je složeno z endospermu, aleuronové vrstvy, klíčku a obalových vrstev.

Endosperm je největší část obilky, která se při zpracování ve sladovně podstatně biochemicky mění. Tyto změny souvisí s úspěchem výroby a dosažení kvality sladu. Je to hlavní zdroj zásobních sacharidů, bílkovin a dalších složek vytvářejících charakteristické vlastnosti sladu.

Aleuronová vrstva se zpravidla skládá ze dvou řad hrubostěnných buněk, které obsahují bílkoviny a tuky. Čím více vrstev buněk zrna ječmene obsahuje, tím bohatší je na bílkoviny. V těchto vrstvách jsou na počátku klíčení aktivovány enzymy, jejichž činnost poté přechází do endospermu.

Klíček nebo také zárodek má ze sladařského hlediska velký význam. Vychází z něj veškeré popudy k tvorbě enzymů, které jsou potřebné pro rozklad složitých zásobních látek a důležité pro klíčení a tvorbu extraktu.

Obalové vrstvy slouží jako ochrana klíčku a endospermu před nadměrným vysycháním, mechanickým poškozením a mikrobiálním napadením. Ovlivňují přístup kyslíku ke klíčku, a proto jsou důležitým regulátorem klíčení. [DUDÁŠ, 2002]

Obilka ječmene v sobě obsahuje 80-88% sušiny a 12-20% vody. Sušina je tvořena z organických látek dusíkatých, bezdusíkatých a látek minerálních. Ze sladařského hlediska jsou nejdůležitějšími složkami zrna sacharidy, které přejdou do rozpustné a zkvasitelné formy, dusíkaté látky, polyfenolové látky a enzymy. [DUDÁŠ, 2002]

Tabulka 1 – Přehled chemického složení zrna ječmene

Voda	14,5%
Sušina	85,5%
<u>Složení sušiny:</u>	
škrob	63%
bílkoviny	11%
tuky	3%
hrubá vláknina	6%
popeloviny	3%
ostatní bezdusíkaté látky	14%

Zdroj: ČERVENKA, SAMEK, 2004

3.3.4. Požadavky na jakost sladovnického ječmene

Pro dosažení požadované technologické jakosti při výrobě sladu je nezbytné, aby byly maximálně respektovány a dodržovány závazné technologické postupy, hygienické předpisy a řada dalších požadavků [KOSARĚ, 2000]. Základním požadavkem sladařského průmyslu je homogenita odrůdy a stejný produkční původ zrna. Zrno musí být vyzrálé, protože nevyzrálé ječmeny obsahují méně enzymů. Při nízké koncentraci enzymů se rezervní látky štěpí pomaleji, zárodek je nedostatečně vyživen a jakost sladu zpravidla nevyhovuje. [DUDÁŠ, 2002]

Požadavky na jakost sladovnického ječmene se posuzují pomocí subjektivních, objektivních a chemických znaků. Ze subjektivních znaků jsou sledovány barva a jemnost pluchy, tvar a velikost zrna, odrůdová čistota a zdravotní stav zrn. Mezi objektivní znaky patří hmotnost tisíce zrn, podíl zrna nad sítím 2,5 mm, moučnatost, čistota, a především klíčivost a klíčivá energie, jelikož je to znak, na kterém závisí výsledek celého technologického procesu výroby sladu. Chemickým rozbohem se posuzují znaky jako obsah vody, škrobu a bílkovin, které jsou ve vzájemné závislosti a tím ovlivňují výsledek sladování. [ČERVENKA, SAMEK, 2004; DUDÁŠ, 2002]

Z pěstitelského hlediska se u dobrého sladovnického ječmene vyžaduje vysoký výnos, nepoléhavost, vysoký podíl zrna nad sítím 2,5 mm (až 90%), hmotnost tisíce zrn (v rozmezí 40-50 g), jemná slámově žlutá plucha, odolnost proti prorůstání a chorobám.

Ze sladařského hlediska jsou vyžadovány ječmeny s vysokým obsahem extraktu (81-82%), optimálním obsahem bílkovin (do 11%) a ječmeny, které mají zrno dobře zpracovatelné na kvalitní slad. [DUDÁŠ, 2002]

- **Klíčivost a klíčivá energie** je jakostní ukazatel rozhodující o kvalitě sladovnického ječmene. Od ječmene je požadována klíčivost nad 95%, dle Kosaře (1997) až 98%. Při nízké klíčivosti je průběh sladovacího procesu negativně ovlivněn, jelikož nevyklíčená zrna se nejen nedají zpracovat, ale jsou rizikové z hlediska rozvoje a šíření plísní. Nedostatečně vyklíčená zrna ječmene se projeví ve špatně rozluštěném sladu a dále ovlivní téměř všechny parametry

jakosti sladu. Tento ukazatel je podmíněn především časem a způsobem sklizně, posklizňovým dozríváním a ošetřením zrna po dobu skladování.

[KOSAŘ, 1997; MALÉŘ, 1992]

- **Objemová hmotnost**, dříve označovaná jako hektolitrová váha nebo hmotnost, znamená váhu hektolitrů ječmene nebo sladu udávanou v kilogramech. Je stanovena pomocí speciálních objemových vah na čtvrt litru, či jeden litr. Objemová hmotnost sladu závisí na vlhkosti, velikosti, tvaru a hmotnosti zrna ječmene. Ječmeny bohaté na škrob mají vyšší objemovou hmotnost, proto lze z tohoto parametru posoudit také jeho vhodnost ke sladování. Objemová hmotnost ječmene se pohybuje v rozmezí 72-74kg, sladu světlého v rozmezí 54-60kg a u tmavého sladu je to 52-55kg.
- **Hmotnost tisíce zrn** je funkcí tvaru a hustoty obilky vyjádřenou v gramech suché hmoty. Je úzce spojena s obsahem extraktu v zrně. Když je hmotnost tisíce zrn u sladu nižší, znamená to, že je slad lépe rozluštěn a u piva tím lze očekávat lepší prokvašení. Tato hmotnost se u ječmene pohybuje v rozmezí 38-42g v sušině a u sladu 30-38g v sušině. [BASAŘOVÁ, 2010]
- **Podíl zrna nad sítím 2,5 mm** je mechanickým znakem charakterizujícím vyrovnanost a plnost zrn v partii ječmene. Vyrovnanost velikosti zrn je důležitým faktorem při technologickém procesu. Když jsou obilky velikostně srovnatelné, napomáhá to stejnoměrnému přijímání vody, máčení a rovnoměrnému klíčení, a proto lze poté dosáhnout žádaného stupně rozluštění. [KOSAŘ et al. 2000]
- **Odrůdová čistota** zaručuje při zpracování sladovnického ječmene rovnoměrnost máčení i klíčení. Každá odrůda má své charakteristické vlastnosti, které jsou uplatněny při výrobě. Směsi odrůd ječmene nedosáhnou požadované vysoké kvality sladu. [MALÉŘ, 1992]

3.3.5. Ukazatele sladovnické jakosti

V České republice se každý rok zkouší několik desítek odrůd ječmene proto, aby se zjistila jejich užitná hodnota. Organizace vytvářejí mnoho systémů, které jsou tvořeny tak, aby údaje získané zkoumáním ječmene byly čitelnější a srozumitelnější jak pro sladařské odborníky, tak pro pěstitele sladovnického ječmene a šlechtitele. Státy zabývající se sladařským průmyslem mají různé způsoby hodnocení technologické kvality nových odrůd ječmene. [ZIMOLKA, 2006]

Výběr znaků pro ukazatele sladovnické jakosti (USJ) provedli pivovarští a sladařští odborníci v roce 1995. Sladovnická jakost představuje soubor komplexních ukazatelů, které vyjadřují úroveň a vyrovnanost jednotlivých sledovaných sladovnických parametrů, a hodnotí kvalitu jednotlivých odrůd. Mezi tyto parametry patří obsah dusíkatých látek v zrně neboli obsah bílkovin, extrakt v sušině sladu, relativní extrakt při 45°C, Kolbachovo číslo, diastatická mohutnost, dosažitelný stupeň prokvašení, friabilita sladu a obsah β -glukanů v sladině. [PSOTA, 2010]

- **Obsah bílkovin v zrně** znamená obsah všech organických dusíkatých látek v zrně (proteinů, peptidů, aminokyselin), které jsou převedeny mineralizací na anorganickou amonnou formu a následně stanoveny destilací. Získá se pomocí přepočítávacího faktoru. Obsah hrubých bílkovin v zrně ječmene je důležitým parametrem kvality ječmene určující jeho použití pro sladovnické účely.
- **Extrakt v sušině sladu** je hodnota sladového extraktu, která je odrazem úrovně modifikace škrobu. Je vyjadřována v procentech, přičemž optimální hranice se pohybuje okolo 83%. [KULOVANÁ, 2002]
- **Relativní extrakt při 45°C** je znakem, který informuje o celkové enzymatické aktivitě kromě amylázového komplexu (enzymů zajišťujících štěpení škrobu). [ZIMOLKA, 2006]

- **Kolbachovo číslo** udává procentický poměr rozpustných dusíkatých látek ve sladině k celkovému obsahu dusíkatých látek ve sladu. Hodnota tohoto čísla ukazuje na stupeň rozluštění sladu.
- **Diastatická mohutnost** je hodnota, která udává enzymový potenciál sladu, převážně β – amylázy. Vlivem tohoto enzymového potenciálu dochází ke štěpení škrobu v procesu rmutování na nízkomolekulární sacharidy. Uvádí se v jednotkách Windish – Kolbach.
- **Dosažitelný stupeň prokvašení** – jeho hodnota informuje o obsahu všech zkvasitelných látek (cukrů) ve sladině pivovarskými kvasnicemi. Množství zkvasitelných látek ve sladu je tím větší, čím je dokonalejší rozluštění sladu.
- **Friabilita (křehkost)** – protlačením sladu sítím za standardních podmínek ve friabilimetru se slad drtí a sítím propadá moučný podíl. Sklovitý podíl zůstává na síti. Z tohoto podílu se poté spočítá křehkost sladu. Tato je důležitým fyzikálním parametrem ukazujícím na stupeň rozluštění sladového zrna.
- **Obsah β – glukaniů** – β glukany jsou polysacharidy neškrobového typu, které jsou součástí buněčných membrán endospermu ječmenného zrna. Jejich vysoký obsah způsobuje problémy v technologickém postupu výroby piva. [KULOVANÁ, 2002]

Na základě požadavků odběratelů a výrobců sladu byly stanoveny hodnoty a váhy pro každý parametr. Výsledek hodnocení je vyjádřen pomocí devítibodové stupnice, kdy ukazatele sladovnické jakosti nabývají hodnot od jedné do devíti, přičemž optimální, nejlepší hodnota je označena číslem devět. V tabulce 2 jsou uvedeny hodnoty parametrů ukazatele sladovnické jakosti, které jsou požadované pro piva evropská a česká. Těchto hodnot by slad ve své finální podobě měl nabývat.

[ZIMOLKA, 2006; ČERNÝ, 2008]

Tabulka 2 – ukazatele sladovnické jakosti

Parametry	Jednotky	Hodnoty	
		pro evropské pivo	pro české pivo
Extrakt v sušině sladu	%	83	min. 81,5
Relativní extrakt při 45°C	%	40-48	max. 38
Kolbachovo číslo	%	42-48	39
Diastatická mohutnost	WK	280-300	min. 220
Dosažitelný stupeň prokvašení	%	82	max. 80
Friabilita	%	86	min. 75
Obsah β -glukanů ve sladině	mg/l	100	max. 250

Zdroj: ČERNÝ, 2008

Podle ukazatele sladovnické jakosti lze jednotlivé odrůdy členit do tří skupin:

- 1) **výběrové odrůdy** – dosahují USJ až 9 bodů a patří sem například odrůdy Diplom Persey, Malz, Prstige atd.
- 2) **standardní odrůdy** – dosahují USJ v rozmezí 4-6, jsou odrůdy sladovnické středně jakostní a patří sem Akcent, Amulet, Annabel, Atribut, Calgary, Forum, Tolar atd.
- 3) **nestandardní odrůdy** – jsou nesladovnické odrůdy s USJ méně než 4 body (Ditta, Heris, Ladik, Orbit, Primus atd.) [ČERNÝ, 2008]

3.4. Technologie výroby sladu

Výroba sladu probíhá ve sladovnách, které mohou být buď součástí pivovarů, nebo jsou to obchodní sladovny, které vyrábějí slad především za účelem exportu a zbytek prodávají pivovarům.

Většina autorů rozděluje výrobu sladu do pěti základních charakteristických fází výroby:

- nákup, příjem, čištění, třídění a skladování ječmene
- máčení ječmene
- klíčení ječmene
- hvozdnění
- úprava finálního výrobku, jeho skladování a expedice

[DUDÁŠ, 2002]

3.4.1. Příjem ječmene

Samotný příjem ječmene zahrnuje nákup ječmenného zrna, a to buď od samotných pěstitelů, nebo od obchodních organizací, které zprostředkovávají prodej. Při uzavírání dodavatelsko-odběratelského vztahu je nutno vždy uzavřít kupní smlouvu, která se řídí pravidly Obchodního zákoníku. Sladovny si však mohou vytvořit své podnikové normy pro nákup ječmene, které se opírají o normu ČSN 46 1100-5 z roku 1994. Při příjmu ječmenných zrn se vždy provádí základní rozbor, který je poté uváděn v kupní smlouvě. Tyto rozbor se při přejímce musí dělat průběžně. Je to nutné pro zjištění nejen kvality, ale i pro následné zatřídění ječmene při jeho skladování. Pro každou sladovnu je nutno mít oddělené části, část pro výkup ječmene a část pro jeho samotné skladování.

Ječmen je do sladoven dopravován valníky, nákladními automobily nebo železniční dopravou, ze kterých se to poté přesune do příjmových košů, které jsou přizpůsobeny kapacitě sladoven. Ječmen se z příjmových košů dále dopravuje na místa, kde dochází k předčištění, čištění a jejich uložení ječmene do sil. Doprava ve sladovně se zajišťuje pomocí čtyř základních typů dopravních prostředků, kam patří elevátory, šnekové dopravníky, dopravní pásy a pneumatická doprava, která se v českých sladovnách nepoužívá z ekonomických důvodů. [KOSAŘ et al. 2000]

Než se zrno uskladní, je ho před tím potřeba na sýpkách nebo v sílech zbavit všech nežádoucích příměsí a nečistot a poté jej roztrždit podle velikosti. Tím, že se zrno čistí a třídí, se minimalizují skladovací ztráty a vyrovnává se tím jakost finálního výrobku. [DUDÁŠ, 2002]

3.4.2. Čistění ječmene

Když je ječmen přijat ve sladovnách do košů, jde na předčištění, kde je zrno zbavováno prachu, lehkých částí a kovových částí a poté je uloženo do zásobníků pro příjem ječmene.

Při čištění ječmene se zrno přetahuje na čističku, kde tato činnost probíhá ve dvou stupních. Na první stupni jsou hrubé nečistoty, dále pak cizí a jemné příměsi odstraněny na vibrujících sítích aspirátoru. Při druhém stupni se podle tvaru na triéru odstraňují kulatá zrna různých plevelů a půlky ječných zrn. [PROKEŠ, 2000]

3.4.3. Třídění ječmene

V třídičkách se vyčištěný ječmen třídí podle velikosti, což má velký význam pro další postup při výrobě sladu. Docílí se tím jednotného máčení, klíčení a získání dokonale homogenního sladu.

Zrna ječmene se podle velikosti řadí do tříd:

- I. Třída – zrna, jejichž velikost přesahuje 2,5mm
- II. Třída – zrna jejichž velikost se pohybuje v rozmezí od 2,2mm do 2,5mm
- Propad – zrna, jejichž velikost nepřesahuje 2,2mm, a jiné příměsi, které se neodstranily při čištění.

Třídění je závislé na typu a výkonu třídičky. Denně se třídění kontroluje v laboratoři, protože například zrna ječmene I. třídy nesmí obsahovat více jak 5% zrn ječmene II. třídy.

Po vyčištění a vytřídění se vyjádří hmotnostní podíl sladovnického ječmene a odpadů v procentech původního ječmene. [PROKEŠ, 2000]

3.4.4. Skladování ječmene

Po procesech čištění a třídění se zrno uskládňuje a to nejčastěji na podlahových skladištích – sýpkách nebo v silech. Prostory pro skladování by měly být vytvořeny tak, aby skladovny mohly uskladnit 50-60% roční výrobní spotřeby, měly by být beze spár a z materiálu, který je špatným vodičem, tzn. nehořlavý.

Důležitými činiteli při skladování ječmene je vláha ječmene (obsah vody) a teplota. Ječmen s vyšší vláhou je nutno uskládňovat v nižších vrstvách tak, abych zrna mohla dýchat. Za nejvhodnější podmínky pro skladování se považuje co nejnižší teplota, kterou je nutno pravidelně kontrolovat a obsah vláhy by měl být maximálně 14%. [ALBL, 1990]

3.4.4.1. Skladištní škůdci

Skladištní škůdci představují velké riziko především při špatném způsobu skladování ječmene. Existuje mnoho různých druhů škůdců. Mezi ty, které byly identifikovány, patří 30 druhů roztočů, 8 druhů pisivek, 29 druhů brouků a 3 druhy motýlů. Výskyt škůdců zaleží na konkrétních podmínkách ve skladovacím prostoru, někteří ani nezpůsobují velké škody, ale existují i škůdci jako je například pilous černý, který dokáže v krátké době zničit velkou část skladovaného zrna. Mezi nebezpečné škůdce patří potemníkovití, kteří vyměšují látky chinonické povahy, které vedle negativního vlivu na lidské smysly mají i karcinogenní účinky. Mezi významné škůdce se řadí také zavíječi, moli a roztoči, kteří se rozmnožují především ve vlhčím prostředí. Tito škůdci škodí v oblasti klíčku, což následně zhoršuje klíčivost a technologickou jakost ječmene. Se škůdci vznikají také hygienické škody a to tím, že pouštějí chloupky, které se dají těžko odstranit. Pracovníci potom při manipulaci s ječmenem vdechují škodliviny a tak může docházet k různým alergiím i k poškození průdušek. [ZIMOLKA, 2006]

3.4.4.2. Kontrola skladování

Skladovaný ječmen je potřeba pravidelně kontrolovat tak, aby se zamezilo případným nežádoucím ztrátám. Frekvence kontrol ječmene, jeho vlhkost, teplota, skladištní škůdci, klíčivost, atd., závisí na přijatém ječmeni a podmínkách pro jeho skladování.

Údaje zjištěné kontrolováním se buď zapisují do deníku, nebo do skladové karty, kterou má každá přijatá jednotka ve skladu. Vlhkost a teplota jsou zaznamenány počítačovým systémem automaticky. Doba, kdy probíhá měření, se odvíjí od období. Mezi srpnem a říjnem je měření častější (jednou za dva dny), v ostatních obdobích probíhá ve třídních až desetidenních intervalech. V každém případě se kontroluje minimálně ve třech vrstvách v celé hromadě.

Kontrola skladištních škůdců se provádí v závislosti na teplotě. Při teplotách nad 10°C se koná jednou za pět dnů, mezi teplotami 5°C až 10°C je to jednou za deset dnů a při teplotách nižších než je 5°C se kontroluje přibližně jednou za měsíc.

I když je zrno ječmene správně uskladněno, dochází přesto ke ztrátám, které jsou způsobeny například dodýcháváním zrna, odpařováním vody nebo také mechanickým poškozením. [KOSAŘ, et al. 2000]

3.4.5. Máčení ječmene

Máčení ječmene se provádí proto, aby se zvýšil obsah vody v zrně podle typu sladu, který chceme vyrábět. U ječmene používaného pro výrobu světlých piv plzeňského typu by se obsah vody měl zvýšit na 42 až 45% a pro výrobu tmavých piv bavorského typu až na 48%. Dále se máčením má zajistit optimální průběh klíčení a enzymových reakcí tak, aby voda, která byla přijata do zrna, vystačila až do konce klíčení. [DUDÁŠ, 2002; ČEPIČKA, 1995]

Proces máčení trvá okolo 72 hodin. Během této doby se při máčení na povrch nádůvníků dostanou zrna a nečistoty tzv. splavky, které se stahují a poté jsou použitelné jako krmivo. [ČERVENKA, SAMEK, 2004]

3.2.5.1. Zařízení máčiren

Proces máčení je probíhá v náduvnících, které jsou umístěny v máčírňách, v blízkosti zařízení pro klíčení ječmen. Máčírny by měly být dobře větratelné, chladné a především nezávislé na teplotě vnějšího vzduchu. Konstrukce náduvníků je zhotovena z železobetonu nebo ocelového plechu. Existuje mnoho typů náduvníků, od těch nejjednodušších bez odvětrávání a odsávání oxidu uhličitého, až po ta zařízení, která jsou plně automatizována na dávkování vzduchu, odsávání oxidu uhličitého a s možností regulace teploty. Tvarově se od sebe mohou odlišovat, mohou být čtverhranné nebo kruhové, ale spodní část je vždy kónická (45°), aby se náduvnice lehce vyprazdňovaly. [DUDÁŠ, 2002; MALÉŘ, 1992]

3.4.5.2. Vlivy působící na máčení

Na máčení působí především to, jakou má zrno velikost, teplota máčecí vody, ale také přístup kyslíku.

Při máčení velikost zrna významně ovlivňuje rychlost přijímání vody. Malá zrna přijmou méně vody než ta velká. Když je zrno větší, potřebuje delší čas pro vstřebání vody. Proto je proces pečlivého třídění zrna velice důležitý k tomu, aby docházelo k rovnoměrnému máčení. Při nerovnoměrném máčení se jakost sladu zhoršuje.

Další faktor působící na máčení je teplota máčecí vody, která nejvíce ovlivňuje rychlost přijímání vody do zrna. Když je voda teplejší, tak zrno lépe vstřebává vodu. Teplota vody je odvozena od toho, jaký zdroj je používán. Nejvhodnější jsou podzemní vody, které si po celý rok uchovávají podobnou teplotu. U vod povrchových se teplota odvíjí od počasí, takže se v různých obdobích výrazně mění, což nepříznivě ovlivňuje dýchání ječmene a počáteční teplotu klíčení. [PROKEŠ, 2000]

Nejdůležitějším faktorem, který se uplatňuje při máčení, je přístup kyslíku. Když se obsah vody v zrně zvyšuje, začne ječmen intenzivněji dýchat a zvyšuje se tím spotřeba kyslíku, který tak v daném prostředí klesá na minimum. Je proto důležité zajistit pro zrno dostatečný přístup kyslíku tak, aby ječmen dýchal normálně. Když má ječmen dobrý přístup kyslíku, doba máčení se tím zkracuje a ječmen brzy puká, enzymatická činnost pracuje pravidelně a sladovací ztráty jsou tak minimální. [ALBL, 1990]

3.4.6. Klíčení ječmene

Sladařské klíčení je fyziologický proces, při kterém se musí dosáhnout optimálního množství a aktivity enzymů, které jsou důležité pro přeměnu obsahu zrna. K dosažení optimálního průběhu klíčení potřebuje zrno dostatečné množství vody, kterého se docílilo při máčení, dále pak optimální teplotu a dostatečný přísun kyslíku. [ČERVENKA, SAMEK, 2004; MALÉŘ, 1992]

- **Obsah vody v zrně** je důležitým faktorem z hlediska ovlivňování pohybu rezervních látek, aktivace činnosti enzymů a podpory dýchání zrna. Máčením ječmene se obsah vody zvýšil podle druhu na 42% až 48%, což je potřebné množství pro klíčení. Kdyby byl obsah vody nedostatečný, ječmen by se při klíčení zahříval a tím by se zvyšovaly sladovací ztráty a vznikaly by náklady na předělávání hromad. [ALBL, 1990]
- **Optimální teplota** ovlivňuje růst zrna ječmene. Dýcháním zrno při klíčení vytváří zdroj tepla. Optimální teploty pro klíčení se pohybují mezi 14-18°C a liší se podle druhu vyráběného sladu. Když jsou teploty nižší, zrno pomaleji dýchá, což prodlužuje proces klíčení. Naopak při vyšších teplotách zrno dýchá intenzivněji a klíčení je tak rychlejší a ztráty na extraktu se zvyšují. Ideální je, když se teplota na humnech pohybuje okolo 10°C. Protože při této teplotě se dá hromada snadno vést a náklady na předělávání se ztrátami na extraktu se snižují. [ALBL, 1990]
- **Dostatečný přísun kyslíku** je důležitý pro správné dýchání zrna. Zrno vydechuje oxid uhličitý, který při nadměrném množství dokáže zastavit dýchání zrna. V prvních fázích klíčení se hromady musí často předělávat, aby se oxid uhličitý odvětrával a nebrzdil tak proces klíčení. [MALÉŘ, 1992]

3.4.6.1. Vedení hromad na humnech

Hromada klíčícího ječmene se sleduje podle vývoje a stádia, kterými prochází. Tato stádia se označují jako mokrá hromada, suchá hromada, pukavka, mladík, vyrovnaná hromada a sejmutá hromada. [ČERVENKA, SAMEK, 2004]

- **Mokrá hromada** je stádium, kdy je ječmen po vymočení, které probíhá za normální teploty humna a normálního stupně domočení ve slabé vrstvě. Zrna pohlucují vodu z povrchu obilky a tím hromada osychá. Jakmile hromada na povrchu uschne, předělává se, což se děje přibližně po 12 hodinách.
- Ve stádiu **suché hromady** se zrno ocitá v momentě, kdy zmizí všechna voda z povrchu zrn. Zrno začíná intenzivněji dýchat a hromada se zahřívá. Začíná se objevovat pot.
- Když se u suché hromady začne objevovat na špičce zrna bílý bod, hromada přechází do stádia **pukavky**, ve které hromada silně dýchá a rychleji tvoří pot. Toto stádium je typické pro příjemnou okurkovou vůni. Hromady se předělávají po osmi hodinách, přičemž se musí dbát na správný okamžik, při jehož promeškání se zvyšuje teplota a vedení hromady by v dalších stádiích bylo obtížnější.
- **Mladík** je nejdůležitější fází klíčení. Je to stádium, u kterého ze zrna vyrůstá druhý kořínek a růst je v této fázi nejbujnější. Musí se pečlivě sledovat teplota, pot, vývin střílky a kořínků. Hromada se musí včasné předělávat v rozmezí 4 až 6 hodin, protože zrno velmi intenzivně dýchá, tvoří se pot a teplota se zvyšuje. Když se klíčení ve stádiu mladíku udržuje v optimálních mezích, je péče o hromadu v dalších stádiích usnadněna. Musí se sledovat to, aby ve všech místech hromady bylo klíčení stejnoměrné.
- Přibližně pátý den přechází hromada do stádia **vyrovnané hromady**, kdy kořínky zrna jsou vyvinuté, kučeravé, masité a dlouhé jako délka zrna. Růst a dýchání zrna je pozvolnější. Střílka (klíček) dorůstá na délku poloviny zrna. Hromada je předělávána každých 12 hodin.

- Při stádiu *hromady staré* nebo také sejmuté je růst ještě pozvolněji. Délka ležení hromady se prodlužuje, přičemž se průběžně orá oračkami kvůli utlumení dýchání oxidem uhličitým a snižování ztráty na extraktu. [ALBL, 1990]
Produktem této konečné fáze je tzv. zelený slad, který by měl mít příjemnou okurkovou vůni, mírně zavadlé kořínky a měl by mít stejné vnější znaky jako například délka plumuly, počet kořínků, které mají být plné, silné, sněhově bílé a ne ochablé. Zrno je dobře rozluštěno (vývoj klíčku) za předpokladu suchého, měkkého a moučnatého endospermu, který se lehce vytlačí a rozetře mezi prsty na jemnou kaši pískového charakteru. [DUDÁŠ, 2002]

Pro slady světlé se požaduje nižší rozluštění, při kterém klíček (střelka) dosahuje 1/3 až 1/2 délky zrna, proto jsou označovány jako slady krátké. A pro slady tmavé dosahují střelky velikost nad 3/4 délky zrna, jsou zcela vylučitelné a nazývají se slady dlouhé. [ČERVENKA, SAMEK, 2004]

3.4.6.2. Sladovací zařízení pro proces klíčení

Sladovací zařízení pro proces klíčení lze rozdělovat na moderní a klasická. Mezi klasické patří klíčení na humnech a mezi moderní systémy se řadí pneumatické sladování (bubnové, věžové a skříňové).

Humnová sladovna se většinou skládá z více pater, která jsou pod úrovní terénu. Podlahu tvoří hlazený beton nebo dlaždice. V podlaze je převážně ve zrekonstruovaných humnových sladovnách zabudované chlazení pro udržení příznivějších podmínek při klíčení. Teplota na humnech je i při šetrném větrání setrvačná, vzduch má vysokou relativní teplotu, která zamezuje vysychání hromad a předčasnému vývinu zeleného sladu. Nevýhodou humen je převaha namáhavé ruční práce nad mechanizací. V důsledku slabých vrstev je potřeba velký obestavěný prostor. Dodržování technologie je obtížné, hlavně v netechnologickém období (jaro, podzim), a proto se vyžaduje přítomnost šetrné obsluhy.

Pneumatická sladovadla jsou zařízení, která jsou vybavena obracečem na kypření a sbírání sladu a ventilátorem, který slouží k provětrávání klíčícího sladu vlhčeným klimatizovaným vzduchem. Tato sladovadla nejsou tolik náročná na prostor

jako humna a klesá zde i podíl lidské práce. Na druhou stranu jsou vynaloženy vyšší náklady na technické vybavení, spotřebu elektrické energie, vody a chlazení. Když je zrno dostatečně chlazeno, předpokládá se dosažení shodných či obdobných podmínek pro klíčení (technologického postupu) po celý kalendářní rok. Součástí pneumatických sladovadel jsou výkonné chladicí jednotky a klimatizační komory, ve kterých se vzduch čistí a dosycuje tak, aby splňoval požadavky na kvalitu vzduchu.

[PROKEŠ, 2000; MALÉŘ, 1992]

3.4.7. Hvozdění sladu

Hvozdění sladu se provádí za účelem zastavení klíčení, snížení obsahu vody a tím konzervace sladu. Tento proces významně ovlivňuje chuť a vůni sladu, které poté dávají pivu typickou charakteristiku chutě a vůně. [MALÉŘ, 1992; ČEPIČKA, 1995]

Hvozdění probíhá ve třech fázích. První fáze, označována jako růstová, probíhá za teplot do 40°C a enzymatické pochody charakteristické pro klíčení ještě pokračují. V druhé enzymové fázi se proces tvorby a aktivace enzymů pozastavuje, ale není zcela zastaven. Děje se tak při teplotách do 60°C a vlhkost se snižuje pod 20%. Poslední, třetí fáze chemická, označována také jako dotahování. Úplně zastaví enzymatickou činnost a dochází už jen k fyzikálně-chemickým změnám. Obsah vody se snižuje pod 4% a teploty se pohybují okolo 80°C. [ČERVENKA, SAMEK, 2004]

- ***Při hvozdění při výrobě českých sladů plzeňského typu*** se v první a druhé fázi musí omezit reakce na nezbytné minimum tak, aby nevznikaly při dotahování barevné a aromatické látky. Voda se musí odpařit již na začátku za nízkých teplot 35 až 40°C za silného tahu, kdy obsah vody se poté pohybuje okolo 8-10%. Dotahovací teplota, n rozmezí 80 až 85°C, při které je slad dokonale vysušen, nepřibarví se a většina enzymů se nepoškodí. České slady se zpravidla hvozdí dvakrát 12 hodin a jejich řádné dotažení se pro jakost sladu považuje za velmi důležitou. [DUDÁŠ, 2002]
- ***Při hvozdění bavorského sladu*** je obsah vody záměrně udržován vyšší tak, aby se vytvořilo více barevných a aromatických látek. Toho se dosáhne silným omezením tahu při vyšší nastírce, která je obrácena jen zřídka. Když se slad spouští na spodní

lísku, obsahuje 20-30% vody. Hvozdění probíhá dvakrát 24 hodin při dotahovací teplotě 100-105°C. [DUDÁŠ, 2002]

3.4.7.1. Zařízení pro hvozdění sladu

Pro hvozdění sladu se rozlišují hvozdy z mnoha různých hledisek. Především jsou rozlišovány hvozdy jednolískové, dvoulískové i třílískové, přičemž nepoužívanější jsou hvozdy dvoulískové, které jsou vytápěně pevným palivem, plynem nebo párou. Dříve byly lísky pevné, které nahradily lísky sklopné. U těch se pod spodní lísky vestavěly sběrné koše na slad a zabudovaly se pomocné ventilátory. Na lískách se během hvozdění kontroluje teplota ve sladu, úbytek vody ve sladu, teplota vstupujícího a odcházejícího vzduchu z hvozdu a vlhkost tohoto vzduchu.

[MALÉŘ, 1992; PELIKÁN, et al. 2002]

3.4.8. Úprava hotového sladu

3.4.8.1. Odkličování sladu

Po procesu hvozdění se slad upravuje odkličováním na odkličovadlech. Při něm se odstraňují zárodečné kořínky, které jsou křehké a lehce se ulamují. Tyto kořínky a klíčky se označují jako sladový květ, což je nejhodnotnější vedlejší produkt, který představuje 4% z hmotnosti vyrobeného sladu. Sladový květ obsahuje vysoké množství biologicky aktivních látek, a proto je vyhledávanou surovinou pro fermentační technologii a krmivářský průmysl, v menší míře i pro kosmetické využití. Světlé slady mají hodnotnější sladový květ než tmavé slady, především pro diastatické využití. [DUDÁŠ, 2002; MALÉŘ, 1992]

3.4.8.2. Leštění sladu

Slad se po odklíčení ještě leští, čímž se získá výrobek čistý vzhled a odstraňuje se přitom prach a poškozená zrna. Tento proces se provádí především pro exportované slady a nemá vliv na technologickou jakost. Upravený slad lze poté skladovat na sýpkách nebo v sílech po dobu dvou let, aniž by byly zaznamenány újmy na jeho kvalitě, skladováním jakost spíše stoupá. [ČERVENKA, SAMEK, 2004]

3.4.8.3. Skladování sladu

Praxe prokázala, že skladování sladu je výhodný technologický krok, neboť odleželý slad je po 6 až 8 měsících lépe zpracovatelný. Čerstvé slady se při zpracování hůře zcukřují a scezují. Mohou také vyvolávat poruchy při kvašení, což může snižovat pěnivost a způsobovat zákaly. Když se slad nechá odležet, stává se potom křehčím, celkově se lépe zpracovává a zlepšují se jeho vlastnosti.

Při skladování je potřeba vytvořit podmínky k tomu, aby slad přijal malé množství vody, které je potřebné k technologickému odležení, přitom však slad nesmí zvlhnout (kritická hranice je okolo 5%). Se zvlhlým sladem se hůře pracuje. Obtížně se šrotuje, mění se totiž mechanické vlastnosti šrotu, z čehož plynou potíže především při scezování sladinky. [DUDÁŠ, 2002]

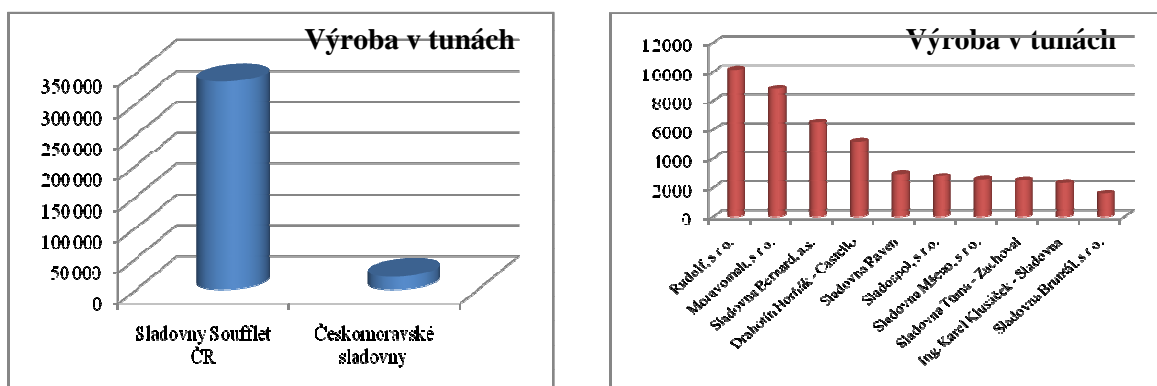
3.5. Trh se sladem

3.5.1. České sladovny

V roce 2008 bylo v České republice 33 činných sladoven. Z těchto 33 sladoven bylo 17 pivovarských sladoven, které vyrábějí slad především pro svou spotřebu na vaření piva. Dále 16 sladoven komerčních neboli obchodních, které vyrábějí slad za účelem prodeje buď v tuzemsku, nebo v zahraničí. Při produkci 540 510 tun za rok 2008 by průměrná výroba jedné sladovny odpovídala 15 516 tunám, což je ale množství, kterého převážná většina během roku vůbec nedosáhne.

Mezi nejvíce produktivní komerční sladovny patří akciová společnost Sladovny Soufflet a.s., kterou tvoří pět sladoven, sídlících v Kroměříži, Nymburku, Litovli, Prostějově a Hodonicích. Jejich výroba jako celku dosahuje množství 334 474 tun, tj. 61,88% z celkové výroby sladu v České republice. Dalšími významnými komerčními sladovnami jsou Českomoravské sladovny a.s., Rudolf s.r.o., Moravomalt s.r.o., Sladovna Bernard a.s., atd., které vyprodukují mnohonásobně menší množství než Sladovny Soufflet.¹

Graf 1, 2 – výroba sladu v komerčních sladovnách



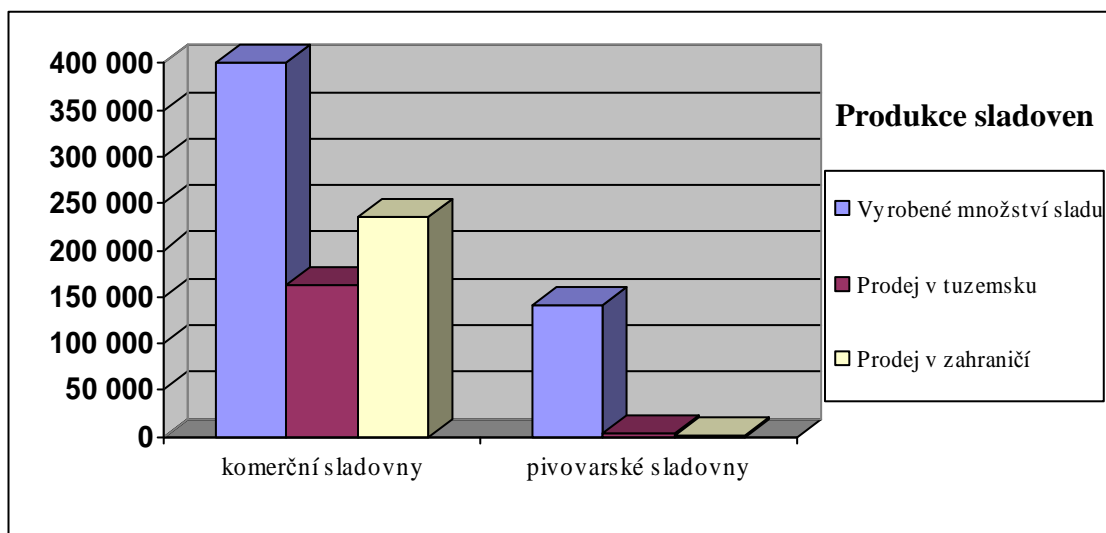
Zdroj: ANONYM, statistické přehledy VÚPAS, 2009

¹ Data k produkci sladoven viz. grafy 1 a 2.

U pivovarských sladoven působí jako nejvýznamnější výrobce sladu společnost Plzeňský Prazdroj a.s., který během roku 2008 vyprodukoval 115 564 tun sladu, což činí 21,57% z celkové produkce. Tato pivovarská sladovna vyrábí slad pouze pro svou spotřebu, nijak se nepodílí na prodeji ani v tuzemsku, ani v zahraničí.

Z celkového vyráběného množství se komerční sladovny podílejí na produkci až 73,94%, což představuje 399 668 tun sladu. Prodej v tuzemsku z toho tvořilo 161 722 tun a do odběratelských zemí se vyvezlo 235 448 tun. Oproti tomu sladovny, které jsou součástí pivovarů, vyprodukovaly v roce 2008 okolo 140 842 tun, z čehož se pouze 2 925 tun prodalo v tuzemsku a 600 tun z toho tvořil export. Zbytek vyrobeného sladu si pivovarské sladovny ponechaly pro svou vlastní potřebu za účelem výroby piva.

Graf 3 – Porovnání komerčních a pivovarských sladoven v jejich produkci a prodeji



Zdroj: ANONYM, statistické přehledy VÚPAS, 2009

Zajímavé je porovnání s rokem 1950, kdy na našem území fungovalo 158 sladoven, a průměrná výroba na jednu sladovnu byla 1051 tun sladu. V roce 2008 s počtem 33 činných sladoven dosáhly sladovny průměrné výroby 15 516 tun na jednu.

3.5.2. Výroba sladu

Tabulka 3 – výroba druhů sladu v ČR

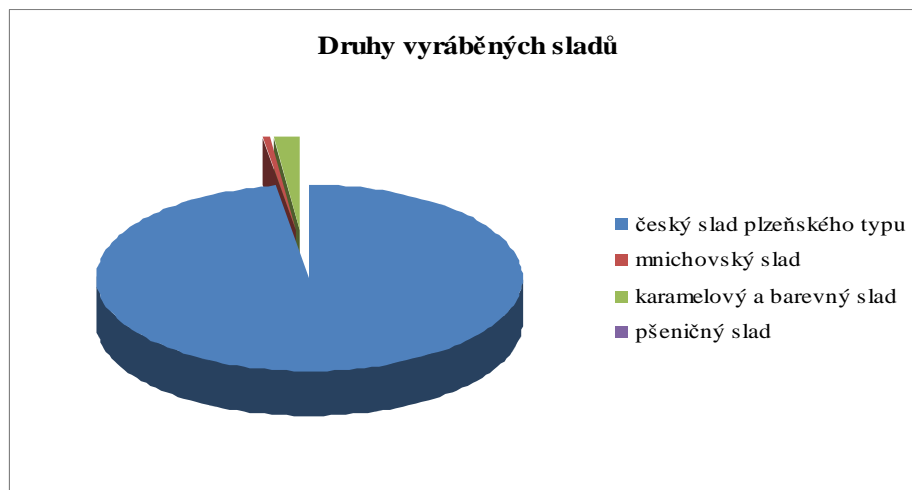
název	výroba sladu v tunách				
	2004	2005	2006	2007	2008
český slad	501 372	506 824	513 847	517 843	526 590
mnichovský slad	2 229	1 632	588	1 429	3 404
diastický slad	0	789	700	0	0
karamelový a barevný slad	6 855	6 302	6 031	8 072	10 144
pšeničný slad	552	135	128	205	372
ostatní slad	25	0	0	0	0
celkem	511 033	515 682	521 294	527 549	540 510

Zdroj: ANONYM, statistické přehledy VÚPAS, 2009

V České republice se vyrábí různé druhy sladů, mezi které patří především slad český plzeňského typu, mnichovský slad, diastický slad, slad karamelový a barevný, a také slad pšeničný. Výroba ostatních sladů probíhala až do roku 2004. Od roku 2005 se těmito druhy sladu sladovny již nezabývaly.

Největší zastoupení má český slad, jak je znázorněno na grafu 4, což je dáno tím, že se v České republice vyrábí téměř všechny druhy piva z tohoto sladu. Jeho produkce stále roste. V roce 2008 se vyrobilo 526 990 tun, což je o 12 961 tun více než v roce 2007. Jako druhý v pořadí se produkuje slad karamelový a barevný, který mnohonásobně zaostává za českým sladem plzeňského typu.

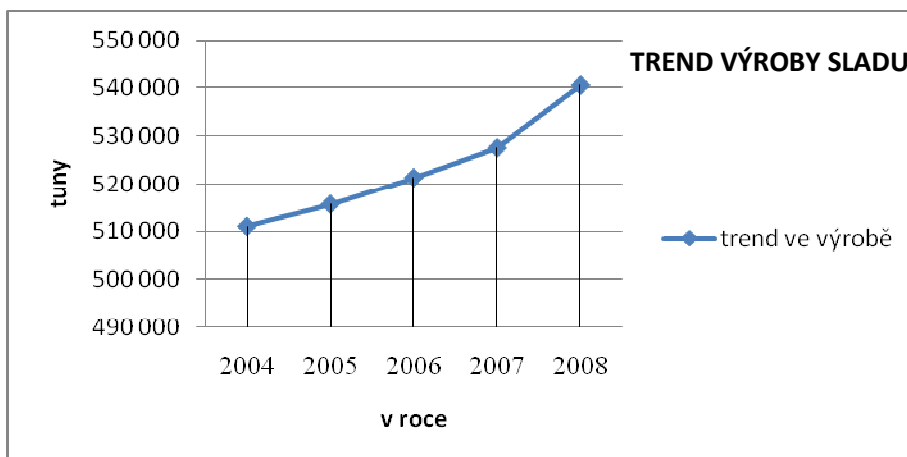
Graf 4 – výroba druhů sladu v roce 2008



Zdroj: ANONYM, statistické přehledy VÚPAS, 2009

Celkové množství vyrobeného sladu v roce 2008 bylo 540510 tun, což je přibližně o 2,4% více než v roce předešlém. Jak lze vidět z grafu 5, trend ve výrobě sladu je od roku 2004 stále rostoucí.

Graf 5 – Trend výroby sladu



Zdroj: ANONYM, statistické přehledy VÚPAS, 2009

3.5.3. Export sladu

3.5.3.1. Vývoz podle vyvážených druhů

Z hlediska rozdělení exportu podle vyvážených druhů sladu je zřejmé, že většinu exportovaného množství tvoří slad český, viz tabulka 4. V roce 2008 se tohoto sladu vyvezlo do zahraničí 228 627 tun. To představuje přibližně dvě pětiny z celkové výroby. Množství exportovaného sladu v roce 2008 sice zaznamenalo oproti roku 2007 nárůst o 8 677 tun, ale oproti roku 2006 se exportované množství snížilo. Celkově se totiž export v každém roce mění, trend vývozu sladu nemá ani rostoucí ani klesající charakter.

Tabulka 4 – Export sladu dle vyráběných druhů

název	exportované množství sladu v tunách				
	2004	2005	2006	2007	2008
český slad	270 466	210 978	257 883	219 950	228 627
mnichovský slad	2 793	3 213	2 728	4 654	6 714
diastický slad	82	464	39	132	658
karamelový a barevný slad	0	2	10	10	49
pšeničný slad	0	0	0	0	0
ostatní slad	25	0	27	0	0
Celkem	273 366	214 657	260 687	224 746	236 048

Zdroj: ANONYM, statistické přehledy VÚPAS, 2009

Dalším vyváženým druhem sladu v pořadí je slad karamelový a barevný, jehož vývoz je mnohonásobně menší než u sladu českého. V roce 2008 se exportované množství pohybovalo okolo 6 714 tun, což oproti letem předešlým představuje nárůst.

3.5.3.2. Vývoz podle odběratelských zemí

Přes polovinu produkce, která se vyváží do zahraničních odběratelských zemí, exportuje Česká republika hlavně do Polska. V roce 2008 tam bylo vyvezeno 130 891 tun, což je 55,45% z celkového vývozu. Oproti roku 2007 se export do Polska zvýšil o necelých 10%, tedy o 11 503 tun.

Mezi další odběratele sladu patří země jako Rumunsko, Německo, Velká Británie, Slovinsko, Rakousko atd. viz. tabulka 5, u kterých je množství vyváženého sladu výrazně nižší než u exportu do Polska.

Tabulka 5 – Export sladu dle odběratelských zemí

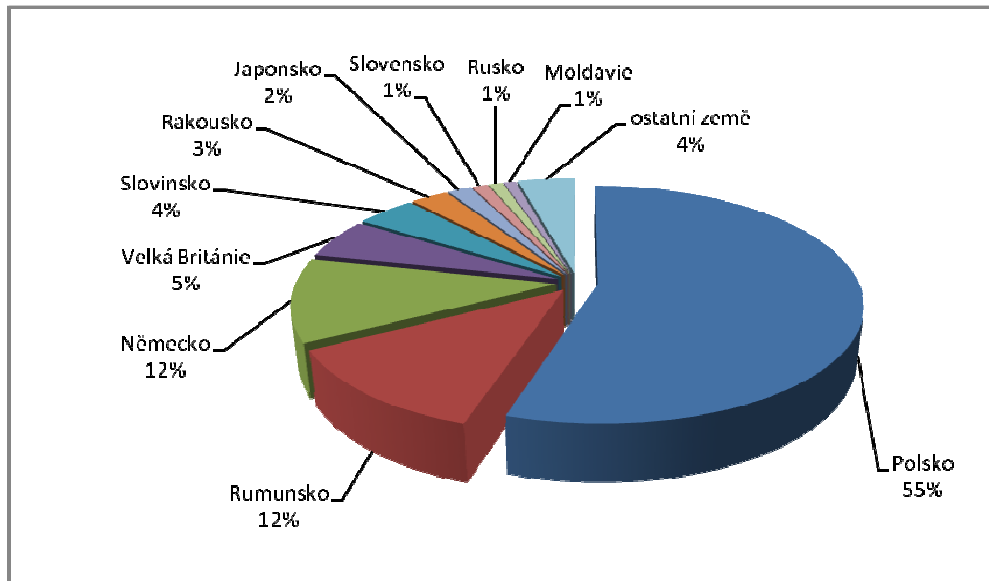
pořadí	odběratelské země	vývoz 2008		vývoz 2007	rozdíl 2008/2007	index 2008/2007
		tuny	%	tuny		
1	Polsko	130 891	55,45	119 388	11 503	109,63
2	Rumunsko	28 973	12,27	35 892	-6 919	80,72
3	Německo	27 250	11,54	21 383	5 867	127,44
4	Velká Británie	12 901	5,47		12 901	
5	Slovinsko	10 290	4,36	3 716	6 574	276,91
6	Rakousko	6 474	2,74	7 991	-1 517	81,02
7	Japonsko	4 097	1,74	9 490	-5 393	43,17
8	Slovensko	2 790	1,18	757	2 033	368,56
9	Rusko	2 464	1,04	1 704	760	144,60
10	Moldavie	2 045	0,87	9 876	-7 831	20,71
11	Kuba	1 720	0,73	418	1 302	411,48
12	Chorvatsko	1 632	0,69	61	1 571	2 675,41
13	Jugoslávie	1 197	0,51		1 197	
14	Albánie	504	0,21		504	
15	Ukrajina	499	0,21	105	394	475,24
16	Litva	430	0,18	788	-358	54,57
17	Vietnam	296	0,13	362	-66	81,77
18	Azerbajdžán	217	0,09		217	
19	Bosna a Hercegovina	168	0,07		168	
20	Maďarsko	103	0,04	3 140	-3 037	3,28
	20 zemí celkem	234 941	99,52	215 071	19 870	104,54
	ostatní země	1 107	0,47	9675	-8568	0,49
	celkem	236 048	100	224 746	11 302	105,03

Zdroj: ANONYM, statistické přehledy VÚPAS, 2009

Největší rozdíl mezi rokem 2007 a 2008 je zaznamenán u vývozu do Chorvatska, kde se množství exportovaného sladu zvýšilo na 1571 tun z předešlých 61 tun.

Celkové množství sladu, které Česká republika vyvezla do zahraničních odběratelských zemí, tvoří 236 048 tun, což oproti roku 2007 představuje zvýšení o 11 302 tun, tedy procentuální nárůst okolo 5 %.

Graf 6 – Podíl exportních zemí na vývozu ČR



Zdroj: ANONYM, statistické přehledy VÚPAS, 2009

3.6. Diskuse

V zásadě je možné konstatovat shodu literárních údajů v tom, že sladovnictví zahrnuje významný úsek využití obilovin, především ječmene. Zároveň vytváří prostor pro sledování specifické komodity, kterou slad v rámci potravinářského průmyslu je. Nevýznamné rozdíly jsou v hodnocení druhů sladu podle použití na výrobu piv plzeňského a bavorského typu. K tomu přistupuje produkce sladů speciálních, jejichž objemy jsou významně závislé na momentálních požadavcích spotřebitelů. Tyto objemy nejspíše se řídí aktuální poptávkou podle reklamních akcí či násilnými změnami nabídky.

Seriózní podklady k vypracování kompilace na dané téma poukazují na ne zcela ověřitelné zdroje. Jsou nacházeny zásadní shody v technologických požadavcích na základní suroviny. To je především ječmen, který má v našich podmínkách přívlastek „sladovnický“. To se projevuje i v požadavcích na odrůdovou skladbu.

Ve vlastním sladovnickém provozu je shoda v hodnocení parametrů z hlediska požadavků na obsahové složky odrůd ječmene, jako je obsah a poměr jednotlivých látek, méně zdůrazňováno je hledisko objemů jednotlivých dodávek. Ucelení partií umožňuje provádět technologické operace sladovnictví v souladu automatizovaných optimálních řízení procesu, umožňujících produkovat jakostně ucelené partie, které se na trhu nejlépe uplatní.

4. Závěr

Jakostní požadavky kladou na slad výrobci a odběratelé, kteří od finálního produktu vyžadují odpovídající kvalitu. Mnoho jakostních kritérií vyplývá také z požadavků zahraničního trhu. Jejich dodržování ovlivňuje export této komodity a udržení se na zahraničních trzích. Naše sladovny a pivovary se snaží o modernizaci a zkvalitnění produkce a tím si zajistit konkurenceschopnost, a proto jsou požadavky na jakost sladu již skoro totožné se zahraničím.

Slad lze vyrábět z různých druhů obilovin (pšenice, žito, tritikále, atd.), ale je to převážně ječmen, který v našich podmínkách vystupuje s přívlastkem „sladovnický“. Sortiment odrůd je široký a stále se obměňuje v závislosti na vývoji požadavků zpracovatelského průmyslu. Je to dáno různými reakcemi odrůd na klimatické výkyvy, jejich odolností a také výnosností v odlišných podmínkách pěstování.

Ječmenu se při jeho pěstování daří zejména v řepařské oblasti. Kvalitní partie obilky ječmene pocházejí především z oblasti Hané. Mezi faktory ovlivňující úspěšné pěstování patří vhodné zařazení do osevního postupu a půdní reakce a prostředí.

Technologické požadavky na slad jsou sledovány objektivně (barva, jemnost, atd.), subjektivně a chemickým rozbohem. Nejdůležitější ze subjektivních znaků je potřeba vyzdvihnout klíčivost a klíčivá energie, bez které by se ječmen nedal dále zpracovat. Chemickým rozbohem se zjišťuje především obsah vody, bílkovin a škrobu, jehož obsah ovlivňuje extraktivnost sladu.

Pro hodnocení sladovnické jakosti existuje dlouhá řada parametrů, že je skoro nemožné vyrobit slad, který by ve všech ukazatelích vykazoval optimální hodnoty. Odrůdy českého sladovnického ječmene jsou hodnoceny pomocí ukazatele sladovnické jakosti. Jsou vytvářeny bodové systémy hodnocení sladu, které se mohou od sebe lišit. Pro všechny však existuje osm společných znaků, mezi které patří obsah bílkovin, extrakt, relativní extrakt při 45°C, Kolbachovo číslo, diastatická mohutnost, dosažitelný stupeň prokvašení, křehkost sladu a obsah β -glukanů.

Při sladování se technologickým procesem máčení, klíčení a hvozdění přeměňují obilky sladovnického ječmene na slad. Každý tento proces má svůj význam z hlediska kvality sladu. Všechny využívají enzymového aparátu obilky ječmene k tomu, aby slad ve své finální verzi byl bohatě obohacen o enzymy a extrakt. Máčením se zvyšuje obsah vody v zrně, klíčením se směřuje k aktivaci enzymového systému zrna a hvozděním se snižuje obsah vody v zrně a zastavují se vegetační pochody.

V České republice se převážně vyrábí český slad plzeňského typu, který je používán pro výrobu široké škály piv. Za rok 2008 se ho vyprodukovalo 526 590 tun. Mezi ostatní slady, které se vyrábějí v mnohem menší míře (spíše dle konkrétní poptávky odběratelů), patří karamelový a barevný slad, mnichovský (bavorský) slad, ale také pšeničný slad.

V roce 2008 bylo u nás celkem 33 činných sladoven, které za toto období vyprodukovaly 540 510 tun sladu. Z tohoto množství se 43,67% vyvezlo do zahraničí. Mezi nejdůležitější exportní země patří Polsko, dále pak Rumunsko, Německo, Velká Británie a Slovinsko.

Pro produkci kvalitního a konkurenceschopného sladu je důležité zohlednění všech parametrů z hlediska technologických požadavků, požadavků na obsah jednotlivých složek v zrně sladu a dále různých požadavků od odběratelů. Jen jakostně ucelené partie, které musely projít celým procesem sladování, se totiž na trhu uplatní.

5. Seznam literatury

ALBL, Vít, et al. *Výroba piva a sladu*. 1. vydání. Nové Město: Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČR, 1990. 368 s. ISBN 80-7105-003-2

ANONYM. *Statistické přehledy za období roku 2008*, Praha: výzkumný ústav sladařský a pivovarský, 2009

BASAŘOVÁ, Gabriela, et al. *Pivovarství: teorie a praxe výroby piva*. 1. vydání. Praha: VŠCHT v Praze, 2010. 904 s. ISBN 978-80-7080-734-7

ČERNÝ, Ladislav, et al. *Inovace v produkci a odbytu sladovnického ječmene*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2008. 29 s. ISBN 978-80-7271-196-3

ČEPIČKA, Jaroslav, et al. *Obecná potravinářská technologie*. Praha: VŠCHT v Praze, 1995. 246 s. ISBN 8-7080-239-1

ČERVENKA Jaroslav, SAMEK, Miroslav; *Potravinářské zbožíznalství*. 2. Přepřacované vydání. Praha: ČZU v Praze, 2004. 213 s. ISBN 80-213-1151-7

DUDÁŠ, František; *Technologie výroby sladu* in: PELIKÁN, Miloš; et al. *Technologie kvasného průmyslu*. II. nezměněné. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. 135 s. ISBN 80-7157-578-X

CHLÁDEK, Ladislav. *Pivovarnictví*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2007. 208 s. ISBN 978-80-247-1616-9

KOSAŘ, Karel; PROCHÁZKA, Stanislav, et al. *Technologie výroby sladu a piva*. 1. vydání. Praha: Výzkumný ústav sladařský a pivovarský, 2000. 393 s. ISBN 80-902658-6-3

KOSAŘ, Karel, et al. *Kvalita sladovnického ječmene a technologie jeho pěstování*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1997. 45 s. ISBN 80-86153-02-9

KULOVANÁ, Eliška. *Kvalita ječmene*. Farmář [online]. 2002, 4, [cit. 2010-03-01]. Dostupný z WWW: <http://www.agroweb.cz/Kvalita-jecmene__s44x8505.html>

MALÉŘ, Josef; KROUPA, Pavel. *Technologie výroby potravin*. 1. Vydání. Praha: Vysoká škola zemědělská Praha, 1992. 345s. ISBN 80-213-0146-5

MEZEROVÁ, Michaela. *Odrůdy ječmene a chmelu vhodné pro výrobu Českého piva* [online]. 2010 [cit. 2010-03-08]. Státní zemědělská a potravinářská inspekce. Dostupné z WWW:<<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1014328&docType=ART&nid=11304&chnum=1>>

PELIKÁN, Miloš; et al. *Technologie kvasného průmyslu*. II. nezměněné. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. 135 s. ISBN 80-7157-578-X

POLÁK, Bohumil; VÁŇOVÁ, Marie; ONDERKA, Miroslav. *Základy pěstování a zpracování sladovnického ječmene*. 1. vydání. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 1998. 39 s. ISBN 80-7105-166-7

PROKEŠ, Josef; *Výroba sladu* in: KOSAŘ, Karel; PROCHÁZKA, Stanislav, et al. *Technologie výroby sladu a piva*. 1. vydání. Praha: Výzkumný ústav sladařský a pivovarský, 2000. 393 s. ISBN 80-902658-6-3

PSOTA, Vratislav, et al. *Ječmenářská ročenka 2009*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2010. ISBN 978-80-86576-34-3

ZIMOLKA, Josef, et al. *Ječmen: formy a užitkové směry v ČR*. 1. vydání. Praha: Profi Press, 2006. 199 s. ISBN 80-86726-18-5

ZÝBRT, Věněk . *Velká kniha piva*. 1. vydání. Olomouc: Rubico, 2005. 287 s. ISBN 80-7346-054-8

6. Přílohy

1. Vybrané druhy sladu

ČESKÝ SLAD PLZEŇSKÉHO TYPU



SLAD BAREVNÝ



MNICOVSKÝ SLAD



SLAD PŠENIČNÝ



SLAD KARAMELOVÝ



2. Prostory pro výrobu sladu

NÁDUVNÍK PRO MÁČENÍ SLADU



HUMNA PRO KLÍČENÍ SLADU



Klíčení ječmene



Naklíčený ječmen

