

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

Bakalářská práce

Kvalita surovin pro výrobu piva

Vedoucí práce: Ing. Iveta Marešová

Autor: Martin Souček

České Budějovice, duben 2012

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Akademický rok: 2009/2010

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin SOUČEK**
Osobní číslo: **Z08060**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Agropodnikání**
Název tématu: **Kvalita surovin pro výrobu piva**
Zadávací katedra: *****Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce bude zpracovat literární rešerši na téma Kvalita surovin pro výrobu piva. Práce bude zaměřena na charakter a vlastnosti vstupních surovin, které jsou využívány pro výrobu piva jak v tuzemských tak i zahraničních pivovarech. Charakterizace surovin bude zaměřena především na základní znaky a jakostní parametry ovlivňující kvalitu produktu. Součástí bakalářské práce budou také popsány metody stanovení vybraných jakostních ukazatelů souvisejících se zajištěním požadované kvality surovin pro výrobu piva.

Práce bude zpracována na základě pokynů uvedených v Opatření děkana č. 13/2009, podle rámcové osnovy:

Úvod: Význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce.

Literární přehled: Současný stav řešené problematiky s ohledem na cíle práce, zpracovaný na základě studia vědecké a odborné literatury, porovnání a zhodnocení literárních zdrojů a údajů.

Závěr: Shrnutí nejdůležitějších poznatků, případné návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky.

Abstrakt: Přehled a nejdůležitější výsledky práce (v českém i v anglickém jazyce).

Seznam použité literatury: Podle zásad ČSN ISO 690 (010197) a ČSN ISO 690-2 (01 0197)
Bibliografické citace.

Rozsah grafických prací: Tabulky a grafy dle vlastního uvážení
Rozsah pracovní zprávy: 25 - 30 stran textu
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná

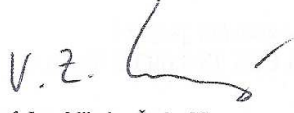
Seznam odborné literatury:

- Basařová, G., a kol. Pivovarsko-sladařská analytika I - III. Praha: Merkanta, s.r.o., 1992
- Pelikán, M., Sáková, L. Jakost a zpracování rostlinných produktů. Č. Budějovice: JU Zemědělská fakulta, 2001. 235 s.
- Pelikán, M., Suková, M. Hodnocení a využití rostlinných produktů (Návody do cvičení). Č. Budějovice: JU ZF České Budějovice, 1998, 181 s.
- Petr J., Louda F. Produkce potravinářských surovin. Praha: VŠCHT, 1998. 213 s.
- Prugar, J., a kol. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Praha: VÚPS, a. s., 2008. 327 s.
- Vybrané ČSN normy, zákony, vyhlášky a nařízení legislativy ČR a EU týkající se požadavků na jakost a zdravotní nezávadnost rostlinných produktů.
- Odborné publikace v časopisech Kvasný průmysl, Potravinářská Revue, Czech Journal of Food Sciences, Journal of Agricultural and Food Chemistry a v elektronických vědeckých databázích (ISI Web of Knowledge / Web of Science).

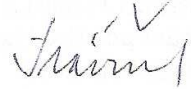
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Iveta Češková
***Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Datum zadání bakalářské práce: 25. března 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2011


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 25. března 2010

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce „Kvalita surovin pro výrobu piva“ je jakost pivovarských surovin - sladovnického ječmene, sladu, chmele, vody a pivovarských kvasinek. Jednotlivé suroviny jsou obecně charakterizovány. Hlavní část bakalářské práce se zabývá posuzováním jakosti surovin podle různých kvalitativních hledisek např. genetického základu, agroekologických faktorů, či technologických požadavků. V práci je dále pojednáno o metodách stanovení jakosti.

Klíčová slova

Kvalita surovin, sladovnický ječmen, slad, chmel, voda

Abstract

The subject of the thesis "The quality of raw materials for beer production" is a quality brewing ingredients - barley malt, malt, hops, water and brewer's yeast. Individual ingredients are generally characterized. The main part of the thesis deals with the assessment of quality of raw materials according to various criteria such as the genetic basis, agroecological factors, and technological requirements. The paper also discusses the methods of measurement quality.

Keywords

The quality of raw materials, malting barley, malt, hops, water

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci na téma „*Kvalita surovin pro výroby piva*“ zpracoval samostatně pod vedením Ing. Ivety Marešové a použitou literaturu jsem řádně citoval. Také prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, fakultou, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG, provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích

vlastnoruční podpis autora

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Ing. Ivetě Marešové za udílení cenných rad při vypracování. V neposlední řadě své rodině a přátelům za podporu.

Obsah

1.	Úvod.....	9
2.	Legislativa ČR související s kvalitou surovin.....	10
3.	Sladovnický ječmen	10
3.2.	Agrotechnika.....	12
3.3.	Morfologie rostliny	12
3.4.	Geny ovlivňující kvalitu sladovnického ječmene	12
3.5.	Chemické složení	13
3.6.	Jakost sladovnického ječmene	16
4.	Slad	19
4.1.	Charakteristika sladu.....	19
4.2.	Chemické složení	20
4.3.	Jakost sladu	23
4.4.	Náhražky sladu.....	28
5.	Chmel.....	29
5.1.	Charakteristika	29
5.2.	Agrotechnika.....	31
5.3.	Morfologie rostliny	31
5.4.	Chemické složení	32
5.5.	Odrůdy chmele.....	33
5.6.	Jakost chmele	35
5.7.	Chmelové výrobky	39
5.8.	Balení a skladování chmele.....	39
6.	Voda.....	40
6.1.	Charakteristika	40
6.2.	Pitná voda.....	41
6.3.	Chemické složení	42
6.4.	Jakost vody.....	42
7.	Pivovarské kvasinky	44
6.1.	Charakteristika	44
6.2.	Morfologie	45
6.3.	Chemické složení	46
6.4.	Jakost kvasinek	47
7.	Pomocné suroviny.....	48

7.1.	Enzymové přípravky	48
7.2.	Barvicí prostředky	49
7.3.	Přípravky ovlivňující pěnivost piva	50
8.	Závěr	51
9.	Seznam použitých zdrojů	52
10.	Použité zkratky	57
11.	Seznam příloh	58

1. Úvod

Výroba piva má dlouholetou tradici. Historie výroby piva sahá téměř až do doby 5000 let před n. l. První zmínky o výrobě piva v Čechách jsou z roku 993 n. l. Pivovarství a sladařství se u nás svou produkcí řadí na přední příčky kvasného průmyslu. České pivo, chmel a slad patří mezi nejlepší na evropském trhu.

Proces výroby je závislý na kvalitě jednotlivých surovin (chmel, slad, voda, pivovarské kvasinky). K dosažení kvalitních surovin je nutné dodržovat stanovené hodnoty jakostních ukazatelů a metody. Na tyto dva faktory je kladen důraz při kontrole kvality. Kontrolu kvality mají na starost kompetentní orgány jako například Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský.

Jakost produktů rostlinného původu je upravována již při šlechtění, při přípravě osiva, během pěstování, při posklizňové úpravě a při skladování. Výrazně ji může ovlivnit producent, zpracovatelský průmysl, nebo obchodní řetězec (Prugar et al., 2008).

Cílem bakalářské práce je charakteristika vlastností vstupních pivovarských surovin, které se používají k výrobě piva. Práce je zaměřena na základní znaky a parametry jakosti, které ovlivňují kvalitu surovin koncového produktu (piva). Součástí bakalářské práce jsou i metody popisující stanovení vybraných jakostních parametrů surovin k výrobě piva.

2. Legislativa ČR související s kvalitou surovin

Základním zákonem, který upravuje oblast potravin, je zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích (v platném znění). Tento zákon je doplněn řadou prováděcích vyhlášek, k jejichž vydávání je zmocněno zákonem Ministerstvo zemědělství a Ministerstvo zdravotnictví.

Veškerá související legislativa směřující k péči o jakost je závazná a za její nedodržení jsou stanoveny sankce. Omezují tak neviditelnou ruku trhu, která jakost surovin dostatečně nechrání.

Produkty rostlinné výroby je třeba pro potřebu nákupu, odbytu, technologické úpravy a skladování jakostně definovat. Určení jakostních ukazatelů je také potřebné pro stanovení ceny včetně hmotnostních nebo cenových srážek, popřípadě přírážek, rovněž pro dosažení skladovatelnosti těchto produktů a uchování jejich obchodovatelné kvality.

V souladu s právními předpisy a ve spolupráci s orgány a organizacemi v ČR jsou navrhována znění jednotlivých českých technických norem (ČSN), případně podnikových norem (PN). Normy je možno rozdělit na předmětové a předpisové.

Produkty v bio kvalitě (např. bio pivo) podléhají zákonu č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství (Prugar et al., 2008).

3. Sladovnický ječmen

3.1. Charakteristika

Ječmenářství bylo významnou součástí českého zemědělství již v dobách Rakousko - Uherska a jeho úroveň se udržela po roce 1918 v novém československém státě. Po celé dvacáté století ovlivňovaly produkci sladovnického ječmene původní odrůdy vzniklé na bázi hanáckých vysoce jakostních odrůd. V současné době jsou ale na našich polích pěstovány především zahraniční odrůdy. Je to způsobeno, kromě určitého omezení českého šlechtění ječmene, i silným vlivem globalizace, která zasáhla pivovarství a sladařství a následně tedy i ječmenářství.

Začlenění České republiky mezi země Evropské unie nezměnilo nic na faktu, že sladařství i pivovarství zůstává nadále významnou součástí českého potravinářství. Dnes rozhoduje pouze a jedině optimální a vyrovnaná standardní kvalita surovin bez výkyvů, neboť jen taková surovina je vhodná pro vysoce sofistikované technologické postupy velkokapacitních sladoven a pivovarů (Prugar et al., 2008).



Obrázek č. 1 Sladovnický ječmen (ÚVP, 2007)

Geneticko-šlechtitelské aspekty

Odrůdy ječmene (*Hordeum vulgare L.*) jsou, podobně jako u celé řady dalších hospodářsky využívaných druhů plodin, základním nosným prvkem kvality.

Zrno ječmene je zdrojem mnoha významných látek, umožňujících široké využití. Obsah a vzájemné poměry těchto látek mohou být záměrným šlechtěním do jisté míry pozměněny pro specifické využití. Je známým faktem, že při velmi často měnící se odrůdové skladbě je vyhledáván jen užší sortiment odrůd pro konkrétní využití. V podmínkách ČR je výběr zaměřen především na odrůdy poskytující kvalitní surovinu pro výrobu sladu (více informací o odrůdách viz. USJ) (Prugar et al., 2008).

3.2. Agrotechnika

Z hlediska tvorby výnosů, výnosové stability a technologické kvality ječmene je jedním z rozhodujících činitelů předplodina. Nejvyšší výnos a jakost jsou dosahovány ve všech výrobních typech v České a Slovenské republice po organicky hnojených okopaninách. Jarnímu ječmeni lépe vyhovuje sled pšenice – ječmen než ječmen – ječmen. Důležitým intenzifikačním faktorem je organické hnojení, především zelené hnojení v kombinaci se slámou.

Při pěstování ječmene je základem kvalitní podzimní orba, za příznivých vlhkostních poměrů půdy. Dalším důležitým faktorem je rané setí. V našich podmínkách klesá výnos každým opožděným dnem setí průběžně o 30 až 50 kg.ha⁻¹. Hloubka setí se pohybuje od 3 do 5 cm podle druhu půdy, vlhkosti a doby setí. Optimální výsevek se pohybuje od 3,5 mil. klíčivých zrn na hektar. Po zasetí se ječmen uválí hladkými nebo rýhovanými válci, čímž se zvýší půdní kapilarita a rovnoměrné a rychlé vzcházení (Kosař, Procházka et al., 2000).

3.3. Morfologie rostliny

Hlavními částmi rostliny jsou kořenová soustava, stéblo, listy, květ a plod. Kořenová soustava ječmene vytváří z našich obilovin nejvyšší počet zárodečných kořínků 4 až 10, nejčastěji 5 až 6. Stéblo je složeno ze 4 až 8 článků (internodií) oddělených koleny a dorůstá 80 až 130 cm délky. Spodní článek stébla je nejkratší a následující je vždy delší. Listy jsou postaveny ve dvou řadách nad sebou. Na velikosti plochy listů a stébla je závislý výnos. Květenstvím ječmene je složený klas. Stopky klásků jsou zkrácené až zakrnělé, takže klásky přisedají na vřeteno klasu v místě vřetenového kolénka. U ječmene přisedají k vřetenovému kolénku vždy tři jednokvěté klásky. Dvouřadý ječmen má plodný pouze prostřední kvítek. Klásek objímá dvě drobné plevy zakončeny na konci osinkou. Květ je chráněn pluchou a pluškou. Obilka je složena ze tří částí: obalu, zárodku a endospermu. Zárodek je latentní formou, ze které po hydrataci vyroste nová rostlina. Endosperm tvoří největší část obilky (Kosař, Procházka et al., 2000).

3.4. Geny ovlivňující kvalitu sladovnického ječmene

Kulturní ječmen (*H. vulgare*) má sedm chromozómů a na nich je lokalizováno mnoho set genů a markerů nejrůznějších znaků a vlastností genomu, což ukazuje na možnosti a složitosti šlechtění odrůdy jako nositele mnoha vlastností.

Jako příklady lze uvést např. lokus kvantitativních znaků-QTL (Quantitative Trait Locus) na chromozómu 4H pro komplex znaků spojených se sladovnickou kvalitou. Takových QTL-tj. míst, kde je nahroučeno více genů v krátkých úsecích, je u ječmene mnoho, a geny se tak pomocí MAS selekce (Markery asistovaná selekce - selekce pomocí molekulárních markerů) mohou předávat potomstvu jako celek (Prugar et al., 2008).

3.5. Chemické složení

Obilka ječmene obsahuje 80-88 % sušiny a 12-20 % vody (Tabulka č. 1). Sušinu tvoří organické dusíkaté a bezdusíkaté látky a anorganické látky. Z hlediska pivovarsko sladařského jsou nejdůležitějšími složkami zrna sacharidy, dusíkaté látky, polyfenolické látky a enzymy (Pelikán et al., 2004).

Minerální látky tvoří 2-3 % obilky. Množství je v rostlině ovlivněno zásobením rostliny živinami během růstu, podmínkami při pěstování a zrání. Popeloviny jsou významné při regulaci biosyntézy vysokomolekulárních organických látek a některé stopové prvky obsažené v ječmeni jsou důležité pro činnost řady enzymů a koenzymů (Kosař, Procházka et al., 2000).

Sacharidy zauímají největší část organického podílu zrna (asi 82 %). V obilce se nacházejí ve formě jednoduchých cukrů, škrobů, celulosy, hemicelulosy, ligninu, gumovitých látek a slizu (Pelikán et al., 2004).

Škrob představuje 65 % hmotnosti obilky. V ječném zrně tvoří převážnou část endospermu, je zásobním polysacharidem a zásobárnou živin pro klíček v době jeho klíčení. Obsahuje dvě základní složky; amylosu a amylopektin.

Pentosany jsou necelulóзовým polysacharidem ječného zrna. Vyskytuje se v buněčných stěnách aleuronových buněk endospermu. Tvoří vysoce viskózní roztoky.

Celulosa je hlavní stavební složkou pluchy, ale také klíčků, oplodí a osemení. Tvoří 4 – 7 % hmotnosti obilky. Ve vodě je nerozpustná a chemicky i enzymaticky těžce štěpitelná. Při sladovnickém procesu se nemění.

Hemicelulosa tvořící buněčnou stěnu endospermu obsahuje především β -glukany, které jsou nežádoucí v pivovarských surovinách. Jedním z důvodů vysokých hodnot β -glukanů ve sladu je neúplný rozklad buněčné stěny a z toho

plynucí slabá mobilizace škrobu a zásobních proteinů. Druhým důvodem je tvorba vysoce viskózních vodních roztoků, které mohou vést k problémům při filtraci a škodlivě působí na stabilitu piva během skladování (Kosař, Procházka et al., 2000).

Gumovité látky jsou hemicelulosa rozpustné ve vodě s vysokou viskozitou obsahově slabě zastoupenou skupinou, ale mají vysoký význam z důvodů ovlivňování viskozity sladiny, filtrovatelnosti a následně stability piva.

Lipidy jsou zastoupeny v aleuronové vrstvě, pluchách, ale především v klíčku, v celkovém množství 2 – 9 % podle odrůdy a pěstebních podmínek (Zimolka et al., 2006). Při sladování jsou zdrojem chemické energie. Přičemž převážná část lipidů zůstává po scezování v mlátě.

Fosfáty ječmene jsou asi z poloviny tvořeny fytinem. Fosfáty mají důležitý fyziologický význam pro klíček.

Polyfenoly se nacházejí zejména v obalových částech zrna a v aleuronové vrstvě v množství 0,1 – 0,6 % sušiny. Jsou schopny vylučovat vysokomolekulární dusíkaté látky z roztoku. Tato vlastnost je důležitá pro tvorbu „lomu“ mladiny a v tvorbě koloidních zákalů piva (Basařová et al., 1985).

Dusíkaté látky limitují zpracovatelnost ječmene na slad (Pelikán et al., 2004). Bílkoviny jsou uloženy v aleuronové vrstvě jako lepkové bílkoviny, pod aleuronovou vrstvou na vnější straně endospermu jsou tzv. fyziologické bílkoviny. Jsou přednostně štěpeny při klíčení a dodávají hlavní množství rozpustných bílkovin (Kosař, Procházka et al., 2000).

Tabulka č. 1 Chemické složení obilky ječmene (%) (MacGregor, Bhaty, 1993)

Sacharidy	
Škrob	60-65
(amylosa 17-24 % škrobu)	
(amylopektin 76-83 % škrobu)	
Nízkomolekulární sacharidy	
sacharoza	1-2
ostatní cukry	1
rafinosa	0,3-05
Maltosa	0,1
Glukosa	0,1
fruktosa	0,1
Neškrobové polysacharidy	
hemicelulosity:	
β-glukany	3,3-4,9
pentozany	9
celulosa	4-7
Tuky	3,5
Fosfáty	
Rytin	0,9
Polyfenoly	0,1-0,6
Dusíkaté látky	7-18
rozpuštěné dusíkaté látky	1,9
albuminy a globuliny	3,5
hordeiny (prolaminy)	3-4
gluteliny	3-4
Minerální látky	2

Úloha enzymů v ječmeni

Obilka ječmene je ve své podstatě sacharido-proteinový komplex. Sklizený sladovnický ječmen obsahuje v posklizňové zralosti v aktivní nebo latentní formě velké množství enzymů a prekurzorů enzymů. Enzymy se projevují v jednotlivých fázích vývoje zrna. Oxydoreduktasy hrají významnou úlohu při dozrání, skladování a klíčení ječmene. Transferasy jsou důležité při dozrání ječmene, v období posklizňového klidu a při klíčení. Lyasy ječmene se podílejí na metabolismu uhlíku, dusíku, polyfenolů a dalších. Isomerasy mají uplatnění obdobné jako lyasy. Ligasy ječmene jsou důležité enzymy při biosyntéze škrobu, bílkovin a aminokyselin. Velký význam mají zejména při klíčení ječmene, tvorbě kořínků a stříšky (Moštek, 1975).

3.6. Jakost sladovnického ječmene

Metody stanovení jakosti ječmene se rozdělují na subjektivní - smyslové: barva a jemnost pluchy, tvar a velikost zrna, vůně, odrůdová čistota a zdravotní stav; objektivní - mechanické: přepad zrna nad sítím 2,5 mm, objemová hmotnost, hmotnost 1000 zrn; fyziologické: klíčivost, energie klíčení a chemické: vlhkost, obsah dusíkatých látek, obsah škrobu (viz Tabulka č. 2).

Cílem těchto ukazatelů je převést získané jakostní údaje do čitelnější a srozumitelnější podoby a usnadňují tím základní orientaci v kvalitě ječmene sladařským odborníkům, ale i pěstitelům sladovnického ječmene, šlechtitelům aj. (Zimolka, 2006).

Tabulka č. 2 Hodnoty jakostních ukazatelů dle ČSN 46 1100-5 (Zimolka, 2006)

Barva pluchy	Žlutá i méně vyrovnaná
Vlhkost v hmotnostních %	Max. 15,0
Přepad zrna nad sítím 2,5 mm v hmotnostních %	Min. 85,0
Zrnové příměsi sladařsky nevyužitelné v hmotnostních %	Max. 3,0
Zrnové příměsi částečně sladařsky využitelné v hmotnostních %	Max. 6,0
Neodstranitelné příměsi v hmotnostních %	Max. 1,0
Klíčivost (H₂O₂) v % z celkového počtu zrn	Min. 96,0
Obsah N-látek v sušině /N x 6,25) v hmotnostních %	
Nejméně	10,0
Nejvýše	12,0

Legislativní vymezení požadavků na kvalitu sladovnického ječmene jsou uvedeny v ČSN 46 1100, Obilí potravinářské-část 5: Ječmen sladovnický. Tato norma vymezuje požadavky na zrna ječmene setého jako zemědělského produktu určeného pro výrobu pivovarského sladu.

Dle ČSN 46 1100 jsou definované organoleptické vlastnosti sladovnického ječmene. Zrna ječmene sladovnického musí být vyzrálé, zbavené osiv, s typickou barvou pluchy a nepoškozené. Dále musí bez živých škůdců v jakémkoliv stádiu jejich vývoje a bez cizích pachů. Ječmen sladovnický nesmí například obsahovat semena slunečnice (*Helianthus annuus* L.) (Kosař et al., 1997).

3.6.1. Subjektivní ukazatele jakosti sladovnického ječmene

Požaduje se vyrovnaná, světlá, slámově žlutá barva ječmene svědčící o příznivém průběhu povětrnosti během dozrávání a správně provedené sklizni, zajišťující odpovídající barvu vyrobeného sladu. Ječmeny mívají vyšší podíl zrn nazelenalých, mají nevýraznou barvu, ječmeny pomoklé jsou našedlé apod. (Prokeš, 1997). Veškeré barevné změny, ať se jedná o skvrnitost, zahnědlé špičky, našedlá zrna apod., jsou považovány za potenciální zdroje plísní (Kosař et al., 1997).

Jemná zvrásněná plucha typická pro naše ječmeny je považována za znak kvalitního sladovnického ječmene. Při neopatrné sklizni a přezrálém zrně dochází k poškození pluchy, což zvyšuje nebezpečí infekce při máčení a klíčení. Obilky s poškozenou pluchou rychleji přijímají vodu, což se projevuje nepříznivě při klíčení.

Vyrovnanost tvaru a velikosti zrna má přímý vliv na homogenitu vyrobeného sladu. Takový ječmen přijímá stejnoměrně vodu, stejnoměrně klíčí a stejnoměrně se luští.

Zdravý ječmen má přirozený lesk a čistou vůni po slámě. Zrna sklizená s vyšší vlhkostí jsou bez lesku, a pokud nejsou dále ošetřena, projeví se to často nepříznivou vůní, označovanou jako cizí, po tlejícím listí, po houbách apod., Tyto změny již signalizují možnost nepříznivého ovlivnění klíčivosti a vyšší mikrobiální aktivitu (Prokeš et al., 1997).

3.6.2. Objektivní ukazatele jakosti sladovnického ječmene

a) Mechanické zkoušky

K významným jakostním kritériím ječmene patří přepad zrna nad sítem 2,5 mm, který charakterizuje plnost zrn v partii. Jen velikostně jednotné zrno přijímá stejnoměrně vodu při máčení, stejnoměrně klíčí a dosahuje stejnoměrného stupně rozluštění. Vysoký obsah propadu zrna souvisí se snížením výtěžnosti a do určité míry negativně ovlivňuje obsah bílkovin i extraktivnost sladu (Kosař, Procházka et al., 2000).

K dalším mechanickým ukazatelům patří objemová hmotnost a hmotnost 1000 zrn. Objemová hmotnost je sice ovlivněna obsahem vody, avšak má přímou vazbu na extraktivnost sladu. Hmotnost 1000 zrn souvisí s obsahem bílkovin a má také vztah k extraktivnosti sladu. Je silně ovlivněna ročníkem a odrůdou ječmene. Hmotnost 1000 zrn nesmí klesnout pod 40 g (Kosař et al., 1997).

b) Fyziologické zkoušky

Rozhodujícími ukazateli kvality sladovnického ječmene jsou klíčivost a energie klíčení.

Klíčivost je podíl zrn schopných vytvořit morfologické znaky klíčení v určeném čase za podmínek, stanovených v této normě ČSN 46 1011-13. Přesný počet zrn se po stanovenou dobu máčí v roztoku peroxidu vodíku v klimatizovaném prostředí, bez přístupu světla. Po této době se odstraní nevyklíčená zrna a stanoví se klíčivost jako podíl počtu vyklíčených zrn v procentech z celkového počtu zrn (ČSN 46 1011-13, 2005). Nízká klíčivost negativně ovlivňuje průběh sladovacího procesu, nevyklíčená zrna jsou nezpracovatelným, sklovitým balastem, ale i vhodným substrátem pro rozvoj a šíření plísní (Kosař, Procházka et al., 2000).

Klíčivá energie a citlivost na vodu ukazuje, jak probíhá nebo zda je již ukončeno posklizňové dozrávání. Vysoká klíčivost, vyjádřená i vysokou hodnotou klíčivé energie při dostatečné klíčivé rychlosti jsou základním předpokladem jakostního a homogenního sladu (Prokeš et al., 1997). Energie klíčení se z důvodů posklizňového dozrávání stanoví nejdříve po 45 dnech ode dne sklizně (ČSN 46 1011-14, 2005).

c) Chemické zkoušky

Jedním z velmi důležitých znaků ovlivňující kvalitu ječmene je vlhkost. Podle vlhkosti sklizeného obilí se rozhoduje o posklizňové úpravě a další manipulaci tj. o větrání nebo přetahování, čištění a uskladnění. Limitní hodnota vlhkosti pro nákup sladovnického ječmene připouští hodnotu až 16 %, ale při této vlhkosti se nedá trvale zrno skladovat. Proto je zapotřebí snížit vlhkost pod 14 % průběžným ošetřením, a to buď provětráváním, nebo přepouštěním (Polák et al., 1998).

Dalším významným znakem sladovnického ječmene je obsah dusíkatých látek. Množství dusíkatých látek není genetickým znakem, nýbrž je dominantně ovlivněno klimatickými poměry a agrotechnikou (Prokeš et al., 1997). U sladovnického ječmene se za optimum pokládá obsah v rozmezí 10 až 11,5 % (Kosař, Procházka et al., 2000). V případě, že ječmen obsahuje bílkoviny vyšší než 12 % je potřeba upravit technologické postupy v tom smyslu, že se zvýší obsah vody při máčení, popřípadě se prodlouží délka vedení (Prokeš, 2006).

Obsah škrobu souvisí s obsahem bílkovin v ječmeni. Obsah škrobu by se měl u dobrých ječmenů pohybovat v rozmezí 63-65 % v sušině. Škrobová složka je nositelem extraktivnosti sladu. Je-li nedostatek škrobu v ječmeni, nelze žádnou technologií procento extraktu zvýšit (Kosař et al., 1997).

4. Slad

4.1. Charakteristika sladu

Slad je surovinou, která dodává do výroby piva hlavní podíl extraktivních látek a vedle technologie varního procesu zajišťuje redoxní kapacitu piva, která má významnou pozitivní roli pro požadovanou odolnost piva proti tvorbě nebiologických zákalů a k docílení sensorické stability piva (Basařová et al., 2010).

Celosvětově se vyrábějí především světlé slady plzeňského typu pro světlá piva a tmavé slady mnichovského typu pro piva tmavá. Další typy speciálních sladů slouží pro zvýraznění určitých kvalitativních a specifických vlastností typů světlých a tmavých piv či pro výrobky charakteristicky odlišných vlastností. Pro výrobu piva se používají převážně slady z jarních ječmenů. Vlastnosti odrůd ječmene výrazně ovlivňují kvalitu sladu a z něj vyrobeného piva, především charakteristické vlastnosti jednotlivých značek piva. Na světě se pěstuje velké množství odrůd jarního a ozimého sladovnického ječmene (Basařová et al., 1985).

4.1.1. Proces výroby sladu

Proces výroby sladu lze z hlediska jednotlivých výrobních fází rozdělit na tři úseky:

Máčení zvyšuje řízeným způsobem obsah vody v zrně pro zahájení enzymatických reakcí a pro klíčení zrna, při únosné spotřebě vody se odstraní splavky a lehké nečistoty, umyje se zrno a ze zrna se vylouží nežádoucí látky. V dobře uskladněném ječmeni je činnost enzymů, důležitých při sladování výrazně utlumena, některé skupiny enzymů jsou syntetizovány později. Zvýšení obsahu vody v zrně vede k zahájení projevů života - ke klíčení. Podmínkou pro správný průběh klíčení je dostatek vody a vzduchu v namáčeném ječmeni.

Cílem klíčení je proces aktivace a syntéza enzymů, a docílení požadovaného rozluštění (vnitřní přeměny) zrna při minimálních nákladech a únosných skladovacích ztrátách. Rezervní látky, obsažené v zrně jsou při skladování a před zahájením skladovacího procesu ve stabilní, vysokomolekulární formě. Činností vlastních enzymů zrna, aktivovaných pomocí vody dojde k jejich odbourávání (rozluštění) na rozpustné nízkomolekulární produkty.

Procesem hvozdění je převedení zeleného sladu s vysokým obsahem vody do skladovatelného a stabilního stavu. Dále zastavit životní projevy a lušticí pochody v zrně, během kterých se při hvozdění vytváří aromatické a barevné látky, charakteristické pro druhy sladu za minimálních nákladů a ztrát (Prokeš, 2006).

4.2. Chemické složení

Chemické složení sladu ovlivňuje průběh výroby piva, ale především základní i specifické chemické, biochemické a organoleptické vlastnosti. Sleduje se řada chemických a biochemických kvalitativních znaků sladů, které se stanovují v kongresní sladině.

Vlhkost sladu po hvozdění je u světlých sladů asi 3,5 % a u tmavých sladů asi 2 %. V odleželých sladech se vlhkost mírně zvyšuje, což je příznivé pro mletí. Vyšší vlhkost zpracovávaného sladu může způsobovat snížení extraktivnosti, potíže při skladování, snížení extraktivnosti i problémy při kvašení. Vlhkost sladu nemá přesáhnout hodnotu 6 %.

Extraktivnost sladu je nejen důležitým ekonomickým kritériem této suroviny, ale i předpokladem pozitivního vlivu na kvalitu finálního výrobku. Ovlivňuje výsledky kvašení, chemické složení hotového piva i jeho organoleptické vlastnosti.

Škrob v endospermu sladu se nachází ve škrobnatých zrnech. Škrobová zrna tvoří až z 98 % chemicky čistý škrob, zbytek tvoří proteiny, lipidy, obalované části škrobových zrn a minerální látky, především fosforečnany, ale i vápník a hořčík. Ve sladu se vyskytují velká a malá škrobová zrna. Velká škrobová zrna o rozměru 25 až 30 μm tvoří asi 10 % celkového počtu zrn, ale 90 % hmotnosti škrobu. U malých zrn je to naopak a jejich velikost je 1 až 5 μm .

Dusíkaté látky představují ve výrobě piva velice rozmanitý komplex sloučenin, od nerozpustných vysokomolekulárních složek, polypeptidů rozdílné struktury, až po jednoduché aminokyseliny. Tyto sloučeniny přispívají k plnosti chuti piva, mají význam pro pěnovost a stabilitu pěny, podílejí se na tvorbě barvy, působí jako tlumivé složky piva. Nízkomolekulární sloučeniny jsou nezbytné pro množení a metabolismus kvasinek, ale jsou i prekursory v tvorbě komponent typu aldehydů odpovědných za nežádoucí starou chuť piva. Vysokomolekulární dusíkaté látky jsou vedle polyfenolů základní složkou, která se podílí na tvorbě nebiologických zákalů (Basařová et al., 2010).

Nejdůležitější štěpné produkty bílkovin, které se vytvořily ve sladu během klíčení ječmene, jsou makropeptidy, polypeptidy, nižší peptidy a aminokyseliny. Proteiny ve sladu se dělí na:

Albuminy jsou bílkoviny rozpustné ve vodě a v roztocích solí, koagulují při teplotě 52 °C.

Globuliny jsou rovněž rozpustné v roztocích solí. Přítomny jsou čtyři základní složky a to α -globulin, β -globulin, γ -globulin a δ -globulin. Koagulují při teplotě 90 °C. Z těchto čtyř uvedených složek se zásadní význam přisuzuje β -globulinu, který se podílí na tvorbě nebiologických zákalů piva.

Prolaminy jsou ve vodě a v roztocích solí nerozpustné, rozpouštějí se v 50 až 90 % roztoku etanolu a některých jiných alkoholů. Ječný prolamin hordein má pět základních komponentů, z nichž δ a ϵ -hordein jsou součástí koloidních zákalů piva.

Gluteliny pocházejí z buněčných stěn a jsou rozpustné jen v alkalických roztocích. Tyto proteiny zvané gelové svojí interakcí zhoršují podmínky scezování.

Glykoproteiny jsou složené proteiny, které většinou doprovázejí albuminy. Primárně mají kovalentně vázanou cukernou složku buď *O*-glykosidovou vazbou s hydroxylovou skupinou serinu či threoninu, nebo *N*-glykosidovou vazbou.

Z dalších složených bílkovin jsou pro působení hydrolas důležité fosfoproteiny, lipoproteiny negativně působící na pěnovost piva, chromoproteiny obsahující barevné složky typu anthokyanů a chlorofylu a nukleoproteiny obsahující jako hlavní dusíkaté báze puriny (adenin, guanin) a pyrimidiny (cytosin, thymin a uracil) (Basařová et al., 2010).

Ječné zrnko obsahuje 10 až 14 % neškrobových polysacharidů: celulosy, hemicelulosy a dalších polysacharidů (glykanů, často řazených mezi tzv. rostlinné gummy) a ligninu. Zvýšené hladiny neškrobových polysacharidů ve sladu, a to nejen typu β -glukanů, ale podle současných poznatků i méně zastoupených pentozanů, ovlivňují viskozitu sladiny a piva a mohou způsobovat závažné problémy při svezování sladiny i filtraci piva.

Lipidy tvoří velmi heterogenní skupinu látek s hydrofobními vlastnostmi. Mezi významné lipidy se řadí mastné kyseliny, acylglyceroly, fosfolipidy, lipoproteiny a lipopolysacharidy, z doprovodných látek lipidů jsou důležité steroly. Největší význam pro kvalitu piva mají mastné kyseliny. Celkový obsah lipidů v sladu může být až 4,5 % v sušině. Největší podíl mastných kyselin v lipidech ječmene tvoří kyselina linolová.

Polyfenoly ve sladu jsou skupinou látek různé relativní molekulové hmotnosti a rozdílných fyzikálně-chemických vlastností. V ječmeni a sladu se vyskytují především v obalové části zrna a v aleuronové vrstvě, kde jsou přítomny hlavně flavonoidní látky, jejichž nosičem je bílkovina hordein (Basařová et al., 2010).

4.2.1. Úloha enzymů ve sladu

Ze sladařského hlediska můžeme za nejdůležitější enzymy označit hydrolasy, které je možné rozdělit do čtyř skupin (cytolytické enzymy, proteolytické enzymy, fosfatasy, amylasy) a třídu oxidoreduktas. Za nimi pak následují transferasy, lyasy, isomerasy a ligasy. Hydrolytické enzymy štěpí esterové, glykosidické a peptidické vazby, dále vazby C-N, C-C, P-N, C-halogen a vazby kyslíkatých anhydridů za použití vody (Moštek, 1975). Z hlediska pivovarské technologie je lze označit za nejdůležitější skupinu enzymů i z hlediska sladařské technologie (Narziss, 1976).

4.2.2. Možnosti stanovení těkavých sirných látek ve sladu a pivu

Mezi senzorycky aktivními látkami, ovlivňujícími zásadně kvalitu piva, hrají významnou úlohu heterocyklické a sirné sloučeniny, z nichž některé se vyznačují vysokou aktivitou i v extrémně nízkých koncentracích. Stopová množství těchto sloučenin u sladu, respektive u piva, se spolupodílejí na vytváření aroma a tento vliv se hodnotí spíše nepříznivě.

Většina sirných sloučenin přítomných v ječmeni, sladu a pivu jsou netěkavé látky (aminokyseliny, bílkoviny, anorganické sírany). Tyto látky nejsou přímo odpovědné za nepříznivé vůně a chutě piva, ale jsou důležité pro prekursory, ze kterých za určitých podmínek mohou vznikat sensoricky aktivní látky. Takto vzniklé sloučeniny jsou ve většině případů těkavé a jejich množství bývá nižší než 1 %. Skutečné množství látek odpovědných za sirné vůně jsou proto extrémně nízká (Mikulíková et al., 2011).

4.3. Jakost sladu

4.3.1. Hodnocení sladu

U sladu se posuzuje velké množství sensorických, mechanických, chemických a biochemických vlastností, které informují o jeho kvalitě z hlediska zpracování v průběhu výroby piva a významu pro základní i charakteristické znaky běžných a speciálních značek piva. Kvalita sladu závisí na odrůdě použitého ječmene, technologii skladování i podmínkách skladování a má zásadní vliv nejen na průběh technologie, ale i na základní fyzikálně-chemické, biochemické a organoleptické vlastnosti piva (Basařová et al., 2010).

Ukazatele sladovnické jakosti zrna

Ukazatele sladovnické jakosti (USJ) hodnotí kvalitu jednotlivých druhů odrůd. Úroveň jednotlivých znaků je výsledkem interakce mezi genotypem a prostředím. (Černý et al., 2007). Výpočet USJ vychází z modifikace tzv. „superiority measure (měřítko nejlepší kvality)“. Tento systém je snadno modifikovatelný a umožňuje po předchozí dohodě změnit počet sledovaných znaků nebo zaměnit sledované znaky jinými. Z bodových hodnot jednotlivých znaků sladovnické jakosti se USJ pro danou odrůdu (j) vypočte:

$$USJ_j = 9 - \sqrt{P_j}$$

$$\text{Kde } P_j = \sum (B_{ij} - 9)^2 * W_i / \sum W_i$$

B_{ij} = bodové hodnocení i-tého znaku j-té odrůdy

W_i = váha i-tého znaku

P_j = průměr j-té odrůdy

USJ nabývá hodnot od 1 (nepřijatelné) do 9 (optimální) (Tabulka č. 3). Protože se v podstatě jedná o vážený průměr čtverců odchylek bodových hodnocení jednotlivých znaků od maximální hodnoty 9, jsou zvýhodněné genotypy vyrovnané v jednotlivých znacích sladovnické kvality. Tedy odrůda, která ve všech znacích obdržela bodové hodnocení 8, má vyšší hodnotu USJ než například odrůda, která dosáhla u extraktu ve sladu 7 bodů, u relativního extraktu 9 bodů, u Kolbachova čísla 7 bodů, u diastatické mohutnosti 9 bodů a u všech ostatních znaků 8 bodů, ačkoliv prostý průměr i vážený průměr obou odrůd jsou stejné (Psota, Kosař, 2002).

Tabulka č. 3 Ukazatele sladovnické jakosti (Zimolka, 2006)

Parametry	Jednotky	Nepřijatelná hranice 1	Optimální hranice 9	Váha
Dusíkaté látky v zrnu 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	j.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

Podle ukazatele sladovnické jakosti (USJ) lze jednotlivé odrůdy rozčlenit do několika skupin:

- 1) Výběrové odrůdy (USJ 7 – 9) – Diplom, Jersey, Malz, Prestige, Sebastian.
- 2) Standardní odrůdy (středně jakostní USJ 4 – 6) – Akcent, Amulet, Annabel, Atribut, Calgary, Forum, Kompakt, Madeira, Madonna, Maridol, Philadelphia, Sabel, Scarlett, Novum, Terno, Tiffany, Tolar.
- 3) Nestandardní odrůdy (nesladovnické USJ méně než 4) – Ditta, Heris, Ladik, Orbit, Orthega, Pax, Pejas, Primus, Prosa, Stabil, Viktor.

- 4) Odrůdy vhodné pro české pivo – Tolar, Bojos, Aksamit, Blaník, Malz (většinou tyto odrůdy patří do druhé skupiny s USJ 4 – 6) (Černý et al., 2007).

Odrůdy doporučené a předběžně doporučené jsou uvedeny v příloze č. 2.

Každý druh piva vyžaduje určitou kvalitu vstupních surovin, která je definována pomocí analytických znaků. V České republice se pro hodnocení kvality sladovnického ječmene a z něho vyrobeného sladu používají metody EBC (European Brewery Convention – Evropská pivovarská konvence) a MEBAK (Mittleuropäische Brautechnische Analysenkommission – Středoevropská pivovarsko – technická analytická komise) (Prugar et al., 2008).

Podle USJ jsou vybrány tyto základní metody zkoušení sladu: stanovení obsahu dusíkatých látek ve sladu podle Dumase, stanovení extraktu sladu pyknometricky, stanovení relativního extraktu při 45 °C, výpočet Kolbachova čísla, stanovení diastatické mohutnosti, dosažitelný stupeň prokvašení, stanovení friability podle Windische a Kolbacha, stanovení obsahu β -glukanů ve sladu metodou FIA (průtoková injekční analýza-je analytická metoda s plynulým tokem všech roztoků, založená na vstříkávání vzorku do proudu reagentů). Další vhodný nástroj pro rychlou kontrolu vstupujících pivovarských surovin je NIRS (viz odstavec 9 Blízká infračervená spektroskopie).

a) Stanovení obsahu dusíkatých látek ve sladu podle Dumase

Stanovení dusíkatých látek se provádí metodou elementární analýzy. Vzorek se spaluje v reaktoru s přísadkou kyslíku při teplotě 900 °C. Produkty spalování CO₂, H₂O a oxidy síry se zachytí na filtrech a čistý N₂ se stanoví po průchodu chromatografickou kolonou tepelně-vodivostním detektorem.

b) Stanovení extraktu sladu pyknometricky

Extrakt sladu je souhrn všech látek, které za podmínek metody přejdou do roztoku. Touto metodou se stanoví extrakt u sladů s výjimkou sladu karamelového a barevného. Pyknometrické stanovení je stanovení hustoty sladiny. Rmutováním jemně rozemletého sladu standardním rmutovacím postupem se získá sladina, ve které se stanoví relativní hustota v Reischaurově pyknometru za předepsaných podmínek. Ve vhodných tabulkách se k hodnotám relativní hustoty najde hodnota extraktu sladiny-hmotnostní zlomek extraktu sladiny (%) (ČSN 56 187-1, 2010).

c) Stanovení relativního extraktu při 45 °C

Rmutováním jemně rozemletého sladu při teplotě 45 °C se získá sladina, jejíž hodnoty extraktu informují o výtěžku extraktu za dané teploty. Metoda je použitelná pro hodnocení kvality světlých sladů. Jemně rozemletý slad (90 % moučky) se rmutuje při teplotě 45 °C. Ve sladině se stanoví extrakt a vyjádří se v procentech extraktu stanoveného standardní (kongresní) metodou, tj. relativní extrakt (RE).

d) Výpočet Kolbachova čísla

Kolbachovo číslo se vyjadřuje jako poměr rozpustných dusíkatých látek k celkovému obsahu dusíku ve sladu.

e) Stanovení diastatické mohutnosti sladu podle Windische a Kolbacha

Diastatická mohutnost představuje enzymový potenciál sladu, převážně β -amylázy, který štěpí škrob při rmutování sladiny na nízkomolekulární sacharidy. Připraví se sladina při 40 °C. Sladové enzymy obsažené v připravené sladině hydrolyzují standardní škrobový roztok. Uvolněné množství redukcujících cukrů působením amylolytických enzymů se stanoví jodometricky. Výsledek se vyjadřuje v gramech maltosy, která vznikla za specifických podmínek za 100 g sladu (ČSN 56 187-1, 2010).

f) Dosažitelný stupeň prokvašení

Určuje celkové množství cukrů v extraktu sladiny, zkvasitelných pivovarskými kvasinkami. Stanoví se procentickým vyjádřením rozdílu extraktu sladiny před kvašením a po kvašení (Pelikán, Suková, 1998). Slady s vysokou hodnotou stupně prokvašení mohou být příčinou problémů ve výrobě a mohou poskytovat piva prázdné chuti. Proto České pivovary požadují slad vyrobený z odrůd limitovanými hodnotami dosažitelného stupně prokvašení a to maximálně 80 % (Prugar et al., 2008).

g) Stanovení friability, sklovitosti a homogenity friabilimetrem

Metoda se obvykle používá pro plzeňský slad. Vlhkost zrna sladu se v době zkoušky musí pohybovat v rozmezí 3 až 5 %. Stanovení velikosti mechanických změn zrn sladu, ke kterým dochází při mlecím procesu, se provádí na přístroji zvaném friabilimetr. Slad se protlačuje sítím bubnu za standardních podmínek (počet otáček bubnu přístroje, tlak pružiny, čas). Moučnatá zrna sladu se rozdrťí a

propadnou sítím. Sklovitá zrna a nerozdrčené zlomky zrn se po odstranění pluch zváží. Ze získaných výsledků se vypočte friabilita, sklovitost, částečně sklovitá zrna a homogenita rozluštění friabilimetrem.

h) Stanovení obsahu beta-glukanů ve sladu metodou FIA

Fluorochrom Calcofluor vytváří v roztoku s vysokomolekulárními betaglukany komplexy, které vykazují zvýšení fluorescenční intenzity tohoto barviva. Princip metody spočívá ve vstříkávání vzorku do tekoucího nosného proudu tlumivého roztoku a činidla. Vzniklý komplex je detekován fluorescenčním detektorem. Metodu lze použít pro stanovení obsahu betaglukanů ve sladině (ČSN 56 187-1, 2010).

i) Blízká infračervená spektroskopie (NIRS)

Je to jedna ze spektrálních metod, která je založena na interakcích elektromagnetického záření s hmotou, souvisejících s výměnou energie mezi hmotou a zářením. Vzhledem k tomu, že se tohoto procesu zúčastňuje celá molekula, jedná se o molekulovou spektrometrii. Blízká infračervená spektrální oblast (NIRS) je vymezena vlnovými délkami 1100-2500 nm. NIRS je určena pro rychlé a nedestruktivní měření odrazu a umožňuje simultánně predikovat několik konstituentů ve stejném vzorku (např. vlhkost, obsah dusíkatých látek, obsah tuku, a mnoha dalších složek). Metoda NIRS přinesla rozhodující pokrok ve stanovení jednotlivých kvalitativních znaků u rostlinného materiálu. NIRS je přibližně 5 až 10 krát levnější a 100krát rychlejší než klasické „mokrý analyzy“ (Prugar et al., 2008).

4.3.2. Vliv podmínek skladování na jakost sladu

Čerstvě usušený slad není vhodný k okamžitému zpracování v pivovaru, ale je zapotřebí nechat tuto surovinu tři až čtyři týdny odležet. Slad se po přečištění skladuje na půdách, ve skříních a dnes převážně v silech s automatickou regulací teploty a vlhkosti vzduchu a možností vhodného míchání.

Při skladování dochází k mírným změnám fyzikálních a chemických vlastností sladu, které zlepšují jeho zpracovatelnost. Mírné zvýšení vlhkosti asi o 1,6 až 1,8 % způsobené hydratací zrn zvýší objemovou hmotnost, ale zlepšuje i elasticitu pluch, kritéria rozluštění sladu, dále např. rozdíl extraktu v hrubém a jemném mletí a aktivitu důležitých sladových enzymů, především proteolytických. Nadměrné zvýšení vlhkosti může způsobit problémy při mletí, proto se musí skladovaný slad

chránit před přístupem vlhkého vzduchu. U tmavého sladu se po tříměsíčním skladování mění mírně aroma. Skladování surovin v nevhodných podmínkách může obecně výrazně zhoršit jejich kvalitu, např. tvorbou Streckerových aldehydů (degradační produkt aromatických aminokyselin), které nepříznivě ovlivňují senzorické vlastnosti, zejména chuťovou stabilitu (Basařová et al., 2010).

4.4. Náhražky sladu

Sladové náhražky se definují jako škrobové nebo cukerné surogáty, které mohou do určitého množství nahradit ječný slad (Kosař, Procházka et al., 2000).

Důvod používání sladových náhražek je snížení surovinových nákladů na výrobu piva, která činí přibližně 13 %. Rozsah použití surogátů je ovlivněn především typem a kvalitou vyráběného piva, ale i technickým vybavením pivovarů. Nejvíce se surogáty používají v zemích s menší pivovarskou tradicí, především Americe, Africe a Asii. Sladové surogáty se nejčastěji používají škrobnaté a cukernaté. Za škrobnaté surogáty lze považovat: nesladové obiloviny (ječmen, kukuřice, rýže, pšenice, čirok technický, proso, ostatní obiloviny-oves, žito), škrobnaté výluhy, sirupy a koncentráty (škroby z ječmene, pšenice, triticales, ovsu, kukuřice, rýže, prosa a brambor), speciální sladové náhražky (naklíčený ječmen a zelený slad) a za cukernaté surogáty lze považovat: krystalový cukr, surový cukr, invertní cukr, škrobový cukr (Basařová et al., 2010).

5. Chmel

5.1. Charakteristika

Chmel a z této suroviny vyrobené přípravky jsou doposud nezastupitelnou surovinou dávající pivu typickou hořkost a aroma odlišujících je od jiných alkoholických i nealkoholických nápojů, ale ovlivňují rovněž technologii a další kvalitativní kritéria piva. Nejdůležitějšími složkami chmele jsou chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly, ostatní složky mají již menší technologický význam. Nositelem hořkosti chmele jsou obecně chmelové pryskyřice složené z řady chemicky podobných sloučenin, z nichž nejvýrazněji ovlivňují hořkost produkty izomerie α -hořkých kyselin.



Obrázek č. 2 Chmel (New Planet Beer, 2011)

Celosvětově byl zaznamenán postupný pokles dávky α -hořkých kyselin v pivech (z průměrné hodnoty 9,0 g hl⁻¹ piva v roce 1970 na 6,2 g hl⁻¹ v roce 2000). Při výrobě českých piv je dávka α -hořkých kyselin nad světovým průměrem a pohybuje se okolo 9,0 g hl⁻¹ (Kunze, 1999).

Chmel otáčivý (*Humulus lupulus* L.) je vytrvalá, popínavá rostlina pěstovaná v monokultuře na témže stanovišti 25 i více let. Rozšířen je v celé Evropě i v ostatních světadílech. Římské prameny z prvního století našeho letopočtu se o chmelu zmiňují jako o oblíbené zahradní zelenině. Mladé postranní chmelové výhonky se prodávaly na trzích a v kuchyni zpracovávaly obdobně jako chřest.

Chmel jako jedna ze základních surovin pro výrobu piva významným způsobem spoluvytváří jeho sensorické vlastnosti a ovlivňuje i další kvalitativní parametry. Pro komerční účely se pěstuje v mnoha regionech mírného klimatu na celém světě.

Ve světě se pěstuje chmel v téměř 30 zemích. V roce 2006 činila světová produkce chmele 93,2 tisíc tun. Největšími producenty jsou i Čína, Austrálie, Slovinsko, Polsko, Ukrajina, Nový Zéland a Velká Británie. Více než 95 % světové produkce se v současné době nevyužívá přímo, ale zpracovává se na chmelové výrobky (Prugar et al., 2008).

Pěstování chmele v ČR je státem kontrolováno a řízeno. V ČR jsou povoleny tři pěstitelské oblasti – Žatecko a Úštěcko v Čechách a Tršicko u Olomouce na Moravě (Kosař, Procházka et al., 2000).

Chráněné označení původu – Žatecký chmel

Chráněné označení původu (Protected Designation of Origin) je název regionu, určitého místa nebo ve výjimečných případech země, kterého se používá k označení zemědělského výrobku nebo potraviny, které pocházejí z tohoto regionu, určitého místa nebo země, jehož kvalita nebo vlastnosti jsou převážně nebo výlučně dány zvláštním zeměpisným prostředím s jeho neodmyslitelnými přírodními nebo lidskými faktory, a jehož výroba, zpracování a příprava probíhá ve vymezené zeměpisné oblasti.

Na základě Nařízení Komise č. 503/2007 ze dne 8. května 2007 bylo označení ŽATECKÝ CHMEL (PDO) zapsáno do Rejstříku chráněných označení původu a chráněných zeměpisných označení. V rámci Evropské Unie se jedná o první udělené označení týkající se chmele a o jedno z prvních označení udělené českému zemědělskému nebo potravinářskému výrobku.

Označením ŽATECKÝ CHMEL může být označen pouze jemný aromatický chmel Žatecký poloraný červeňák (všechny jeho registrované klony) vypěstovaný v Žatecké chmelařské oblasti. Jako Žatecký chmel se mohou označovat pouze tyto klony odrůdy Žatecký poloraný červeňák: Lučan (registrace v roce 1941), Blato (1952), Osvaldův klon 31 (1952), Osvaldův klon 72 (1952), Osvaldův klon 114 (1952), Siřem (1969), Zlatan (1976), Podlešák (1989) a Blšanka (1993) (Svaz pěstitelů chmele České republiky, 2007).

5.2. Agrotechnika

Kvalitu hlávek chmelových rostlin velmi ovlivňují ekologické podmínky stanoviště. Vhodné podmínky poskytují především oblasti mírného pásma severní polokoule, s mírnými svahy a plochými údolními.

Z klimatických podmínek je chmel nejnáročnější na světlo vláhu a teplotu. Kvalitní odrůdy chmele vyžadují průměrné trvání slunečního svitu ve vegetačním období 1 800 až 2 000 hodin. Nejvhodnější jsou oblasti s průměrnými ročními teplotami 8 ž 10 °C. Prudké kolísání teplot v počátku vegetace zpomaluje růst, při dozrávání naopak urychluje nástup technické zralosti. Později sklizený chmel zvaný ledový zintenzivňuje barvu mladiny i piva, má redukováný obsah polyfenolů a zvýšený výtěžek α -hořkých kyselin. Chmel je vlhkomilná rostlina, většinu vláhy přijímá z půdy a podzemních vod, část z dešťové vody a rosy. Nejlépe chmelu vyhovují hluboké ornice s hladinou spodní vody 150 až 200 cm s mírně kyselou až neutrální reakcí pH 5,6 až 7,5.

Agrotechnika chmele zahrnuje nutné operace: podzimní úklid révy a podzimní přiorávku, jarní odorávku, podzimní nebo jarní řez chmele, přiorávku a zavěšování chmelovodu, zavádění mladé révy, přiorávku, závlahy, přihnojování, ochranu proti škůdcům, sklizeň a posklizňovou úpravu (Basařová, 1992).

5.3. Morfologie rostliny

Hlavními částmi chmelové rostliny jsou kořenová soustava, réva s pazochy, listy a květenství, které se během vegetace vyvíjí v chmelové hlávky. Pro pivovarské použití se pěstují samičí rostliny, samčí rostliny se využívají při šlechtění odrůd.

Kořenová soustava chmele je mohutně vyvinutá. Základ tvoří zdřevnatělá babka, která má průměrnou životnost 25 let.

Réva vyrůstá každoročně z babky, vytrvává jedno vegetační období. Na průřezu je šestihránná a na hranách má přichytné chlupy. Postranní větévky zvané pazochy vyrůstají z révy a na nich se vyvíjí květenství měnící se na chmelové hlávky.

Listy chmelové révy mají velkou plochu, ve stádiu sklizně může dosahovat 7 až 22 m² na jednu rostlinu.

Květonosné větévky se samičími květenstvími vyrůstají u paty révových a hlavně pazochových listů přibližně od poloviny června. Na jedné rostlině bývá až 30 i více jehnědovitých květenství a každé se skládá z 20 až 60 drobných kvítků. Chmel začne kvést po dosažení své maximální výšky. Doba květu je 15 až 30 dnů, potom se květy mění na plod, hlávky typického vejčitého tvaru.

Chmelové hlávky se skládají ze stopky, vřeténka, pravých a krycích listenů. Při oplození, což je pro kvalitu pivovarského chmele nežádoucí, obsahující ještě semeno. Stopka spojuje hlávku s větévkou a pokračuje ve vřeténko (Basařová et al., 2010).

5.4. Chemické složení

Původně se chmel používal v pivovarské technologii především pro své bakteriostatické účinky zajišťující vyšší trvanlivost piva. Teprve mnohem později se začal používat pro dodání hořké chuti a úpravu dalších vlastností piva. Chemická skladba chmele zahrnuje pivovarsky důležité složky, ke kterým patří chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly. Z ostatních přítomných látek se věnuje pozornost tzv. problémovým složkám, které mohou kvalitu chmele či chmelových výrobků pro pivovarské využití ovlivnit negativně.

Transformační produkty chmelových pryskyřic, tvořící se při chmelovaru, jsou zdrojem typické hořkosti piva, stabilizují pivní pěnu a díky antiseptickým účinkům zvyšují biologickou trvanlivost piva. Jsou složitým komplexem látek, z nichž pouze u některých známe chemické složení i strukturu. Patří k nim především α -hořké a β -hořké kyseliny, které jsou v čistém stavu bez chuti a vůně a málo rozpustné ve vodě (Prugar et al., 2008; Bamforth, 2004).

5.4.1. Chemické složení chmelových hlávek

V chmelových hlávkách se nacházejí tyto hlavní skupiny látek:

a) Chmelové pryskyřice (označované též jako hořké látky) jsou směsí velmi těžko rozpustných látek. Člení se na měkké a tvrdé pryskyřice. Na hořkosti piva se hlavní měrou podílejí měkké pryskyřice zejména α -hořké kyseliny (jejich obsah u našich chmelů činí 3 – 5 % (Šroller et al., 1997)). α -Hořké kyseliny jsou tvořeny směsí sedmi dosud známých analogů humulonu. V přirozených směsích α -hořkých kyselin převládá kohumulon, humulon a adhumulon. β -Hořké kyseliny se rovněž

vyskytují ve směsi analogů, z nichž nejvíc jsou zastoupeny kolupulon, lupulon a adlupulon (Prugar et al., 2008; Bamforth, 2004).

b) Chmelové třísloviny jsou směsí látek polyfenolového typu. Přispívají k čerání piva, příznivě působí na varný proces, stabilitu hořkosti a charakteristickou chuť piva. Pivu dávají mírně natrpklou chuť. Obsah polyfenolových látek činí 2 – 6 %.

c) Chmelové silice jsou látky těkavé povahy, chmelu dávají typickou vůni. Jsou prakticky nerozpustné ve vodě, více jak 90 % vytěká během chmelovaru a při výrobě piva se prakticky neuplatňují. Obsah silic činí 0,4 – 0,8 %.

d) Doprovodné látky – např. cukry, dusíkaté látky, lipidy, vosky, oxid siřičitý. Obsah dusičnanů v hlávkách se pohybuje v rozmezí 9000 – 11000 mg v 1kg suchých hlávek.

e) Voda u čerstvě sklizených hlávek se pohybuje obsah mezi 78 – 80 %, ihned po vysušení mezi 5 – 7 %. Po usušení se vlhkost hlávek upraví přirozeným přijmutím vlhkosti z ovzduší, nebo klimatizací chmele na 11 – 12 %, aby byla možná další manipulace s hlávkami (při vlhkosti pod 10 % se hlávky snadno drojí) (Šroller et al., 1997).

5.4.2. Problémové látky chmele

K problémovým složkám chmele patří dusičnany. Nejvyšší obsah je v hlávkovém chmelu (0,5 až 1,5 %), kdežto ve chmelových výrobcích je jejich obsah v závislosti na způsobu zpracování obvykle snížen (granulované chmele) nebo zcela eliminován (extrakty na bázi oxidu uhličitého). Ostatní problémové složky chmele, jako jsou rezidua postřikových látek, rezidua chemických katalyzátorů, případně rezidua radionuklidů, nemají v pivovarském procesu výrazný enologický význam (Prugar et al., 2008).

5.5. Odrůdy chmele

V České republice bylo v roce 2007 registrováno 7 odrůd chmele: Žatecký poloraný červeňák, Sládek, Harmonie, Bor, Premiant, Rubín, Agnus, Kazbek a Vital (Prugar et al., 2008). V roce 2011 bylo registrováno 9 odrůd chmele: Žatecký poloraný červeňák, Sládek, Harmonie, Bor, Premiant, Rubín a Agnus (Odbor rostlinných komodit Mze, 2011). Chmel se dělí podle různých hledisek: podle délky

vegetační doby na rané, polorané a pozdní. Dále se dělí podle obsahu alfa-hořkých kyselin, které je nejdůležitější a podle barvy (Basařová et al., 2010).

1) Rozdělení dle obsahu alfa-hořkých kyselin

Obsah α -hořkých kyselin je považován za nejdůležitější kvalitativní znak chmele. V komerčních odrůdách se pohybuje v rozmezí 2,5 až 17 % hmotnosti. Na základě obsahu α -hořkých kyselin a tomu odpovídajícího pivovarského využití se odrůdy chmele rozdělují obvykle do čtyř komerčně i technologicky odlišných skupin:

Jemné aromatické odrůdy chmele, tato skupina představuje tradiční jemné aromatické chmele, je to světový standard jakosti, poskytují pivo vynikající chmelové aroma a hořkost. Jsou vhodné pro přímé chmelení. Do této skupiny patří především Žatecký poloraný červeňák a dále německé odrůdy Spalt a Tettang. Tyto odrůdy obsahují 2,5 až 4,0 % α -kyselin s výnosem okolo 1,0 t.ha⁻¹.

Aromatické odrůdy chmele mají obsah α -kyselin v rozmezí 4 až 7 % a výnos 1,2 až 2,0 t.ha⁻¹. Chmelové hlávky si zachovávají příjemnou chmelovou vůni. Jsou též vhodné pro přímé chmelení. Do této skupiny patří například anglická odrůda Fuggle, americká Willamette, německá Spalter Select a české odrůdy Sládek a Harmonie.

Hořké odrůdy chmele mají obsah α -hořkých kyselin v rozmezí 7 až 10 % a výnos 1,2 až 2,0 t.ha⁻¹. V pivovarství jsou používány i jako částečná náhrada za aromatické odrůdy. Jedná se o kategorii starších zahraničních odrůd, například Perle, Marynka, Aurora, Northern Brewer, Brewers Gold. Z Českých odrůd sem patří Bor, Premiant a Rubín.

Vysokoobsažné odrůdy chmele, tato skupina zahrnuje hybridní odrůdy s vysokým obsahem α -kyselin v rozmezí 12 až 17 % a s výnosy 2,0 až 4,0 t.ha⁻¹. Tyto odrůdy se vyznačují ostrou vůní a odlišným aroma. Jsou používány především k výrobě chmelových extraktů. Do této skupiny se řadí především zahraniční odrůdy Target, Magnum, Taurus, Columbus, Herkules a z Českých odrůd Agnus (Prugar et al., 2008).

2) Rozdělení dle barvy

Vypěstované odrůdy chmele se rozdělují podle zbarvení chmelové révy na červeňáky a zeleňáky. Typickými představiteli červeňáků jsou odrůdy pěstované v Čechách, Německu, Polsku a Slovinsku, k zeleňákům patří odrůdy převážně pěstované v Anglii a v zámoří v USA a v Austrálii (Basařová et al., 2010)

5.6. Jakost chmele

Pro jednotlivé třídy jakosti se stanovují každoročně typové vzorky ze vzorků chmele žatecké oblasti. Typové vzorky jsou závazné pro všechny typové oblasti. Nakupovaný chmel se zařazuje do tříd jakosti na základě:

- a) Organoleptického posouzení
- b) Analytických hodnot a mechanického rozboru

Chmel má mít tyto znaky: musí být dobře česaný, stopky nesmějí být delší než 3 cm a jen ojediněle se smějí vyskytovat 2 až 3 hlávky pohromadě, musí být bez pazochů a chmelové révy. Podíl chmelových příměsí nemá přesahovat 3,0 % hmotnosti. Obsah cizích příměsí není povolen. Nakupovaný chmel má mít maximální obsah vody 12,0 %.

Vzorky chmele se zařazují do tříd jakosti podle normy ČSN 46 2520 Zkoušení chmele za přítomnosti dodavatele. Vzorky chmele odebrané ze žoků, se vzájemně porovnávají a v případě shodnosti se vysypávají na modrý papír, promísí se a rozdělí na 4 díly. Dva z nich se samostatně zabalí do modrého papíru. Jeden se použije pro potřeby nákupního podniku, druhý se označí datem odběru, podpisem odběratele a předá se spolu s dodacím listem k ocenění. Třetí díl se vpraví do polyetylenového sáčku nebo vzorkovnice a stanoví se u něho konduktometrická hodnota, obsah vody, chmelových a cizích příměsí, poškození škodlivými činiteli (hodnocení procentního poškození porostu například: virózami, bakteriózami, mykózami, škůdci a abionózami), rozplevení (hlávky mechanicky poškozené a rozpadlé je to způsobeno přesušením hlávek nebo nevhodnou manipulací s hlávkami po usušení a při balení do žoků u pěstitele) a otluků (drobné světle zrzavé skvrny na hlávkách v místech vzájemného dotyku a tření hlávek, vznikající jako následek silnějšího větru). Čtvrtý díl se zařadí do technologického procesu zpracování (ČSN 46 2510, 1985).

Při neshodnosti jednotlivých vzorků ze žoků se dávky rozdělí. Dávka do potřebného počtu dávek tak, aby v každé dávce byl chmel stejnorodý. V průvodních dokladech se vyznačí nový stav.

Vzorek chmele odebraný z označených žoků každé dávky se zařadí do některé ze čtyř tříd jakosti na základě výsledků laboratorního rozboru a porovnání s typovými vzorky (viz. Tabulka číslo 4 Znaky jakosti chmele). Rozhodujícím kritériem pro zařazení vzorků do tříd jakosti je nejnižší zjištěná hodnota objektivně posuzovaného kvalitativního znaku nebo u subjektivně posuzovaných znaků shodnost vzorku s příslušným typovým vzorkem třídy jakosti (ČSN 46 2510, 1985).

Kvalitní chmelové hlávky mají vykazovat tyto znaky a vlastnosti:

1. Dobrá vzrostlost a vyzrálость hlávek. Hlávky jsou uzavřené (listeny na sebe dokonale přisedají), velikostně vyrovnané, u našich chmelů převážně oválně vejčitého tvaru. Vřeténko má pravidelnou a jemnou stavbu, je hustě článkované.
2. Bez příznaků poškození chorobami, škůdců, bez mechanického poškození, otluků a rozplevení.
3. Správně česány a sušeny podle příslušných zásad.
4. Barva hlávek zlatozelená s výrazným leskem.
5. Bohatý obsah Lublinu světle žluté (citrónově žluté) barvy.
6. Pravá jemná vůně hlávek (bez ostré vůně nebo pavůně).
7. Vysoký obsah pivovarsky důležitých chemických látek, zejména obsah α – hořkých kyselin (Šroller et al., 1997).

Tabulka č. 4 Znaky jakosti chmele (ČSN 46 2510, 1984)

Třída jakosti	Barva hlávek	Biologický vzrůst, stavba věténka, vůně a obsah pecek	Poškození škodlivými činiteli (choroby, škůdci)	Barva lupulinu	Otluky	Rozplevení
I.	Zlato-zelená	Dobře vzrostlý, vyzrálý, vyrovnaný, jemné věténko, pravá jemná chmelová vůně	do 5 % počtu hlávek, nepřipouští se čern po mšici, připouští se zbytky mšice	Světle žlutá	Do 5 %	Do 15 %
II.	Žluto-zelená	Dobře vzrostlý, vyzrálý, vyrovnaný, jemné věténko, pravá jemná chmelová chuť	do 15 % počtu hlávek, nepřipouští se čern po mšici, připouští se zbytky mšice	Žlutá lesklá	Do 15 %	Do 20 %
III.	Zeleno-žlutá	Vyzrálý, méně vyrovnaný, méně je jemné věténko, pravá chmelová vůně, pecky do 5 % počtu hlávek	Do 25 % počtu hlávek, připouští se stopy černě a zbytky mšice	Tmavě žlutá	Do 25 %	Do 30 %
IV.	Zeleno-žlutá až tmavě žlutá	Méně vyzrálý, nevyrovnaný, hrubší stavba věténka, chmelová vůně bez cizích pachů, pecky nad 5 % počtu hlávek	Do 75 % počtu hlávek	Hnědo-žlutá	Nad 25 %	Do 50 %

5.6.1. Metody stanovení jakosti

Obsah α -hořkých kyselin, nejdůležitějšího parametru chmele výrazně ovlivňujícího tržní cenu chmele, lze stanovit různými metodami, jejichž výsledky se částečně odlišují v závislosti na principu stanovení. V Evropě se rozšířilo zejména konduktometrické stanovení α -hořkých kyselin, kdy se výsledek uvádí jako

konduktometrická hodnota (KH) v procentech (Analytické postupy EBC, MEBAK a v ČR). V současné době se kromě konduktometrického stanovení stále více uplatňuje univerzálně použitelná metoda chromatografického stanovení technikou vysokoúčinné kapalinové chromatografie (HPLC), která poskytuje reálné informace o skutečném obsahu hořkých kyselin v analyzovaném chmelu či chmelovém výrobku (Prugar et al., 2008). Nejdůležitější používané metody uvedené v textu jsou dále rozvedeny a charakterizovány.

a) Stanovení dusičnanů metodou iontové kapalinové chromatografie

Stanoví se množství dusičnanových iontů, které přejdou v průběhu varu chmele s destilovanou vodou, v časovém rozmezí 30 minut, do roztoku. Z tohoto roztoku po naředění se stanoví koncentrace dusičnanových iontů pomocí iontové kapalinové chromatografie s přímou detekcí při vlnové délce 210 nm (ČSN 46 2520-11, 1997).

b) Stanovení konduktometrické hodnoty chmele metodou EBC

Hlávkový chmel, granulovaný chmel umletý na prášek nebo mletý chmel se extrahuje toluenem v homogenizační nádobě. Ve výsledných roztocích hořkých látek se stanoví konduktometrická hodnota, konduktometrickou titrací methanolickým roztokem octanu olovnatého. Výsledek, označovaný jako konduktometrická hodnota se vyjadřuje v % (m/m) (ČSN 46 2520-13, 1997).

c) Stanovení konduktometrické hodnoty chmele metodou MEBAK

Konduktometrická hodnota se stanovuje z extrahovaných hořkých látek titrací roztokem octanu olovnatého (ČSN 46 2520-14, 1997).

d) Stanovení konduktometrické hodnoty

Konduktometrickou titrací se zjišťuje obsah alfa hořkých kyselin a dalších látek reagujících s ionty Pb^{2+} . Výsledek se vyjadřuje v přepočtu na sušinu v hmotnostních procentech (m/m) (ČSN 46 2520-15, 1997).

e) Stanovení alfa a beta hořkých kyselin metodou HPLC

Alfa a beta hořké kyseliny se extrahují z chmele a chmelových produktů směsí dietylexer-methanol a zředěným roztokem kyseliny chlorovodíkové. Chmelové pryskyřice, vyextrahované do etherové fáze, se dělí na chromatografické

HPLC koloně s reverzní fází a jsou spektrofotometricky detekovány při vlnové délce 314 nm (ČSN 46 2520-17, 1997).

f) Stanovení hořkých látek ve chmelu metodou EBC

Hlávkový chmel a pelety se rozemelou. Hořké látky z chmelu se extrahují směsí diethylether-methanol, která se na posledních 10 minut extrakce okyselí přidavkem roztoku kyseliny chlorovodíkové. Hořké látky vyextrahované diethyletherem se po odstranění vosků následně frakcionují podle jejich různých rozpustností ve studeném metanolu a n-hexanu jako veškeré a měkké pryskyřice. Obsah tvrdých pryskyřic se získá jako rozdíl veškerých a měkkých pryskyřic. Změří se konduktometrická hodnota vyextrahovaných hořkých látek a beta frakce se pak vypočítá jako rozdíl měkkých pryskyřic a konduktometrické hodnoty (ČSN 46 2520-18, 1997).

5.7. Chmelové výrobky

Hlavní motivací postupného vývoje různých typů chmelových výrobků byly chemická nestabilita, relativně nízká účinnost využití nejdůležitějších chmelových složek při výrobě piva, vysoké nároky na skladovací podmínky a obtížná manipulovatelnost s hlávkovým chmelem.

Chmelové výrobky lze rozdělit podle způsobu výroby do tří základních skupin a to na: chmelové přípravky vyrobené mechanickou úpravou hlávkového chmele (granulovaný chmel (pelety) typ 100, typu 90, typu 45) (Kosař, Procházka et al., 2000), chmelové přípravky vyrobené extrakcí hlávkového chmele (ethanolový chmelový extrakt, extrakt chmele oxidem uhličitým, přípravky z chmelových silic), chmelové přípravky vyrobené chemickými úpravami (redukované hydrogenované iso- α -hořké kyseliny, izopelety, huluponové extrakty) (Basařová et al., 2010).

5.8. Balení a skladování chmele

Balení a skladování chmele a jeho podmínky mohou významně ovlivnit kvalitu této pivovarské suroviny. Usušený chmel se lisuje a balí pro bezprostřední spotřebu (krátké skladování) do žoků (70-60 kg), pro dlouhodobé skladování do příští sklizně se balí do balotů (130 až 150 kg), případně do kostek jutové tkaniny, někdy do beden a plechových krabic. Každý žok musí být po zapečetění označen místem původu chmele a na obalu musí být i označení podle zákona o povinném

známkování chmele. Kromě toho mohou být na obalech uvedeny značky podle požadavků odběratele. Jednotlivé obaly musí být doloženy ověřovací listinou.

Chmel se skladuje v chlazených místnostech co nejbližší teplotě 0 °C, v temnu, v balotech umístěných na dřevěných nebo kovových paletách, aby nepřišel do styku s kondenzovanou vodou vznikající vlivem chlazení. Kvalita chmele se zhoršuje působením vyšších teplot, přístupem vzduchu, vlhkosti a světla. Dochází k znehodnocení technologicky významných sloučenin chmele především oxidačními změnami. Snížení vlivu vzdušného kyslíku lze docílit balením za vakua nebo v atmosféře dusíku (Basařová et al., 2010).

6. Voda

6.1. Charakteristika

Voda je ve sladařském i pivovarském průmyslu důležitou surovinou, neboť přímo ovlivňuje kvalitu piva a má i jinak široké uplatnění a spotřebuje se jí celkově velké množství. Podle technologického postupu a vyspělosti technického zařízení se spotřebuje na výroby 1 tuny sladu 10 – 15 hl vody a na 1 hl vystaveného piva se spotřebuje 12 – 15 hl vody. Jako provozní voda je jednou z hlavních surovin pro výrobu piva a nazývá se varní voda.

Dříve byly pivovary a sladovny zásobovány téměř výhradně z vlastních zdrojů pivovarských studní. Se stoupající spotřebou a poklesem hladiny podzemních vod však vyvstala nutnost využívat i další zdroje vod, tj. pramenité vody, povrchové vody a vody z městských vodovodních řádů.

Spodní vody vznikají prosakováním srážkové vody svrchními vrstvami zemského povrchu a jejich kvalita závisí na složení povrchových vrstev. Většinou jsou prosty mikroorganismů a bývají nejkvalitnějšími zdroji pitné a varní vody. Jímají se převážně studnami, šachtovými, vrtnými a artézskými.

Pramenité vody jsou spodní vody, které se na povrchu mohou dostat do styku s povrchovými vodami. Musí se proto jímat takovým způsobem, aby nemohlo dojít k jejich znečištění.

Povrchové vody jsou přirozené vody srážek a roztátého sněhu, často smíšené s prohnitými vodami, které zůstávají na povrchu ve formě rybníků, jezer, potoků a řek. Jsou prakticky vždy biologicky závadné s pro přímé použití v pivovarech a sladovnách nejsou vhodné a musí se čistit a upravovat.

Městská voda má kvalitu pitné vody a je plně použitelná i jako varní voda, pokud není třeba upravovat její chemické složení při výrobě určitých druhů pív (Kosař, Procházka et al., 2000; Basařová et al., 1985; Kunze, 1999).

6.2. Pitná voda

Voda používaná v pivovarnickém průmyslu má vyhovovat ČSN 83 0611 Pitná voda, která byla v roce 1974 novelizována, a dodatečné změny jsou platné od roku 1978. V této normě je závazným ukazatelem mezní hodnota vlastnosti nebo koncentrace složky, která nesmí být překročena. Stanoveným ukazatelem je hodnota vlastnosti nebo koncentrace složky, kterou je nutno dodržet. Nejdůležitějším požadavkem je zdravotní nezávadnost. Původní ČSN 83 0611 byla v roce 1991 uvedena v soulad s mezinárodně platným doporučením Světové zdravotnické organizace. Některé odchylky od původní normy jsou uvedeny v ČSN 75 711 (Basařová et al., 1993).

Rozdělení vody používané v pivovaru:

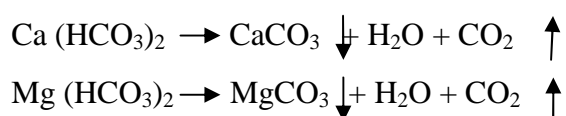
a) Voda, která přichází do styku s pivem. Tato voda se používá především k praní kvasnic, k mytí kvasných a ležáckých tanků, potrubí. Požadavky na její kvalitu jsou stejné jako na kvalitu pitné vody. Mikrobiologická kontrola je nutná, z technologického hlediska nesmí obsahovat mikroorganismy, které by mohly kontaminovat pivo. Chemické složení nemá rozhodující význam.

b) Voda, která nepřichází do styku s pivem a používá se např. k máčení ječmene, ke chlazení, k přípravě teplé vody. Na tuto vodu nejsou speciální požadavky. Nemusí vyhovovat ČSN platné pro pitnou vodu, nesmí však obsahovat ionty železa, manganu a musí být zdravotně nezávadná.

c) Voda, která se používá k výrobě mladiny. Tato tzv. varní voda má výrazný vliv na vlastnosti piva, především na jeho chuť a barvu, případně i na koloidní stav vyráběné mladiny. Z tohoto hlediska má proto chemické složení této vody prvořadý význam (Basařová et al., 1993).

6.3. Chemické složení

Všechny přirozené vody jsou více či méně zředěnými roztoky pevných látek a plynů, povrchové vody navíc obsahují suspendované látky. K nejdůležitějším rozpuštěným látkám patří vápenaté a hořečnaté soli, které vytvářejí tvrdost vody, což je důležitým kritériem při posuzování kvality vody pro pivovarské účely. Rozlišuje se tvrdost stálá čili nekarbonátová a tvrdost přechodná čili karbonátová. Tvrdost stálá je tvořena vápenatými a hořečnatými solemi kyselin sírové, chlorovodíkové, dusičné a jiných, které se varem nemění. Naproti tomu tvrdost přechodná je tvořena hydrogenuhličitany, které se varem úplně či částečně rozkládají:



Celková tvrdost je součtem tvrdosti stálé a přechodné. Dříve se vyjadřovala ve stupních německých (°n), nyní v mmol/l⁻¹ a podle toho se hodnoty vody dělí:

- Měkká voda - do 1,3 mmol/l⁻¹
- Středně tvrdá voda - 1,3 - 2,5 mmol/l⁻¹
- Tvrdá voda - 2,5 - 3,8 mmol/l⁻¹
- Velmi tvrdá voda nad - 3,8 mmol/l⁻¹

(Basařová et al., 2010)

Z pivovarského hlediska je důležité, že některé ionty svými reakcemi s fosforečnany sladu způsobují snížení pH, čili zvyšují kyselost rmutů, sladiny a mladiny. Takto působí především ionty vápníku a částečně i hořčíku pozitivně na činnost enzymů při rmutování. Na druhé straně hydrogenuhličitanové a uhličitanové ionty působí opačně, zvyšují pH, tudíž snižují kyselost a působí negativně na varní proces.

Pro výrobu světlých piv je vhodná měkká voda s menším podílem hořčíku a přechodné tvrdosti. Pro tmavá piva nevadí i tvrdší voda. Varní voda nemá zásadně obsahovat alkalické uhličitany, chlór a příliš železa, manganu a dusičnanů. Má splňovat normu pro pitnou vodu (Kosař, Procházka et al., 2000; Kunze, 1999).

6.4. Jakost vody

6.4.1. Procesy upravení složení varní vody

Podle stupně znečištění se povrchové, pramenité a spodní vody čistí v zásadě třemi druhy operací:

- Odstranění suspendovaných látek
- Odstranění nebo snížení nežádoucích rozpuštěných látek
- Odstranění mikrobiální kontaminace

(Basařová et al., 2010)

6.4.2. Postupy čištění vody

Používají se postupy mechanické, fyzikální, chemické a u odpadních vod i biologické. Prakticky se provádí nejčastěji čištění čířením s následnou filtrací, odželezování a odmanganování, denitrifikace, odstraňování oxidu uhličitého nebo odkyselení, dezinfekce či sterilace a eventuálně i měkčení či odsolování varní vody.

a) Číření se provádí mechanicky v usazovacích nádržích u větších a těžších částic a chemicky pomocí čířidel (síran hlinitý, chlorid železitý) u jemných a koloidních kalických částic.

b) Filtrace se provádí na pískových filtrech či rychlofiltrech a automatickou regenerací.

c) Odkyselování neboli odstraňování volného agresivního oxidu uhličitého se provádí buď provětráváním vody (rozprašovače), nebo filtrací vody přes mramor za vzniku hydrogenuhličitanu vápenatého (nevhodné pro varní vodu, nebo nakonec přidavkem vápenné vody opět za vzniku hydrogenuhličitanu vápenatého.

d) Odželezování a odmanganování se provádí chemicky oxidací s následným odfiltrováním rozpustných hydroxidů na pískovém filtru, nebo přímo filtrací přes speciální náplň Fermago.

e) Denitrifikace se provádí různými postupy, např. na iontoměničích, elektrochemicky aj. V posledních letech tato úprava složení vody nabývá na významu.

f) Dezinfekce či sterilace vody se provádí chemicky chlorací s následným odstraněním přebytečného chlóru v dechlorátorech, oligodynamii využívající katadynické účinky stříbra, ozonizací či ozařováním vody UV-paprsky.

g) Měkčení vody čili odstraňování tvrdosti se provádí demineralizací na iontoměničích nebo rezervní osmózou (Basařová et al., 1985, Kunze, 1999).

6.4.3. Metody stanovení jakosti

1. Stanovení dusičnanů

Dusičnanový ion má v koncentracích přesahujících 25 mg.l⁻¹ zcela zřetelný nepříznivý vliv na chuť piva. Jejich obsah v pitné vodě ukazuje na starší znečištění.

Princip stanovení je založen na reakci NO_3^- se salicylanem sodným v prostředí koncentrované kyseliny trichloroctové nebo sírové. Po lokalizaci vzniká žlutě zbarvená sůl kyseliny nitrosalicylové, vhodné k fotometrii. V přítomnosti kyseliny trichloroctové se neprojeví rušivý vliv organických látek (Basařová et al., 1993; Hlaváček, Lhotský, 1972; Pekárková, Lische, 1974).

Semikvantitativní stanovení dusičnanů:

- Stanovení dusičnanů s iontově selektivní elektrodou (ISE)
- Stanovení dusičnanů metodou průtokové injekční analýzy (FIA)
- Stanovení dusičnanů ve vodě metodou kapilární izotachofórézy
- Stanovení dusičnanů metodou iontové chromatografie (IC) pomocí HPLC

2. Měření pH

Hodnota pH výrazně ovlivňuje nejen chemické a biochemické procesy ve vodách, nýbrž i stabilitu a aktivitu enzymů, zejména při rmutování. Současně je také ukazatelem agresivity vody. Rozmezí pH je obvykle závislé na rovnováze mezi volným CO_2 a vázaným CO_2 (uhličitanová rovnováha). Podle ČSN 83 0611 by se měla hodnota pH pitné vody pohybovat mezi hodnotami 6 až 8 (Basařová et al., 1993; Pekárková, Lische, 1974; Horáková, Lische, Pekárková, Grünwald, 1981).

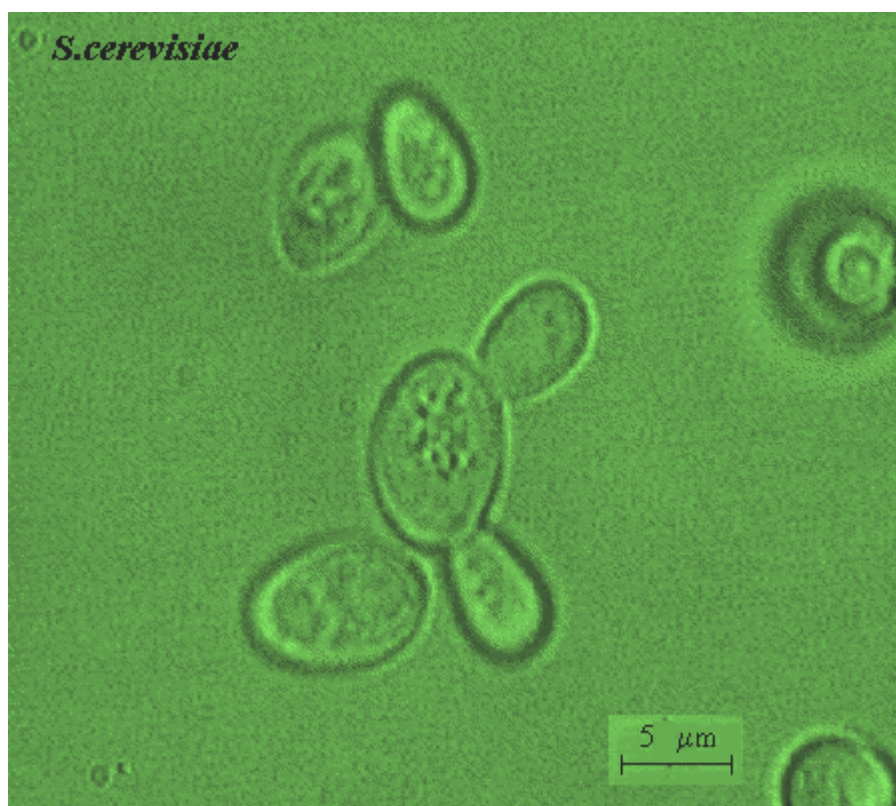
7. Pivovarské kvasinky

6.1. Charakteristika

Původně se vyrobená mladina zakvašovala zákvasem, získaným z předchozí várky, obdobně jako v pekárně, když zbyl kvásek z předešlé várky. Tyto kvasnice byly získány původně ze samovolného zakvašení, takzvaného spontánního kvašení, které se dosud používá pro výrobu některých, zejména belgických piv, např. Lambic nebo Gueuze. O procesu kvašení piva toho dřívější sládkové moc nevěděli, teprve práce a objevy francouzského mikrobiologa Louise (1822-1895) objasnily tento proces.

Zajímavým faktem je, že nezastupitelná role kvasnic při výrobě piva byla objevena mnohem později, a to v druhé polovině 19. století, kdy německý vědec T. Schwann pozoroval kvasinky pod mikroskopem a nazval je „Zuckerpilz“ (cukerná

houba). Z tohoto názvu se byl odvozen dnešní název kvasinek *Saccharomyces* (saccharus – cukr, myces – houby) (Chládek, 2007).



Obrázek č. 3 Pivovarská kvasinka (VSCHT)

6.2. Morfologie

Obecně se pivovarské kvasinky zařazují mezi jednobuněčné houby (Fungi). Podle morfologických znaků patří do třídy hub vřeckatých (Ascomycetes) do čeledi Saccharomycetaceae (Endomycetaceae) a rodu *Saccharomyces*. V současné době jsou pod pojmem pivovarské kvasinky zahrnovány dva druhy, *Saccharomyces cerevisiae* (Kvasinky svrchního kvašení) a pod stejným názvem *Saccharomyces cerevisiae*, dříve *Saccharomyces carlsbergensis* Hansen (kvasinky spodního kvašení) (Chládek, 2007).

a) Kvasinky svrchního kvašení (*Saccharomyces cerevisiae*, var. *cerevisiae*) se používají pro výrobu pšeničných piv. Po ukončení kvašení jsou vynášeny na hladinu vznikajícím oxidem uhličitým, kde tvoří tzv. „deku“, a mají vyšší tepelnou odolnost. Tyto kvasinky jsou používány pro výrobu svrchně kvašených piv, teplota kvašení je v rozsahu 20–24 °C.

b) Kvasinky spodního kvašení (*Saccharomyces cerevisiae*) se používají pro piva plzeňského typu, po ukončení kvasného procesu usedají na dno kvasných nádob, teplota kvašení je v rozsahu 8–14 °C (Chládek, 2007).

6.3. Chemické složení

V chemickém složení kvasinek převažuje jako v každém organismu s vlastním metabolismem voda, její obsah se pohybuje v širokém rozmezí, od 65 do 85%. Asi tři čtvrtiny z toho tvoří voda intracelulární, vázaná uvnitř buněk, a zhruba čtvrtinu voda hydratační a volná, vázaná povrchovými silami. Složení sušiny kvasničné buňky je proměnlivé v závislosti na fyziologickém stavu a stáří kultury a mění se změnami složení substrátu (Basařová et al., 2010).

V sušině pivovarských kvasinek jsou přítomné sacharidy, a to monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy, deriváty i substituované sacharidy. Velký podíl polysacharidů, především mannanu a glukanu obsahuje buněčná stěna. Ostatní sacharidy jsou přítomné v cytoplasmě, kde převládají dva důležité polysacharidy, glykogen a mannan. Obsah glykogenu závisí na řadě faktorů. A to na genetickém základu kvasinek, jejich fyziologickém stavu i podmínkách při fermentaci. Svrchní pivovarské kvasinky obsahují zpravidla více glykogenu než spodní kvasinky. Kromě membránových útvarů se v cytoplasmě kvasinek nacházejí také barvitelné inkluze bílkovin, lipidů a jiných zásobních látek.

Kvasinky obsahují téměř všechny formy dusíkatých látek. Přítomné aminokyseliny jsou k dispozici pro proteosyntézu a metabolismus dalších látek. Hlavní část dusíkatých látek sušiny kvasinek tvoří jednoduché a složené bílkoviny s různými prostatickými skupinami a většinou jsou v buňce přítomny jako apoenzymy. V kvasinkové buňce jsou přítomny enzymy všech šesti hlavních tříd podle mezinárodní klasifikace IUPAC-IUBMB nebo se při projevu životních funkcí indukují.

Lipidy jsou důležitou složkou mitochondrií i buněčných membrán. Některé z nich přímo regulují propustnost buněčné stěny a tím ovlivňují transport substrátu do buňky. Skládají se z fosfolipidů, neutrálních lipidů a mastných kyselin (Basařová et al., 2010).

6.4. Jakost kvasinek

Stav kvasnic nasazovaných v provozním kvašení má zásadní vliv na výslednou kvalitu produktu, proto je jeho kontrola nedílnou součástí každodenní pivovarské praxe. Provozní kvasnice se nejčastěji hodnotí stanovením lability a vitality. Viabilita je chápána jako podíl živých buněk a vitalita vyjadřuje fyziologický stav dané buněčné populace (Heggart et al., 2000).

Pro hodnocení viability se v pivovarech běžně používá barvení methylenovou modří. Další rozšířenou metodou je barvení methylenovou modří rozpuštěnou na koncentraci 0,01 % v dvouprocentním citrátovém ústojném roztoku (Heggart et al., 2000; Smart et al., 1999; Zandycke et al. 2003; Pierce, 1970).

Barvení methylenovou modří je vytýkána přesnost při nižších hodnotách viability a nesnadné vyhodnocování výsledků (Heggart et al., 2000; Smart et al., 1999; Zandycke et al., 2003). Jako alternativa se doporučují přesnější fluorescenční barvicí metody, ať již ve spojení s fluorescenčním mikroskopem, nebo průtokovým citometrem. Vhodná barviva mohou být například propidium jodid (PI), fluorescein diacetát (FDA), nebo 1-anilin-8-naftalen sulfonát hořečnatý (Mg-ANS), který je doporučován i analytickou komisí EBC (Carl, 2001).

Základním požadavkem pro jakoukoli analytickou metodu používanou v pivovarské praxi je nenáročnost provedení a rychlá dostupnost výsledků, proto nejsou pro stanovení viability v praxi příliš rozšířeny kultivační metody (Heggart et al., 2000).

Pro posouzení vitality kvasinek bylo navrženo mnoho různých metod, jejichž základní dělení je na testy sledující metabolickou aktivitu (test acidifikační schopnosti, vitální titrace, měření intracelulárního pH) a testy sledujících obsah některých vnitrobuněčných komponentů (glykogenu, trehalosy, sterolů a nenasycených mastných kyselin). Výsledek těchto testů má předpovídat výkon kvasnic při kvašení (Heggart et al., 2000).

Pro stanovení vitality kvasnic lze použít jak acidifikační, tak deflokulační test, který měl sice nižší reprodukovatelnost, ale také nižší pracnost. Acidifikační test mohl rozeznat působení inhibitorů i stimulátorů kvašení. Příčinou je pravděpodobně nepostihnutí vlivů individuálního složení jednotlivých várek mladiny včetně jejich provzdušnění (Košíň, Šavel, Kolouchová, Brož, 2007).

7. Pomocné suroviny

7.1. Enzymové přípravky

Pro úspěšné zpracování vyšších podílů škrobnatých náhražek sladu, ke zlepšení podmínek filtrace a zvýšení fyzikálně – chemické stability piva, ale i pro výrobu speciálních druhů piv (piva se sníženým obsahem sacharidů) se používají průmyslově vyráběné enzymové přípravky obsahující vedle plnidel a stabilizátorů aktivní enzymy, jednotlivé, či jejich kombinace, které mají pozitivní vliv na určitý technologický postup (Tabulka č. 5). Přehled názvosloví enzymů a základní informaci o enzymových reakcích (Basařová et al., 2010).

Tabulka č. 5 Příklady deklarovaných enzymových aktivit a jejich kombinací v průmyslově vyráběných přípravcích a účel dávkování α -amylasa EC, β -glukanasa, amyloglukosidasa EC, proteasy EC (Basařová et al., 2010)

Enzym (*)	Účel dávkování
α-amylasa	ztekucení surogátů, zpracování špatně rozluštěných sladů
α-amylasa (β-glukanasa, proteasy)	zpracování škrobnatých náhražek sladu, malé dávky při zpracování špatně rozluštěných sladů
amyloglukosidasa	Zvýšení prokvašení, výroba piva pro diabetiky
β-glukanasa, α-amylasa	zpracování surogátů, zlepšení scezování, varního výtěžku a filtrace piva
β-glukanasa (α-amylasa, proteasy)	zpracování náhražek sladu, zlepšení scezování
β-glukanasa-glukanasa (α-amylasa)	Zpracování nesladovaných obilnin, zlepšení scezování

(*) v závorkách vedle hlavní aktivní složky jsou uvedeny varianty doprovodných enzymů.

Účinnost průmyslově vyráběných enzymových přípravků závisí kromě podmínek aplikace (teploty, pH apod. Tabulka č. 6) na produkčním mikroorganismu použitém pro jejich výrobu. Například β -glukanasa plísňového původu snižuje viskozitu mladiny a následně i piva a zlepšuje separaci mláta. Tento enzym je v přípravcích často doprovázen aktivní endoxylanasou a arabinosidasou, které přispívají k degradaci arabinoxylanů. V porovnání s bakteriální β -glukanasou má plísňová β -glukanasa větší schopnost degradace β -glukanů a snížení viskozity, což se připisuje uvedeným doprovodným sekundárním enzymům.

Tabulka č. 6 Optimální teploty a pH enzymů používaných při rmutování (Basařová et al., 2010)

Enzymová aktivita	Rozsah optimálních hodnot pH	Rozsah optimálních hodnot teplot (°C)
α-amylasa	5,0-7,5	60-80
β-glukanasa	5,0-7,5	50-55
neutrální proteasa	5,0-8,5	50-57

7.2. Barvicí prostředky

Barvicí prostředky se používají k dobarvování tmavých piv, ale i světlých piv připravených s vyšší surogací sacharosou (Basařová et al., 2010).

7.2.1. Pivní kulér

Pivní kulér se vyrábí zahříváním sacharidů (sacharosy, glukosy, invertního cukru, dextroneru) na karamelizační teplotu, obvykle za přídavku alkálií: sody, hydroxidu sodného (nátronný kulér) nebo amoniaku, uhličitanu amonného či karbamidu (kulér dusíkatý). Z dextroneru (je to matečný louh po výrobě glukosy ze škrobu nebo škrobový cukr) se kulér vyrábí např. za přídavku amoniaku při teplotě 170 až 180 °C. Při vyšších teplotách se snižuje tvorba barvicích látek a vznikají produkty nepříznivých chuťových vlastností, naopak při nižších teplotách se nedosahuje vyšší tvorby barevných produktů a v kuléru zůstává vysoký obsah zkvasitelných sacharidů. Kulér je sirup hnědé až černohnědé barvy, má obvykle 80 % extraktu, vysokou barvicí účinnost, nesmí způsobovat zakalení piva ani mu

udělovat cizí příchut' a musí být biologicky nezávadný. Obsahuje zkvasitelné cukry, proto se má dávkovat do mladiny, a ne do piva (Basařová et al., 2010).

7.2.2. Sladové barvivo

Sladové barvivo se vyrábí z praženého sladu, který se konvenčně rmutuje. Filtrát rmutu se koncentruje (Basařová et al., 2010).

7.3. Přípravky ovlivňující pěnivost piva

Některé pivovary používají v případě zhoršené pěnivosti piv přípravky zvyšující stabilitu pěny. Dále jsou k dispozici přípravky, které naopak snižují pěnivost meziproductů, např. mladiny ve vířivé kádi a na počátku kvašení. Použití těchto přípravků je v některých zemích limitováno legislativními předpisy (Basařová et al., 2010).

7.3.1. Přípravky zvyšující pěnivost piva

Přípravky pro zvýšení pěnivosti jsou většinou na bázi alginátů, např. propylenglykolalginátu, který je esterem alginové kyseliny. Jeho vlastnosti závisejí na podmínkách výrobního procesu, kdy je možné esterifikovat až 90 % karboxylových skupin (Basařová et al., 2010).

7.3.2. Přípravky omezující pění meziproductů výroby piva

Přípravky omezující pění jsou většinou silikonové preparáty. Byly publikovány výsledky zkoušek s CO₂-extraktem lipidů ze sladového mláta. Tento extrakt má kromě protipěníčích vlastností i inhibiční vliv na syntézu esterů octové kyseliny (acetátů), které dávají pivu ve vyšších koncentracích ovocnou vůni a příchut'. Byly vyvinuty protipěníčí prostředky na bázi lipidové frakce chmele, tj. přirozeného materiálu, který může nahradit používané silikonové prostředky (Basařová et al., 2010).

8. Závěr

Bakalářská práce je zaměřena na charakteristiku jednotlivých ukazatelů a metod při výrobě piva s cílem poukázat na jednotlivé postupy stanovení jakosti surovin před vstupem do výroby.

Na kvalitu u jednotlivých surovin jsou kladené přísné nároky. U surovin musí být vždy dodrženy určité postupy pro stanovení kvality. Hodnotí se jak senzorické vlastnosti, tak i chemické a mechanické vlastnosti dané suroviny, podle kterých se pak dále postupuje k učení jakosti (například se vybere správná hodnota stanovení).

Metody pro stanovení jakostních ukazatelů mají již dlouholetou tradici, dalšími přibývajícými roky se možnosti a přístroje pro zjištění jakosti jen zkvalitňují a tím se kvalitativní parametry dají lépe zjišťovat a hodnotit.

U chmele se nejvíce rozšířila metoda konduktometrického stanovení podle analytických postupů Evropské pivovarské konvence (EBC) a Středoevropské pivovarsko-technické analytické komise (MEBAK). Postupem času se, ale více začíná uplatňovat metoda vysokofrekvenční kapalinové chromatografie. Poskytuje přesnější informace o skutečném obsahu hořkých kyselin v chmelu.

U sladu jsou nejvíce rozšířené metody EBC a MEBAK. Jsou to metody, které určují kvalitu velmi podrobně, ale dochází i k situacím, kdy se v jednom pivovaru slady se stejnými vlastnostmi chovají odlišně. A proto jsou vytvářeny lepší metody, jako například v dnešní době nejvíce využívá metoda blízké infračervené spektroskopie (NIRS). Tato metoda je oproti ostatním levnější a poskytuje rychlejší informace, také přinesla rozhodující pokrok ve stanovení jednotlivých kvalitativních znaků.

U kvasinek je důležité používat metody, které jsou nenáročné a poskytují rychlé informace o výsledcích. U viability se pro přesnější stanovení doporučuje alternativní metoda fluorescenčního barvení. Pro posouzení vitality se doporučují použít acidifikační nebo deflokulační test.

Využití zmíněných metod a dodržení jakostních požadavků je velmi důležité proto, aby výsledný produkt - pivo byl kvalitní a mohl být dodáván na trh.

9. Seznam použitých zdrojů

BAMFORTH, Charles W., et al. Process European Brewing Convention Congress: Maastricht, 1997. 75 s.

BAMRORTH, Charles W. Brewing New Technologies, CRC Press, Boca Raton, 2004. ISBN-13: 978-0-8493-9159-0.

BASAŘOVÁ, G. et al. Pivovarsko-sladařská analytika /3/. 3. vyd. Praha: Merkanta s.r.o., 1993, 647-966 s.

BASAŘOVÁ, Gabriela, et al. Pivovarství. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2010. 863 s. ISBN 978-80-7080-734-7.

BASAŘOVÁ, Gabriela, et al. Sladařství a pivovarství: pro posl. fak. potravinářské a biochemické technologie. 2. Praha: SNTL, 1985. 256 s.

BASAŘOVÁ, Gabriela. Pivovarsko-sladařská Analytika /1/. 1. vyd. Praha: Merkanta s.r.o., 1992. 311 s.

BROŽ, Adam, KOŠÍN, Petr, ŠAVEL, Jan, PROKEŠ, Josef. Jak zacházet s NIR spektroskopií v pivovarské laboratoři. Kvasný průmysl. 2008, roč. 54, č. 4, 108-114 s. ISSN 0023-5830.

CARL, Hans. Analytica-Microbiologica-EBC, section 3.2, Fachverlag, 2001.

ČERNÝ, Ladislav, et al. Jarní sladovnický ječmen: Pěstitelský rádce. Praha: Kurent, s.r.o., České Budějovice, 2007. ISBN 978-80-87111-04-8.

Český Svaz Pivovarů a Sladoven [online]. Praha, 2010 [cit. 2012-03-29]. Sladoven Pivovarství a sladařství v českých zemích. Dostupné z: <http://www.cspas.cz/pivo.asp?lang=1>.

HEGGART, H., et al. Measurement of brewing yeast viability and vitality: A review of methods. 37, 2000, 409-430 s.

HLAVÁČEK, F., LHOTSKÝ, A. Pivovarnictví. 2. vyd. Praha: SNTL, 1972.

HORÁKOVÁ, M., LISCHÉ, P., PEKÁRKOVÁ, K., GRÜN WALD, A. Metody chemické analýzy vod. (Skriptum VŠCHT–FTPV). Praha: SNTL, 1981.

CHLÁDEK, Ladislav. Pivovarnictví. 1. vyd. Praha: Grada publishing, 2007. ISBN 978-80-247-1616-9.

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

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

KOŠÍN, Petr, ŠAVEL, Jan, KOLOUCHOVÁ Irena, BROŽ, Adam. Viabilita a vitalita kvasnic v provozním kvašení. Kvasný průmysl. 2007, roč. 53, č. 2, 30-34 s. ISSN 0023-5830.

KUNZE, Wolfgang. Technology brewing and malting. 2. Berlin: VLB, 1999. 726 s. ISBN 3921690390.

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

MIKULÍKOVÁ, Renata, SVOBODA, Zdeněk, BENEŠOVÁ, Karolína, BĚLÁKOVÁ, Sylvie. Využití moderních analytických metod SPDE a TDAS při stanovení sirných těkavých látek. Kvasný průmysl. 2011, roč. 57, 7-8, 231-235 s. ISSN 0023-5830.

MOŠTEK, Josef. Sladařství. 1. Praha: SNTL, 1975. 478 s.

NARZISS, L. Die Technologie er Malzbereitung. 6. Stuttgart: F. Enke Verlag, 1976. 382 s.

Newplanetbeer. [online]. 2011 [cit. 2012-04-10]. New planet beer. Dostupné z: <http://newplanetbeer.com/wp-content/uploads/2011/07/hops1.jpg>

Odbor rostlinných komodit Mze. Situační a výhledová zpráva: Chmel, pivo. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2011. ISBN 978-80-7084-983-5.

PEKÁRKOVÁ, K., LISCHÉ, O. Metody chemické analýzy vod. (Skriptum VŠCHT–FTPV). Praha: SNTL, 1974.

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

PELIKÁN, M., Suková, M. Hodnocení a využití rostlinných produktů: (Návody do cvičení). 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita. Zemědělská fakulta, 1998. 173 s. ISBN 80-7040-279-2.

PIERCE, J. Institute of Brewing analysis committee: Measurement of yeast viability, J. Inst. Brew. 76, 1970, 442-443 s.

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

PROKEŠ Josef, et al. Jakostní požadavky na surovinu z pohledu sladařského, s. 61-67. In: Aktuální otázky pěstování, šlechtění, hodnocení jakosti a obchodu se sladovnickým ječmenem. Sborník referátů ze semináře v Brně, Brno: MZLU, 1997, 84 s.

PROKEŠ, Josef. [online]. 2006 [cit. 2012-03-26]. Pivovarská škola: Školící a informační středisko Dostupné z: <http://www.pivovarskaskola.cz/slad.htm>.

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

PSOTA, Vratislav, KOSAŘ, Karel. Ukazatel sladovnické jakosti. Kvasný průmysl. 2002, roč. 48, č. 6, 142-148 s. ISSN 0023-5830.

Svaz pěstitelů chmele České republiky [online]. 2007 [cit. 2012-03-26]. Žatecký chmel. Dostupné z: http://www.zateckychmel.eu/index_cz.html.

Svaz pěstitelů sladovnického ječmene Čech, Moravy a Slezska. Ječmenářská ročenka 2009. 49. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský a.s., 2009. 269 s. ISBN 978-80-86576-34-3.

ŠROLLER, Josef, et al. Speciální fyto technika: Rostlinná výroba. 1. vyd. Praha: EKOPRESS, s.r.o., 1997. ISBN 80-86119-04-1.

Ústav výživy zvířat a pícninářství [online]. Mendelu: Brno, 2007 [cit. 2012-04-10]. Katalog krmiv: Zlomkový ječmen. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_222_multitext/krmiva/page.php?id=50&lang=cze.

Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. [online]. Brno, 2012 [cit. 2012-03-29]. Seznamy doporučených odrůd (SDO) / Přehledy odrůd (PO). Dostupné z: [http://www.ukzuz.cz/Articles/9192-2-Seznamy+doporucenych+odrud+\(SDO\)++Prehledy+odrud+\(PO\).aspx](http://www.ukzuz.cz/Articles/9192-2-Seznamy+doporucenych+odrud+(SDO)++Prehledy+odrud+(PO).aspx).

VSCHT [online]. [cit. 2012-04-14]. Kvasinky. Dostupné z: http://eso.vscht.cz/cache_data/1154/www.vscht.cz/kch/galerie/kvasinky.htm.

ZANDYCKE, S. M., et al. Determination of years viability using fluorophores. J. Am. Soc. Brew. Chem. 61, 2003, 15-22 s.

ZIMOLKA, Josef, et al. Ječmen: Formy a užitkové směry v České republice. 1. Praha: Profi Press, 2006, 200 s. ISBN Z80-86726-18-5.

Normy ČSN

ČSN 46 1011. Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin: Část 13: Zkoušení obilovin - Stanovení klíčivosti sladovnického ječmene. Praha: Český normalizační institut, 2005.

ČSN 46 1011. Zkoušení obilovin, luštěnin a olejnin: Část 14: Zkoušení obilovin - Stanovení energie klíčení sladovnického ječmene. Praha: Český normalizační institut, 2005.

ČSN 46 2510. Chmel. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1985 Změna - Z1 1992.

ČSN 46 2520-11. Zkoušení chmele: Část 11: Stanovení dusičnanů metodou iontové kapalinové chromatografie. Praha: Český normalizační institut, 1997.

ČSN 46 2520-13. Zkoušení chmele: Část 13: Stanovení konduktometrické hodnoty chmele metodou EBC. Praha: Český normalizační institut, 1997.

ČSN 46 2520-14. Zkoušení chmele: Část 14: Stanovení konduktometrické hodnoty chmele metodou MEBAK. Praha: Český normalizační institut, 1997.

ČSN 46 2520-15. Zkoušení chmele: Část 15: Stanovení konduktometrické hodnoty chmele. Praha: Český normalizační institut, 1997.

ČSN 46 2520-17. Zkoušení chmele: Část 17: Stanovení alfa a beta hořkých kyselin metodou vysokofrekvenční kapalinové chromatografie (HPLC). Praha: Český normalizační institut, 1997.

ČSN 46 2520-18. Zkoušení chmele: Část 18: Stanovení hořkých látek ve chmelu metodou EBC. Praha: Český normalizační institut, 1997.

ČSN 56 0187-1. Metody zkoušení sladu a sladových výtažků: Část 1: Základní metody zkoušení sladu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

10. Použité zkratky

ČSN – Česká státní norma

EBC – European Brewery Convention – Evropská pivovarská konvence

FDA - fluorescein diacetát

FIA - průtoková injekční analýza-je analytická metoda s plynulým tokem všech roztoků, založená na vstřikování vzorku do proudu reagentů

HPLC - vysokofrekvenční kapalinová chromatografie

IC - iontová chromatografie

ISE - iontová selektivní elektroda

IUPAC-IUBMB - mezinárodní klasifikace

j. WK - jednotky Windische-Kolbacha

KH - konduktometrická hodnota

MAS - Markery asistovaná selekce pomocí molekulárních markerů

MEBAK – Mitteleuropäische Brautechnische Analysenkommission-Středoevropská pivovarsko-technická analytická komise pro úpravu a vývoj metod ve sladařském a pivovarském výzkumu

Mg-ANS - 1-anilin-8-naftalen sulfonát hořečnatý

NIRS – Blízká infračervená spektroskopie

PDO (Protected Designation of Origin)-Chráněné označení původu

PI - propidium jodid (PI),

QTL Quantitative Trait Locus

RE – relativní extrakt

SFA - (Segmented Flow Analysis)-segmentová průtoková analýza (Segmented Flow Analysis)

USJ – ukazatel sladovnické jakosti

11. Seznam příloh

Příloha č. 1 Jakost ječmene v letech 2006-2008 ČR (Ječmenářská ročenka, 2009)

	2006	2007		2008	
n	119	200		220	
Objemová hmotnost (kg)	67,3	68,6		68,8	
HTZ (g)	38,9	40,8		40,7	
EK 4 ml, 72 h (%)	91	96		97	
RK (%)	77,2	75,5		76,4	
EK 8 ml, 72 h (%)	86	58		57	
Klíčivost 72 h (%)	97,8	96,2		97,9	
Vláha (%)	12,7	12,1		12,3	
Škrob (%)	62,1	60,8		64,7	
Bílkoviny	11,2	12,3		11,2	
N	58	67	89	140	27
		Do 12,0 %	Nad 12,1 %	Do 12,0 %	Nad 12,1 %
Výtěžnost sladu (%)	92,7	92,1	91,3	91,9	91,0

n- počet vzorků ječmene/ počet vzorků sladu

HTZ – hmotnost tisíce zrn (g)

EK – energie klíčivosti (%)

RK – rychlost klíčené (%)

NL – obsah dusíkatých látek (%)

Příloha č. 2 Odrůdy sladovnického ječmene doporučené, předběžně doporučené v ČR 2012 (ÚKZÚZ, 2012)

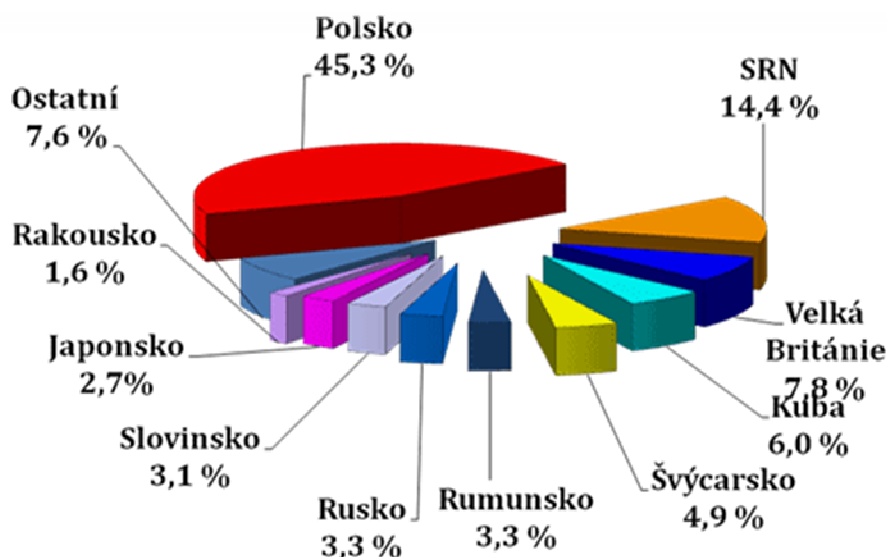
	Název odrůdy	Sídlo udržovatele (zástupce)
Doporučené odrůdy	Advent	ČR
	Aksamit	ČR
	Aktiv	ČR
	Azit	ČR
	Blaník	NL (ČR)
	Bojos	ČR
	Grace	NL (ČR)
	Kangoo	NL (ČR)
	Radegast	ČR
	Sebastian	DK (ČR)
	Sladar	SL (ČR)
	Tocada	D (ČR)
	Xanadu	D (ČR)
Předběžně doporučené odrůdy	Delphi	DK (ČR)
	Despina	D (ČR)

Příloha č. 3 Průměrné ceny ječmene zemědělských výrobců (Ječmenářská ročenka, 2009)

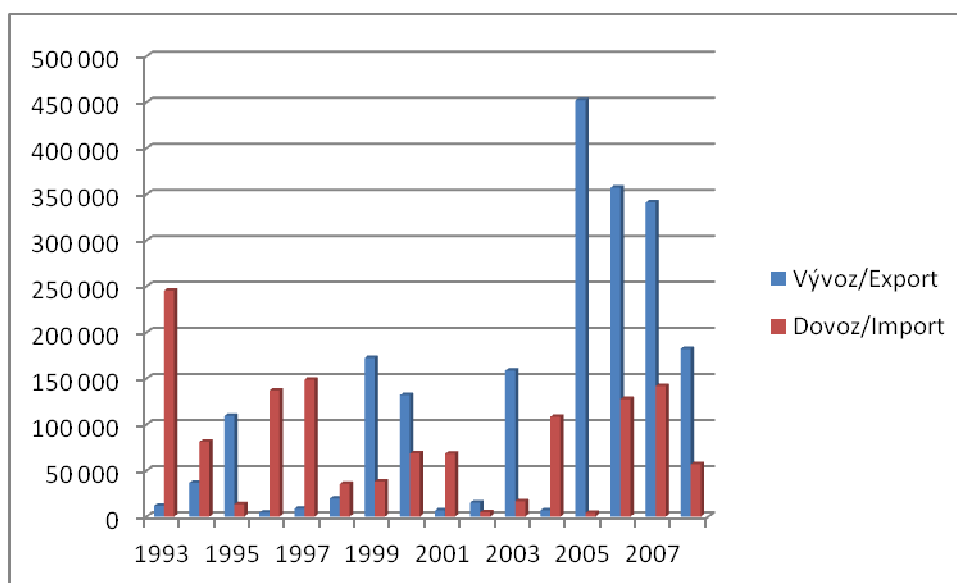
Rok Year	Měsíc Month	Cena v Kč/t ječmene Pince in CZ/t barley			Kurz Rate		
		Sladovnický ječmen Malting barley	Potravinářský ječmen Food barley	Kromný ječmen Feed barley	CZK/CHF	CZK/EUR	CZK/USD
2008	I	6369	5925	5039	16,08	26,05	17,10
	II	6549	5867	5076	15,78	25,38	17,21
	III	6464		5125	16,05	25,22	16,25
	IV	6555	5751	5435	15,70	25,07	15,92
	V	6571	5990	5513	15,45	25,10	16,12
	VI	6554		4990	15,07	24,31	15,63
	VII	6165		4311	14,53	23,53	14,92
	VIII	5904	4553	3439	14,98	24,29	16,23
	IX	5582	4440	3426	15,37	24,50	17,05
	X	5256	4600	3186	16,29	24,79	18,58
	XI	5200	4588	2951	16,61	25,18	19,77
	XII	4975		2841	16,94	26,11	19,48
2009	I	6369	5925	5039	18,19	27,17	20,54
	II				19,09	28,46	22,26

Zdroj: Český statistický úřad, Česká národní banka
 Source: Czech Statistical Office; Czech National Bank
 CHF-Švýcarský frank / Swiss franc
 CZK-Česká koruna / Czech koruna
 EUR-Euro/Euro
 USD- Americký dolar / United States dollar

Příloha č. 4 Export sladu do nejvýznamnějších teritorií v roce 2010 (procentní podíl) (CSPAS, 2011)



Příloha č. 5 Vývoz a dovoz ječmene (t) (Ječmenářská ročenka, 2009)



Příloha č. 6 Vývoz a dovoz sladu (Ječmenářská ročenka, 2009)

	Vývoz sladu (export of malt) (1000 t)				Dovoz sladu (import of malt) (1000 t)			
	Plzeňský slad	Pražený slad	Pšeničný slad	Celkem	Plzeňský slad	Pražený slad	Pšeničný slad	Celkem
	Pilsner (pale) malt	Roasted malt	Wheat malt	Total	Pilsner (pale) malt	Roasted malt	Wheat malt	Total
1993	138,89	0,31	0,30	139,50	0,11	0,02	0,08	0,21
1994	179,25	1,14	1,00	181,39	0,84	0,12	0,06	1,02
1995	197,44	1,29	5,97	204,70	7,63	0,02	0,09	7,73
1996	130,07	3,29	7,29	140,64	2,21	0,09	0,04	2,34
1997	134,19	5,76	0,63	140,58	0,67	0,01	0,02	0,70
1998	161,31	5,09	0,41	166,81	5,18	0,02	0,00	5,20
1999	164,23	3,58	0,62	168,43	1,06	0,04	0,00	1,10
2000	212,23	4,35	0,13	216,71	4,64	0,02	0,00	4,67
2001	141,21	3,43	0,05	144,68	2,95	0,02	0,02	2,99
2002	180,60	2,95	0,87	184,43	3,04	0,03	0,02	3,09
2003	218,07	1,94	0,02	220,03	11,46	0,04	0,00	11,50
2004	277,38	3,22	0,03	280,62	21,96	0,05	0,00	22,01
2005	214,94	3,60	0,02	218,56	20,42	1,69	0,09	22,20
2006	258,60	4,00	0,37	262,97	19,93	1,42	0,19	15,54
2007	227,51	5,80	10,49	243,79	24,79	3,01	0,34	28,14
2008	233,57	10,29	0,06	243,92	7,51	0,91	0,41	8,83

Zdroj/Source: Český statistický úřad / Czech Statistical Office