

Využití mladinových koncentrátů a extraktů sladu v procesu výroby piva

Tomáš Rüll

Bakalářská práce
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav analýzy a chemie potravin
akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš Rüll**
Osobní číslo: **T13240**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie a řízení v gastronomii**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Využití mladinových koncentrátů a extraktů sladu v procesu výroby piva.**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část:

1. Sladovnický ječmen, hodnocené parametry.
2. Technologie výroby sladu.
3. Technologie výroby piva.
4. Výroba sladiny, sladinových a mladinových koncentrátů, jejich technologicky významné parametry.
5. Chemické složení a vlastnosti sladinových a mladinových koncentrátů.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] BASAŘOVÁ, G., J. ŠAVEL, P. BASAŘ a T. LEJSEK. Pivovarství: Teorie a praxe výroby piva. 2010, Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha. ISBN: 978-80-7080-734-7.

[2] BRIGGS, Denis .E. Malts and Malting. 1998, New York: Springer Science & Business Media. ISSN: 0-412-29800-7.

[3] LEWIS, Michael J. a Tom W. Young. Brewing. 2012, New York: Springer Science & Business Media. ISSN: 978-0-306-47274-9.

[4] R. J. Vietor, A. G. J. Voragen a S. A. G. F. Angelino. COMPOSITION OF NON-STARCH POLYSACCHARIDES IN WORT AND SPENT GRAIN FROM BREWING TRIALS WITH MALT FROM A GOOD MALTING QUALITY BARLEY AND A FEED BARLEY. Journal of The Institute of Brewing, 2013, roč. 99, s. 244-248. ISSN: 2050-0416.

[5] ANONYM. Agribusiness handbook: Barley, malt, beer. Dostupné z:

http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/tci/docs/AH3_BarleyMaltBeer.pdf.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Eva Lorencová, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

20. ledna 2016

Termín odevzdání bakalářské práce:

6. května 2016

Ve Zlíně dne 20. ledna 2016



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



Ing. Jiří Mlček, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Rüll Tomáš

Obor: Technologie a řízení v gastronomii

P R O H L Á Š E N Í

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 19.5.2016



¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacího zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce pojednává o výrobě sladivých extraktů a mladinových koncentrátů. Zabývá se požadavky na suroviny, jejich kvalitu, technologické zpracování a technologie. Nejobsáhleji je zde popsána především technologie sladování a výroba sladiny a mladiny, která je v procesu výroby výtahků zásadní. Dále pojednává o výrobě samotných výtahků a to jak medové, či práškové konzistence.

Klíčová slova: slad, sladina, mladina, extrakt, koncentrát.

ABSTRACT

This thesis looks at the production of wort extracts and concentrates. It examines the requirements for raw materials, quality, processing and technology. Most extensively are researched malting technology and production of the wort also as wort itself, that is in the process of production of extracts essential. It also deals with the production of extracts themselves both honey or powdered consistency.

Keywords: malt, wort, extract, concentrate.

Rád bych tímto poděkoval vedoucí bakalářské práce Ing. Evě Lorencové, Ph.D. za její odbornou pomoc a rady při zpracování bakalářské práce. Především za její ochotu a čas, který mi věnovala. Dále bych rád poděkoval Ing. Pavlu Vavříkovi za přístup k odborným textům, mé kamarádce Ivetě Černoškové za pomoc při zpracování této práce a v neposlední řadě své rodině, která mi byla po celou dobu studia velkou oporou.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

OBSAH	8
ÚVOD	10
1 VYBRANÉ SUROVINY PRO VÝROBU PIVA A JEJICH VÝZNAM	11
2 SLADOVNICKÝ JEČMEN, HODNOCENÉ PARAMETRY	13
3 TECHNOLOGIE VÝROBY SLADU	15
3.1 PŘÍPRAVA JEČMENE KE SLADOVÁNÍ	15
3.1.1 ČIŠTĚNÍ, TRÍDĚNÍ A ODPRÁŠŇOVÁNÍ JEČMENE	16
3.2 SUŠENÍ JEČMENE	16
3.3 SKLADOVÁNÍ JEČMENE	17
3.4 DORMANCE – KLÍČIVÝ KLID, POSKLIZŇOVÉ DOZRÁVÁNÍ JEČMENE A PORŮSTÁNÍ	18
3.5 MÁČENÍ JEČMENE	19
3.5.1 TECHNOLOGIE MÁČENÍ	20
3.6 KLÍČENÍ JEČMENE	21
3.6.1 TVORBA ENZYMŮ	21
3.6.2 LÁTKOVÉ PŘEMĚNY V PRŮBĚHU KLÍČENÍ.....	22
3.6.3 TECHNOLOGIE KLÍČENÍ	22
3.7 HVOZDĚNÍ A PRAŽENÍ SLADU	23
3.8 DRUHY SLADŮ A JEJICH VLASTNOSTI	24
3.8.1 SVĚTLÝ SLAD PLZEŇSKÉHO TYPU	25
3.8.2 MNICHOVSKÝ SLAD	25
3.8.3 PŠENIČNÉ SLADY	26
3.8.4 SPECIÁLNÍ SLADY	27
3.9 HODNOCENÉ PARAMETRY SLADU	29
3.9.1 VLHKOST	29
3.9.2 BARVA.....	29
3.9.3 KYSELOST.....	30
3.9.4 ZCUKŘENÍ.....	30
3.9.5 EXTRAKT SLADU	31
3.9.6 DUSÍKATÉ LÁTKY	31
3.9.7 KŘEHKOST SLADU, FRIABILITA	32
3.9.8 HOMOGENITA SLADU	33
4 TECHNOLOGIE VÝROBY PIVA	34
4.1 MLETÍ SLADU – ŠROTOVÁNÍ	34
4.1.1 TEORIE ŠROTOVÁNÍ	34
4.2 VYSTÍRÁNÍ A ZAPAŘOVÁNÍ	35
4.3 RMUTOVÁNÍ	35
4.3.1 DŮLEŽITÉ TECHNOLOGICKÉ TEPLoty RMUTOVÁNÍ.....	37
4.4 SCEZOVÁNÍ SLADINY A VYSLAZOVÁNÍ MLÁTA	38
4.4.1 CHMELOVAR.....	39
5 VÝROBA SLADINY, SLADINOVÝCH A MLADINOVÝCH KONCENTRÁTŮ,	

JEJICH TECHNOLOGICKY VÝZNAMNÉ PARAMETRY	40
5.1 VÝHODY A NEVÝHODY VÝROBY PIVA Z KONCENTRÁTŮ	40
5.1.1 VÝHODY VÝROBY PIVA Z KONCENTRÁTŮ	40
5.1.2 NEVÝHODY VÝROBY PIVA Z KONCENTRÁTŮ	41
5.2 TECHNOLOGIE VÝROBY MLADINOVÝCH KONCENTRÁTŮ.....	41
5.3 PRODUKTY MEDOVÉ KONZISTENCE	42
5.4 PRODUKTY PRÁŠKOVÉ KONZISTENCE	44
5.5 CHEMICKÉ SLOŽENÍ A VLASTNOSTI SLADINOVÝCH A MLADINOVÝCH KONCENTRÁTŮ	45
ZÁVĚR.....	47
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	48
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	54
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	55
SEZNAM TABULEK	56

ÚVOD

Pivovarství jako jeden z nejstarších oborů sahá daleko do lidské historie. Výroba piva je známá již minimálně 7000 let před našim letopočtem. První zmínky pochází z Mezopotámie, považované za kolébku pivovarství. Pěstovaly se různé obiloviny, především ječmen, pšenice a proso, které byli využívány k výrobě chleba, ale zřejmě i k přípravě kvasných nápojů, které jsou považovány za předchůdce dnešního piva [1, 2].

Postupně byla technologie výroby piva dovedena od primitivních postupů využívaných v domácnostech, přes řemeslnou výrobu založenou na empirické přípravě až po dnešní průmyslovou technologii za využití výpočetní techniky a moderních softwarů [1, 2].

V současné době se již jedná o vyspělou technologii zpracování všech surovin na úrovni potravinářského průmyslu. Významný je také rozmach minipivovarů, které sice nemají výrazné zastoupení ve smyslu národního hospodářství, ale hrají důležitou roli na trhu a to především u spotřebitele, který má zájem o nefiltrovaná a nepasterovaná piva různých stylů. Díky nim můžeme dnes téměř v každém městě ochutnat nejrůznorodější styly piv s množstvím různých příchutí [1, 2].

Přestože je jich asi šestkrát více než velkých pivovarů, jejich podíl na výrobě piva v Česku je odhadován zhruba na jedno procento [3].

Marketing některých sladoven a pivovarů se dnes kromě výroby sladivových extraktů určených pro pekařství, cukrářství a textilní průmysl zaměřuje na tzv. „homebrewing“ – domácí „vaření“ piva. Tyto produkty následně umožňují za přidání různých kmenů pivovarských kvasinek zhotovení piva v naprosto základních podmínkách se základním kuchyňským vybavením a bez jakýchkoliv odborných znalostí z technologie výroby piva. Nutno podotknout že většina prodejen zaměřena na homebrewing nabízí tyto sladivové extrakty a především mladinové koncentráty především od zahraničních producentů [4].

1 VYBRANÉ SUROVINY PRO VÝROBU PIVA A JEJICH VÝZNAM

Pivo je slabě alkoholický pěnivý nápoj, který je vyráběn zkvašením mladiny. Mezi jednotlivé suroviny k výrobě piva patří voda, neupravený nebo upravený chmel případně chmelové produkty, slad a pivovarské kvasinky. Slad, je za specifických podmínek naklíčená a usušená obilovina. V některých zemích, především v období hospodářských krizí v době válek a po jejich ukončení, ale i v současnosti se pro snížení výrobních nákladů více či méně uplatňovaly a uplatňují cukernaté a škrobnaté náhražky sladu [1, 5].

Pivo se skládá z 92 až 93 % vody, 4 % alkoholu, 0,5 % oxidu uhličitého a 2,5 – 3,5 % tzv. zbytkového extraktu. EPM, neboli procento extraktu původní mladiny je nejzákladnější údaj o síle mladiny, která byla dříve vyjádřena stupňovitostí piva. Současná legislativa nařizuje označování kategorií jako výčepní piva (EPM 7,00 až 10,99 % hm.), ležáky (EPM 11,00 až 12,99 % hm.) a speciální (EPM 13,00 % hm. a více) který obsahuje jednak látky z výchozích surovin (sladu a chmele), jednak produkty metabolické činnosti kvasinek. Složení piva závisí na množství a kvalitě přidávaných surovin i na způsobu jejich zpracování [11, 6].

V průběhu výroby sladu jsou uplatňovány tradiční postupy (máčení, klíčení, hvozdnění a závěrečné úpravy sladu), které se osvědčily v dlouhodobé historii sladařství a zároveň jsou aplikovány moderní poznatky (technologie, hygiena, sanitace, řízení jakosti a ekonomika výroby sladu) výzkumu a vědeckého vývoje, které umožňují především zkrácení výrobních procesů, snížení nároků na spotřebu vody, energie a především výrobu specifických druhů sladů pro jednotlivé typy piva. Především za využití úprav technologie máčení a klíčení ječmene lze regulovat biosyntézu a aktivitu sladových enzymů. V neposlední řadě se také podařilo odstranit namáhavou rukodělnou práci řemeslné výroby a technologické postupy postupně přecházeli na mechanizaci a automatizaci až po řízení pomocí počítačových programů [13, 1].

Další nezbytnou surovinou pro výrobu piva je chmel. Zejména české odrůdy chmele vykazují vysokou kvalitu aromatických aspektů, které jsou využívány pro výrobu těch nejkvalitnějších piv. České odrůdy chmele se tak staly zárukou pivovarské kvality a svou kvalitou dokazují jak v českých, tak i v zahraničních pivovarech. Za standard světové pivovarské kvality je u nás i ve světě považován Žatecký poloraný červeňák. Všechny u nás nově vyšlechtěné odrůdy chmele mají ve svém původu Žatecký poloraný červeňák a díky tomu i tyto odrůdy vykazují výborné pivovarské vlastnosti. Žatecký chmel se vyznačují jemnou chmelovou vůní, nízkým obsahem myrcenu a vyváženým obsahem alfa- a beta-kyselin. Složení chmelových pryskyřic je specifické svým relativně nízkým obsahem alfa-hořkých kyselin v rozmezí 2,5 – 6,5 % [28, 7].

V současné době disponuje české chmelařství všemi typy chmelových odrůd, a to od jemně aromatických až po vysokoobsažné chmele. Z hybridních odrůd se v pivovarech nejvíce uplatňují odrůdy

Sládek, Premiant a Agnus. Svou kvalitu dokazují českým pivovarům odrůdy Harmonie a Rubín. Odrůda Kazbek se pro své speciální výrazné aroma připomínající citrusy a zejména pomelo dobře uplatňuje v minipivovarech a pro výrobu speciálních piv [28].

Konkurenční prostředí klade vysoké nároky na kvalitu a vyrovnanost piva. Úspěšnost značky není předem zaručena jen marketingovou politikou, ale především výbornými sensorickými vlastnostmi samotného piva. Vyrovnaná kvalita výrobku není možná bez věnování náležitě pozornosti vstupním surovinám včetně pivovarských kvasinek, které hrají významnou roli při tvorbě sensorických vlastností piva. Po zakvašení mladiny pivovarskými kvasinkami dochází k tvorbě etanolu, CO₂ a dalších sensoricky aktivních látek, jako jsou vyšší alkoholy, estery, aldehydy, ketony, volné mastné kyseliny, organické kyseliny a jiné látky. Bez čisté kvasničné kultury, která zaručuje stabilní požadované vlastnosti, nelze v současné době zaručit dokonalou a vyrovnanou kvalitu produktu [8].

Poslední surovinou pro výrobu piva je varní voda. Voda hraje v procesu výroby piva značnou roli především díky svému vysokému zastoupení, které se pohybuje nad 90 %. Zdrojem přírodních vod jsou vody spodní a povrchové. Jejich kvalita se liší a obecně se dá říci, že spodní vody jsou čistší. Zdrojem spodních vod jsou studny, vrty a prameny. Povrchové vody jsou naopak původem z přehrad, jezer, potoků a řek. Měrná spotřeba vody v pivovarech se pohybuje od 4 do 11 hl vody na hl piva. Průměrná spotřeba vody v pivovarnictví se pohybuje kolem 5 – 6 hl vody na hl piva. Spotřebovaná voda se dělí na vodu použitou ve varním procesu do 2/3 použité vody a na vodu využívanou k sanitačním technologiím s využitím 1/3 z celkového množství použité vody [1, 9].

2 SLADOVNICKÝ JEČMEN, HODNOCENÉ PARAMETRY

V Evropě i na území dnešní České republiky převládala až do konce 18. století výroba sladů ze zrn pšenice seté (*Triticum aestivum* L., lipnicovité, *Poaceae*). Pro speciální piva se používala i zrna ovsa setého (*Avena sativa*, L., lipnicovité, *Poaceae*). Od 18. století se připravoval slad hlavně z ječmene a snižovala se výroba pšeničných sladů a současně i výroba svrchně kvašených pív a rostla výroba spodně kvašených ležáků [1].

Ječmen setý (*Hordeum vulgare* L.), čeledi: lipnicovité (*Poaceae*) je stěžejní sladařskou surovinou [13].



Obr. 1: Ječmen dvouřadý [30]

Ječmen setý dvouřadý (*H. vulgare* invar. *distichon*), na Obr. 1, má plodný pouze střední klásek, takže se na větenu lichoklasu tvoří pouze dvě řady obilek. Postranní klásky jsou neplodné se zakrnlou pluchou a pluškou. Podle tvaru lichoklasu se ječmen setý dvouřadý dělí na variety. Ječmen dvouřadý nicí (*H. vulgare* convar. *vulgare* var. *nutans*), ječmen setý dvouřadý vzpřímený (*H. vulgare* invar. *vulgare* var. *erectum*) a ječmen setý dvouřadý paví (*H. vulgare* invar. *vulgare* var. *breve*) [13].

Ječmen obsahuje 80 – 90 % sušiny, kterou tvoří velké množství různých organických dusíkatých a bezdusíkatých látek a anorganické látky. Zastoupení jednotlivých složek je závislé na genetických vlastnostech odrůdy ječmene, pěstebních podmínkách, včetně složení půdního fondu, agrotechnice a klimatických podmínkách ročníku. Bližší složení je popsáno v tabulce 1 a 2 [13].

Tabulka 1: Obsah chemických složek ječmene (% v sušině) [13]

Chemická složka	Obsah % v sušině
Škrob	63,0
Bílkoviny	11,0
Lipidy	3,0
Celkové cukernaté látky	77,8
Minerální látky	2,9

Tabulka 2: Chemické a biochemické složení jednotlivých částí ječné obilky [13]

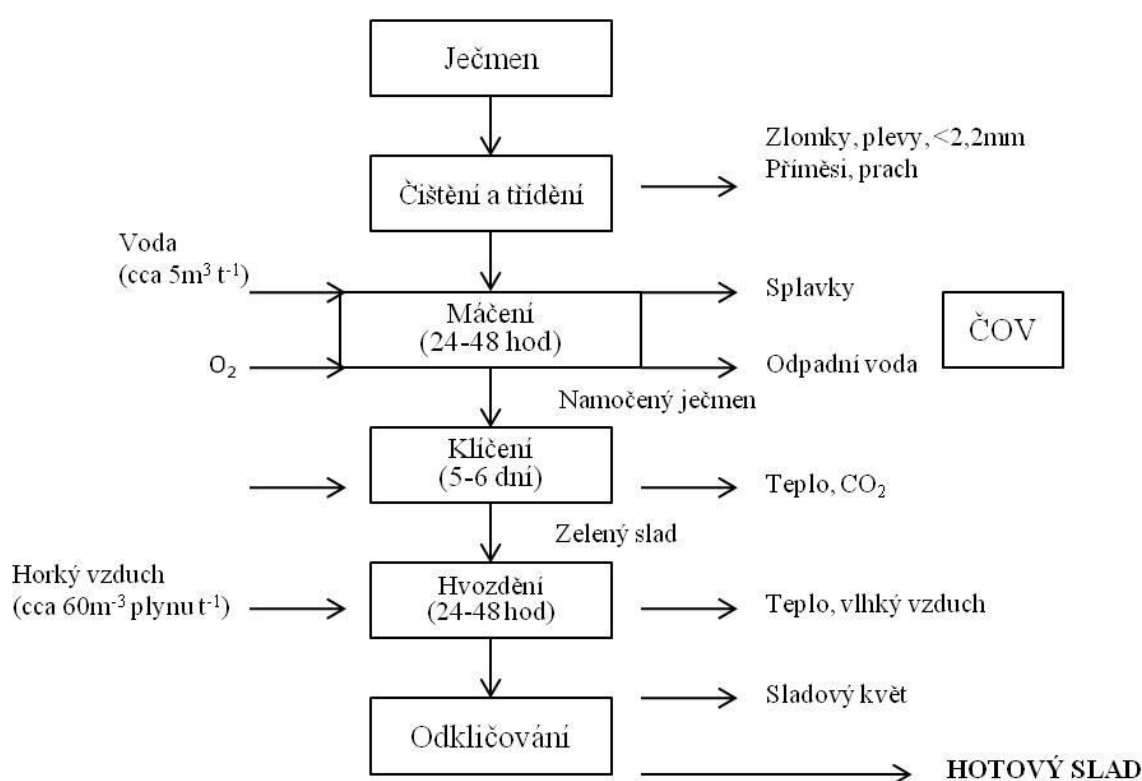
Část obilky	Hlavní složky
Pluchy	Celulóza, pentozany, polyfenoly a polyfenolové kyseliny
Zárodek	Lipidy, sacharóza, rafinóza, proteiny
Aleuronová vrstva	Lipidy, sacharóza, proteiny, fosfáty, β -glukany
Škrobový endosperm	Škrob, proteiny, pentozany a β -glukany

Ke sladování je využíván pouze sladovnický ječmen dvouřadý jarní. Povolené odrůdy musí odpovídat ČSN 46 1163 a – 5/1983 – Sladovnický ječmen. Sladovnický ječmen musí být zdravý a vyzrálý, zrna musí být dobře vyvinutá, bez cizího zápachu a škůdců. Nesmí být upraveno chemickými látkami s výjimkou postupů schválených hlavním hygienikem. Sadovnický ječmen se nakupuje od zemědělců ve třech třídách jakosti. V rámci třídy jakosti se hodnotí jednotnost odrůdy, barva, plucha, obsah vody v %, podíl zrna nad sítem, zlomky zrna v %, mechanicky poškozená zrna v %, zrna poškozená biologicky v %, neodstranitelné příměsi v %, zelená zrna v %, nečistoty nad síty, propad sítem, porostlost, klíčivost a dusíkaté látky v sušině [10].

3 TECHNOLOGIE VÝROBY SLADU

Výroba sladu, znázorněna na Obr. 2, je složitý technologický proces, který vyžaduje pečlivé dodržování všech přesně stanovených kritérií postupů výroby sladu tak, aby výsledný produkt, slad, splňoval všechny požadavky zákazníka. Většina sladu se následně využívá v pivovarství a menší část v potravinářském průmyslu jako je například pekařství. Sladové výtažky se mohou potom používat jak v potravinářském, tak i v textilním, nebo farmaceutickém průmyslu [13, 20].

Sladování je složitý proces založený na průběhu řady vegetačních, strukturálních, fyzikálních, chemických a biochemických, především enzymových změn, které probíhají v zrně. Tyto procesy jsou závislé na mnoha faktorech, především na genetických vlastnostech suroviny, více či méně ovlivněných klimatickými podmínkami daného roku, použitých technologických postupech a zařízeních. Podmínky procesů se upravují podle vlastností surovin a druhu vyráběného sladu. Základními úseky při výrobě sladu jsou máčení, klíčení, sušení (hvozdění) a závěrečné úpravy sladu [13].



Obr. 2: Schéma výroby sladu (Vytvořeno dle [13])

3.1 Příprava ječmene ke sladování

Příprava ječmene ke sladování začíná již nákupem od pěstitelů, nebo obchodních organizací. Důraz je kladen zejména na odrůdovou čistotu či odrůdovou skladbu, neboť každá odrůda má své specifické vlastnosti a to jak technologické, tak fyziologické, které jsou ve směsi většinou ztraceny. Dalšími důležitými znaky jsou obsah bílkovin, vlhkost, klíčivost, třídění a další znaky. Po té, co je ječ-

men dopraven do sladoven probíhá odebírání jeho vzorků k analýze, které musí být neprodleně provedeny z důvodu možné reklamace prodejci a to dříve než se zásilka vyčistí a uloží do sila nebo na půdu [13, 50].

K manipulaci s ječmenem se využívá čtyř druhů dopravníků: elevátor, šnekových dopravníků, dopravních pásů a pneumatických dopravníků [13, 2].

3.1.1 Čištění, třídění a odprašňování ječmene

Před tím, než dojde k uskladnění sladu, je slad vyčištěn a odprašněn, neboť ječmen v této fázi obsahuje příměsi, jako jsou kamínky, písek, kovové části, cizí zrna, pluchy, slámu, úlomky zrn, dřevo, klasy a podobně. Po vyčištění je slad následně roztříděn dle velikosti zrn do dvou tříd. Třída I. odpovídá velikosti zrn nad 2,5 mm. Třída II. vyjadřuje velikost zrn mezi hodnotou 2,2 – 2,5 mm [13, 2].

Odstraňování kovových probíhá prioritně z důvodu ochrany před znečištěním povrchů dopravníků a funkci třídícího a čistícího zařízení. Čištění je prováděno pomocí permanentních magnetů, elektromagnetů, nebo bubnových magnetů [13, 2].

V další fázi čištění je na řadě odstraňování hrubých nečistot z ječmene v podobě kamínků, kousků dřeva a slámy na aspirátorech. K účelnému odstranění prachu se v moderních provozech využívají cirkulační odlučovače prachu [13].

K hlavnímu čištění potom dochází na triéru. Na triéru dochází k odstraňování půlek zrn, plevelů a další nečistot z předčištěného ječmene. Po vyčištění na triéru zrna pokračují na třídič, kde je zrno rozděleno dle velikosti na tři třídy. I. třída (prima), II. třída (sekunda). Tato zrna jsou vhodná k výrobě sladu. Zrna III. třídy jsou zrna, která propadla otvory o velikosti 2,2 mm. Zrna III. třídy nejsou vhodná ke skladování. Jsou nazývána propadem, který se využívá jako krmivo. Mezi základní výbavu čistící třídící stanice sladoven patří dopravní zařízení, automatická registrační váha, aspirátor, triér, třídiče, magnet, odklasňovač a přečišťovací triér a jímače prachu (cyklóny, proudové filtry). Odprašnění je nezbytné z důvodu dodržení čistoty vzduchu, prevence před mikrobiální infekcí a snížení rizika poškození strojního zařízení [13, 33].

3.2 Sušení ječmene

Sušení ječmene se uplatňuje z důvodu zachování extraktu a zabránění pomnožení infekčních mikroorganismů. Toto sušení se provádí před skladováním u ječmene, kdy obsah vody překročí 15 % pro skladování na půdách a 12 % pro skladování v silech [13].

Dormanci lze snižovat pomocí fyzikálně-chemických zákroků jako je sušení ječmene horkým vzduchem, máčení ječmene ve vodě sycené kyslíkem či obsahující chemická činidla (kyselinu giberele-

vou nebo látky s -SH skupinami). Regulace teploty je velice důležitá. Nedodržením teplot by došlo k poškození zárodku zrna a zničila by se jeho klíčivost. V praxi se aplikuje používání teplot do 50 °C. Moderní automatická vysokovýkonná sušička zajišťuje vyrovnané snížení vlhkosti zrn, redukované emise CO₂ a úsporu až 20 % energie [13, 51].

3.3 Skladování ječmene

Ječmen v této fázi představuje živý organizmus, jehož životní projevy byly utlumeny, nikoliv však zastaveny. Potřebnou energii k životním projevům získává odbouráváním polysacharidů, hlavně škrobu. Podle podmínek získává energii buď aerobním dýcháním za přítomnosti kyslíku, nebo anaerobně za nepřítomnosti kyslíku. Čerstvě sklizený a uskladněný ječmen se nachází ve fázi základního klidu, tzv. dormance. V této fázi není schopen vyklíčit. Špatná klíčivost čerstvě sklizeného ječmene je zapříčiněna přítomností dorminů, tzv. inhibitorů klíčení. Až po jejich odbourání oxidací dormance zaniká a uvolňuje se činnost stimulatorů (giberelinů). Jako důsledek tohoto se zrno stává schopným klíčit [33].

Po vyčištění a vytrídění je ječmen uložen buď v sýpkách (půdách), Obr. 3, nebo v silech Obr. 4. Sýpky, z důvodu snazší regulace tepla, by měly být z materiálu, který špatně vodí teplo a z omyvatelného materiálu aby bylo snazší jejich čištění. Plocha sýpek je zaplňována jen ze dvou třetin, aby bylo umožněno ječmen přehazovat. Výška hromad zrn se volí v závislosti na vysušení ječmene. Čím je ječmen vlhčí, tím je hromada nižší. U vysušeného ječmene se výšky hromad pohybují do 1,5 až 2,5 m [13, 2].

Sila jsou vyrobeny z oceli, nebo železobetonu a vybavena pneumatickou dopravou, provzdušňovacím zařízením, případně také i zaplynovacím zařízením k potírání skladištních škůdců. Z pohledu technologického vyhovují požadavkům jen sila železobetonová. Jsou tvořena z více pravoúhlých, šestibokých nebo kruhových komor, která jsou hluboká 18 – 32 - 45 m. V současné době se upřednostňuje výstavba pouze železobetonových sil o půdorysu komor 4 x 4 m. Komory dnes bývají vybaveny větráním. Některé z komor jsou výhradně určeny pro skladování ječmene a jiné ke skladování sladu. V silech je ječmen skladován dle odrůdy, obsahu bílkovin, klíčivosti, obsahu vody, případně podle jiných kritérií. Do 1 m³ sila by mělo být uskladněno až 700 kg ječmene, 600 kg sladu českého typu, případně 500 kg sladu bavorského typu [2, 52].



Obr. 3: Skladování ječmene na půdách [13]



Obr. 4: Skladování ječmene v silech [13]

3.4 Dormance – klíčivý klid, posklizňové dozrávání ječmene a porůstání

Dormance neboli období klíčivého klidu (z latinského dormire – spánek) je období před klíčením. V tomto období dochází k přechodnému zastavení nebo omezení fyziologických procesů s viditelnými projevy růstu. Dormance je adaptací rostliny na střídání období s nepříznivými podmínkami pro růst rostliny (nízké či vysoké teploty) s klimatickými podmínkami vhodnými pro růst rostliny. Takto se zabraňuje semenům klíčit v nepříznivou dobu, v našich podmínkách z pravidla před příchodem mrazů, který klíčky rostliny zničily [13].

Aby byla zajištěna kvalita vyráběného sladu, je důležité, aby dané partie klíčily jednotně a rychle. Ke stanovení těchto parametrů se využito metody stanovení energie klíčení (počet obilek vyklíčených během 72 h za podmínek metody). K výpočtu rychlosti klíčení, ale i pro výpočet indexu klíčení a homogenity klíčení jsou pokaždé po 24, 48 a 72 h sečteny a odstraněny všechny naklíčené

obilky. Zjištěné hodnoty jsou dosazeny do vzorců a uvedené parametry jsou následně vypočteny [2, 34].

3.5 Máčení ječmene

Úkolem máčení ječmene je zvýšit obsah vody v zrně pro zahájení enzymatických reakcí pro klíčení zrna. Během tohoto procesu dochází také k odstranění splavků a lehkých nečistot., umytí zrna a vyextrahování nežádoucích látek ze zrna. Tato operace je považována za nejdůležitější v procesu výroby, která rozhoduje o budoucí kvalitě sladu [2, 53].

Technologie výroby sladu můžeme rozdělit do tří fází. Máčení, klíčení a hvozďení. Z těchto názvů jsou také odvozeny názvy prostor sladovny, jako je máčírna, klíčírna a hvozdy [2].

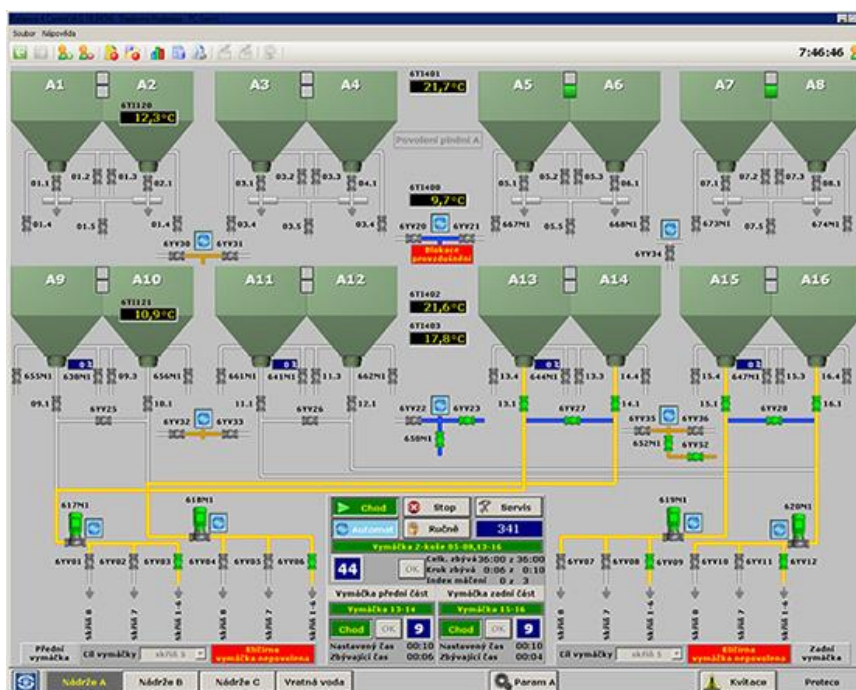
Významný efekt zajišťuje praní ječmene. V průběhu praní se z obilky ječmene vyextrahují barevné a hořké látky, kyselina křemičitá a bílkoviny z pluch, které zhoršují sensorické vlastnosti piva a podporují tvorbu zákalů. Díky zvýšení obsahu vody v zrně se v obilce aktivují projevy jeho života – klíčení. Ječmen který není dozrálý přijímá vodu vesměs hůře [13, 35].

Samotné máčení probíhá v náduvnících s kónickým dnem, Obr. 5. Během máčení je zrně pečlivě provzdušňováno a je také odsáván CO_2 který při dýchání zrna vzniká. Využívají se také tzv. vzdušné přestávky, během nichž se voda z náduvníků vypustí a zrně je na vzduchu. Doba máčení se pohybuje v závislosti na teplotě vody a stupně domočení. Z pravidla se jedná o 2 dny [2, 35].



Obr. 5: Náduvník [47]

Dnešní moderní máčírny jsou vybaveny velínem, ze kterého lze veškeré operace (příprava vody, namočení, přeplavování, sběr splavků, doba namočení, spouštění vody, doba bez vody, přepouštění, provětrávání a odsávání CO_2) řídit a kontrolovat pomocí moderních softwarů jako je na Obr. 6 vyobrazeno [2, 24].



Obr. 6: Vizualizace technologie máčení ječmene Reliance SCADA
ve sladovně Hodonice [24]

K máčení se používá čistá voda, maximální tvrdosti do $6,24 \text{ mmol.l}^{-1}$, neutrální reakce. Některé zdroje vody a to především povrchové a recyklované je potřeba před použitím ještě upravovat. Jako nevhodné se považují vody s velkým obsahem organických látek, sloučenin Fe a Mn. Čistota biologická se nikterak zvlášť neřeší z důvodu silného znečištění ječmene. Příjem vody do zrna je v první fázi velmi rychlý a postupně se výrazně zpomaluje. Zpomalení je způsobeno bobtnáním škrobových a koloidní látky endospermu [13, 2].

3.5.1 Technologie máčení

Nejrozšířenější technologií máčení je v současné době technologie vzdušného máčení, která je rozdělena na tři hlavní fáze se vzdušnými pauzami:

Prvním je namočení na 30 % obsahu vody. Tento proces trvá 2-6 h pod vodou v závislosti na teplotě vody a stavu zrna, následně se uplatňuje vzdušná přestávka v trvání 14-20 h, v závislosti na citlivosti ječmene na vodu.

Následuje namočení na 38-40 % obsahu vody. V této fázi je zrna 6-10 h pod vodou. Následně se uplatňuje vzdušná přestávka k obeschnutí ječmene. Během ní se odsává oxid uhličitý.

A nakonec namočení na 42-44 % obsahu vody. Tato fáze trvá obvykle 4-6 h pod vodou. Po vypuštění vody a okapávání po dobu 2-4 h se ječmen vymáčí do pneumatických klíčidel.

Důležité je zvýšit obsah vody ze zhruba 12 % na 40% [2, 54].

Jednotlivé fáze mokrého máčení:

Předmáčení – 6 hodin s následným vypuštěním vody;

1. máčení – napuštění vody, 12 hodin máčení, výměna vody, 12 hodin máčení, přečerpání;

2. máčení – napuštění vody, 12 hodin máčení, výměna vody, 12 hodin máčení, přečerpání;

3. máčení - napuštění vody, 12 hodin máčení, výměna vody, 12 hodin máčení, přečerpání;

Celková doba máčení je tedy kolem 78 hodin [13].

Spotřeba vody během máčení je značně odlišná v závislosti na technologii máčení, typu a zařízení máčírny. Dobrá spotřeba vody se pohybuje okolo $6 \text{ m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$. Hmotnostní ztráty během máčení můžeme rozdělit na prach a nečistoty (0,1 %), vyextrahování pluch (0,8 %), splavky (0,1 až 1,0 %) a ztráty během dýchání ječmene během máčení (0,5 až 1,5 %). Celkové ztráty by neměli překročit 3 % z hmotnosti namáčeného ječmene [2, 53].

3.6 Klíčení ječmene

Cílem klíčení je dosáhnout aktivace i tvorby nových enzymů a požadovaného rozluštění podle druhu vyráběného sladu při minimálních nákladech a únosných sladovacích ztrátách. Proces je zahájen fosfatázami a hlavně cytázami, které štěpí neškrobové polysacharidy a tím se zpřístupňuje škrob dalším reakcím. Bílkoviny jsou štěpeny proteolytickými enzymy. Zejména alfa- a beta-amylázy štěpí škrob na dextriny a jednoduché cukry, čehož je dále využito v procesu rmutování během přípravy sladiny při výrobě piva [2, 35].

Klasický způsob klíčení, který dnes již není prakticky používán, probíhá na humnech s betonovou podlahou. Na podlahu je prováděn nástěr zrna o výšce cca 10 cm. Tento způsob vyžaduje značnou lidskou práci s nízkou produktivitou, ale za to dosahuje vysoké kvality [35].

Pneumatický způsob je vysoce automatizovaný. Nástěr na klíčidlo je cca 60-20 cm. Mezi nejmodernější klíčidla dnes patří klíčidla kruhová [35].

V průběhu klíčení se v zrně ječmene odehrává řada chemických, biochemických, fyziologických a fyzikálních změn, jež jsou doprovázeny růstovými projevy a také strukturálními změnami, které jsou závislé na degradaci vysokomolekulárních látek vedoucí k rozluštění zrna. Konečným produktem je zelený slad okurkové vůně se třemi až pěti kořínky a vlhkostí cca 46 % [35].

3.6.1 Tvorba enzymů

Tvorba a aktivace enzymů patří mezi nejdůležitější proces v průběhu klíčení. Kromě α -amylázy, která není v zrně obsažena, jsou ostatní enzymy, sice jen v malém množství, již v zrně přítomny. Amylázy jsou nejdůležitější enzymy sladu. Díky amylázám mohou být odbourány škroby při rmu-

tování. Enzym α -amyláza se tvoří v největším množství od druhého do čtvrtého dne klíčení. V ječném zrně je enzym β -amyláza již v malém množství přítomen. Během druhého a třetího dne germinace se množství β -amylázy nadále zvyšuje [2, 55].

3.6.2 Látkové přeměny v průběhu klíčení

V průběhu klíčení dochází k mnoha změnám a ne jen enzymatickým. Zejména se jedná o využití nízkomolekulárních produktů štěpení za účasti enzymů k spotřebě pro výživu zárodků a pro výstavbu nových buněk kořínků a klíčků. Z látkových přeměn jsou pro sladaře zajímavé zvláště procesy, které nazýváme jako „rozluštění“ (rozštěpení vysokomolekulárních látek na jejich štěpné produkty). Především se jedná o narušení buněčných stěn a následné rozštěpení škrobových zrn a bílkovinných řetězců [36].

Při klíčení se snižuje obsah škrobu a zvyšuje se obsah cukrů. Ve sladu je z cukrů přítomna glukóza, fruktóza a sacharóza. Obsah maltózy je velmi nízký, neboť je snadno prodýchána. Sacharóza je zárodkem spotřebována již v první fázi klíčení, avšak jako jediný cukr jí dokáže opět syntetizovat [13, 36].

Dusíkaté látky nacházející se v aleuronové vrstvě se podílí na syntéze enzymů. Dusíkaté látky uložené pod aleuronovou vrstvou jsou štěpeny protézami. V průběhu klíčení je zhruba 35-40 % bílkovin přeměněno do rozpustné formy, při čemž díky peptidázám vznikají nízkomolekulární sloučeniny jako aminokyseliny a oligopeptidy. Díky tomu se změní celkové množství bílkovin [2].

3.6.3 Technologie klíčení

Rozhodujícím je v tomto především chemické složení ječmene. Zrna ječmene s vysokým obsahem dusíkatých látek se obtížně luští, proto je obsah bílkovin jeden ze základních požadavků technologické kvality ječmene [36].

Dělení technologie klíčení dle teplotního průběhu:

Klíčení při konstantní teplotě – teplota je v průběhu klíčení konstantní. Při nízkých teplotách se zpracovává porostlý ječmen, naopak střední až vysoké teploty se volí u ječmene s vysokým obsahem dusíkatých látek.

Klíčení při vzestupné teplotě – tento postup klíčení je nejvíce podobný přirozenému klíčení na humnech. Teplota se zde zvyšuje denně o 1 °C. Tento postup je méně energeticky náročný.

Klíčení při sestupné teplotě – od druhého dne se teplota postupně snižuje a současně se zvyšuje obsah vody.

Klíčení při vzestupně-sestupné teplotě – při této technologii se z počátku využívá zvýšení teploty z důvodu rychlejšího nástupu klíčení a následně dochází k ochlazení, z důvodu přijatelnějších sladovacích ztrát [2].

Dělení technologie dle teploty při klíčení:

Studené klíčení (do 12 °C), klíčení při střední teplotě (14-18 °C) a teplé klíčení (do 22 °C).

Sladovací zařízení dělíme na klasická a moderní. Mezi klasická sladovadla patří humna. Mezi moderní sladovadla patří pneumatické. Pneumatické sladovadla se dále dělí na bubnové, skříňové a věžové [13].

Dobře rozluštěná zrna jsou rozpoznatelná měkkým zrnem, které se mezi prsty snadno láme, endosperm zrna je moučnatý, suchý a snadno roztíratelný mezi prsty. Zrna, která jsou nedomočená a nerozluštěná píchají, u přemočených zrn je endosperm mazlavý [2, 13, 36].

3.7 Hvozdění a pražení sladu

Cílem hvozdění sladu je snížit obsah vody v zeleném sladu pod 4 % a zastavit tak vegetační pochody při zachování enzymové aktivity a vytvoření chuťových, barevných a oxidoredukčních látek, které jsou pro slad charakteristické. Aby bylo možno tohoto dosáhnout, je potřeba zelený slad šetrným způsobem vysoušet při teplotách mezi 20 – 60 °C a v druhé fázi při teplotách mezi 60 – 80 °C u světlého sladu a 60 – 105 °C u tmavého sladu. Tím se hvozdění liší klasického sušení [2, 13, 20, 35].

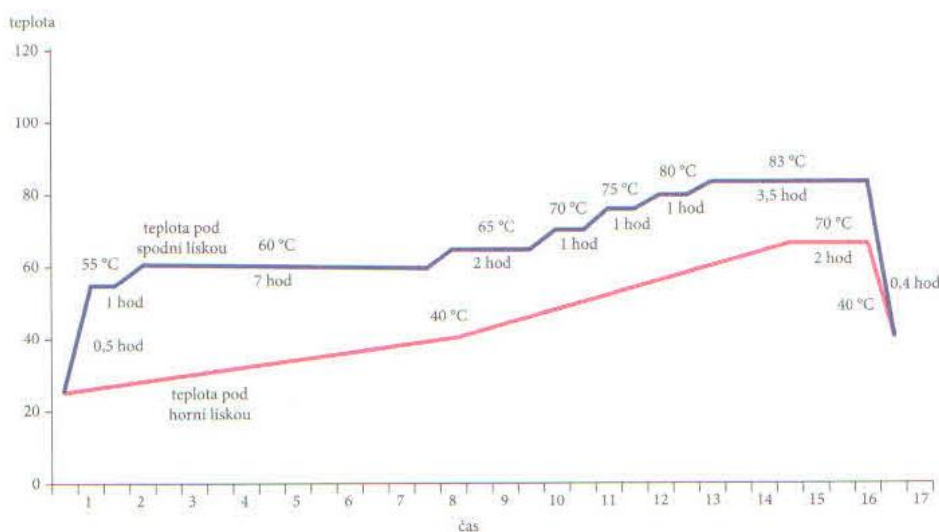
Z hlediska chemických a biochemických změn v průběhu sušení a hvozdění rozeznáváme tři fáze:

- Růstová fáze – obsah vody > 20 %, teplota do 40 °C, zrno je schopné dále klíčit (růst kořínků a střílky)
- Enzymová fáze – obsah vody < 20 %, teploty mezi 40 – 60 °C, zastavení vegetačních procesů, pokračují enzymové reakce.
- Chemická fáze - obsah vody < 10 %, teploty > 60 °C, zastaveny enzymové reakce, chemické reakce vedoucí k tvorbě barevných a chuťových látek [37].

Technologické zařízení, v němž probíhají tyto reakce, se nazývá hvozd. Hvozdění zeleného sladu dnes nejčastěji probíhá na jednolískových vysokovýkonných hvozdech s vrstvou 50 – 120 cm pro výrobu světlého sladu, které probíhá jedenkrát za 18 – 22 hodin. Bavorský slad se hvozdí postupem dvakrát 24 hodin [20, 37].

Proces hvozdění začíná nastřením zeleného sladu na horní lísku ve vrstvě 20 – 25 cm při teplotě 40 °C kdy je snížen obsah vody v zrně na 20 – 25 %. Následuje zvyšování teploty na 55 – 60 °C a spouští se na spodní lísku. Po prvních 12 ti hodinách je obsah vody v zrně snížen na 10 %. Během

dalšího navýšení teploty na 70 °C dojde k vysušení na 5 % a následuje dotahování na 100 – 105 °C. Způsob vedení hvozdění výrazně ovlivňuje celkový obsah cukrů v průběhu sladování. Na Obr. 7 je na diagramu znázorněn teplotní průběh hvozdění sladu plzeňského typu [13, 20, 37].



Obr. 7: Diagram hvozdění světlého plzeňského sladu [13]

Slad se po odhvozdění dopravuje do odkličovačky kde je zbaven kořínků (sladového květu). Sladový květ je pro svůj vysoký obsah biologicky aktivních látek vyhledávanou surovinou v krmivářství a ve fermentačních technologiích. Karamelový slad je vyráběn z již hotového navlhčeného a uhvozděného sladu, nebo ze sladu zeleného, který je dokonale zcukřen v bubnu pražiče a poté se ohřívá na karamelizační teplotu 120 – 130 °C pro světlý slad, 160 °C pro slad polotmavý a 180 °C pro slad tmavý karamel. Barvicí slad se vyrábí z již hotového sladu v pražiči na 220 °C, kdy jeho stupeň vybarvení je přímo úměrný době pražení [13, 20, 37].

Hodnocení jakosti sladu je prováděno mechanickým rozborem, který zahrnuje posuzování barvy, tvaru, velikosti zrna, vůně a chuti zrna, napadení mikrobiální kontaminací a přítomnost nečistot. Objektívními metodami měření jsou posuzovány znaky jako podíl moučnatých a sklovitých zrn, křehkost zrn, vývin střelky uvnitř zrna, absolutní a hektolitrová hmotnost [20, 37].

Fyzikálně-chemický rozbor sladu zahrnuje obsah vody, extraktivnost sladu, vůni a barvu sladiny a dále speciální rozbor, jako jsou diastatická mohutnost, popisující aktivitu amylolytických enzymů, Hartongovo číslo popisující celkovou enzymovou aktivitu sladu, rozdíl v extraktivnosti moučky a šrotu, Kolbachovo číslo, jako kritérium rozluštění sladu, případně další analýzy podle požadavku odběratele [20, 37].

3.8 Druhy sladů a jejich vlastnosti

Slady se dělí do dvou skupin a to na základní a speciální slady. Mezi základní slady můžeme zařadit slad plzeňského typu, tmavý mnichovský (bavorský) slad, vídeňský slad, který je přechodnou vari-

antou mezi plzeňským a mnichovským sladem a pšeničný slad. Mezi speciální slady se řadí karamelový slad, barevný slad, nakuřovaný slad, melanoidinový slad, diastatický slad, proteolytický (kyselý) slad, slad zvyšující redoxní kapacitu piva, krátký slad, tritikalový slad a další. Tyto slady získáváme úpravou technologie máčení a klíčení, pomocí které můžeme regulovat biosyntézu a aktivitu sladových enzymů, které působí na určité složky extraktu. Především se jedná o hodnotu degradace vysokomolekulárních látek, redoxní potenciál a kyselost sladu. V procesu hvozdění potom můžeme regulovat míru tvorby barevných a aromatických sloučenin [1, 13].

3.8.1 Světlý slad plzeňského typu

Plzeňský slad na Obr. 8 se používá především k výrobě světlých piv typu ležáků, konzumních piv a speciálních piv. Znaky typické pro slad plzeňského typu jsou nízká hodnota kongresní sladiny (3,0 až 4,2 jednotek EBC) a barvy po povaření [1].

Světlý slad je rovněž charakteristický příznivým extraktem a dostatečnou enzymatickou silou, s nízkou barvou. Aby bylo možné snadné zpracování ve varně, je nezbytné dokonalé zcukření rmutu, snadné scezování sladiny a nízká barva sladiny po povaření. Obsah vody v sladu je okolo 4 % [8, 38].



Obr. 8: Plzeňský slad [31]

3.8.2 Mnichovský slad

Tmavé slady mnichovského, neboli bavorského typu, které jsou na Obr. 9, se používají pro výrobu tmavých piv. Typická je pro ně vysoká hodnota kongresní sladiny (11,0 až 17,3 jednotek EBC), vyšší obsah dusíkatých látek, výrazné aroma, nižší extraktivnost, nižší aktivita sladových enzymů a především širší spektrum a vyšší koncentrace produktů Maillardovy reakce. Především pak heterocyklických sloučenin, které vznikly díky intenzivnějšímu rozluštění během klíčení a vyšších teplotách v průběhu hvozdění s dotahovacími teplotami 100 až 105 °C [1, 13].

Ječmen pro výrobu bavorského sladu je klíčen (luštěn) o 1-2 dny déle s vyšším obsahem vody a při vyšší teplotě. Zelený slad je přelouštěn. Je odlišně hvozděn s cílem ještě podpořit tvorbu melanoidinů. Obsah vody je okolo 2 % [8, 38].

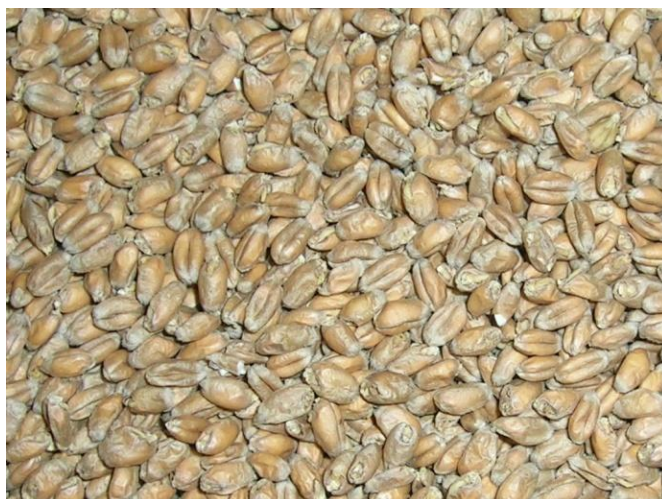


Obr. 9: Bavorský slad [31]

3.8.3 Pšeničné slady

Pšeničné slady na Obr. 10 se používají k výrobě pšeničných piv, piv typu Lambic apod. V Německu se užívá 50 až 80 % pšeničného sladu v sypání, zatímco v Belgii je časté sypání s 60 % ječného sladu a 40 % nesladované pšenice. V České republice je dle platné legislativy pšeničné pivo charakterizováno podílem extraktu z použitého pšeničného sladu vyšším než jedna třetina hmotnosti celkově dodaného extraktu. Pšeničný slad zajišťuje určité variace chuťových vjemů, podporuje pěnovost, a proto se občas malý přídavek pšeničného sladu využívá také u piv z ječného sladu se špatnou stabilitou pěny. Pšeničné slady se vyrábí obdobně jako slady z ječmene, avšak klíčí kratší dobu a suší se při nižších teplotách [1, 6, 13].

Technologie sladování pšenice má své odlišnosti z důvodu snadného příjmu vody do zrna, zrno je bezpluché. Sladování probíhá se při nižším stupni domočení, cca do 43 %. Zrno snadněji vysychá a jeho míra rozluštění se obtížně posuzuje, neboť zrno má silně škrobnatý vzhled. Zelený slad je méně kyprý a proto předsušení a hvozdění musí probíhat velmi šetrně, neboť slad se obtížně suší. Dohřívací teplota nesmí překročit 75 °C. Vlhkost hotového sladu je okolo 5 % [8, 38].



Obr. 10: Pšeničný slad [31]

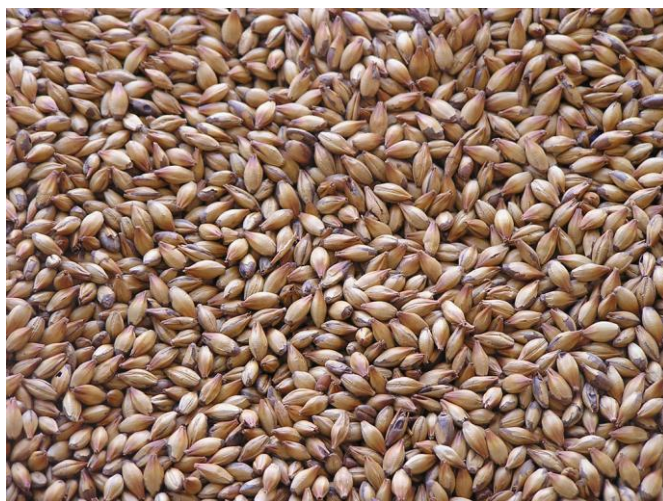
3.8.4 Speciální slady

Celková výroba speciálních sladů činí zhruba 5 % z celkové výroby sladu v Česku. Mezi speciální slady řadíme slady karamelové, barvicí, nakuřované, melanoidinové, diastatické, proteolytické (kyselé) a slady zvyšující redoxní kapacitu piva. [1, 8]

Karamelový slad

Karamelový slad na Obr. 11 je charakteristický vysoký obsah aromatických a barevných látek. Tento slad je vyráběn z dobře rozluštěného zeleného sladu nebo z navlhčeného hotového světlého sladu tzv. rychlopražením při teplotě 120 až 180 °C v závislosti na druhu karamelového sladu. Obsah vlhkosti je okolo 2 % a jsou silně hygroskopické. Charakteristická je struktura endospermu, který je po skončení pražení sklovitý a průsvitný. Enzymová aktivita karamelových sladů je po skončení pražení jen nepatrná, nebo žádná. Z tohoto důvodu nejsou tyto slady schopny samostatně zcukřit. Do sypání se přidávají zhruba ve 4 až 8 % [1, 38].

Karamelové slady dělíme podle barvy na světlý, polotmavý a tmavý karamel. Při výrobě je důležité v bubnu pražiče nechat slad dokonale zcukřit. Zcukření se dosahuje tím, že se zrna zapaří na 70 °C a uzavře se odtahy páry. Zhruba po 60 minutách a za stálého otáčení bubnu pražiče, se slad dokonale zcukří. Následně se vyhřeje na karamelizační teplotu. Světlý karamelový slad na teplotu okolo 120-130 °C, polotmavý na 160 °C a tmavý na 180 °C. Extraktivnost je v rozmezí okolo 60-70 %. Využíván je při výrobě tmavých a speciálních piv [8, 13, 38].



Obr. 11: Karamelový slad [31]

Barvicí slad

Barvicí slady na Obr. 12 se uplatňují při výrobě silně tmavých piv, jejichž barvy by nebylo možné docílit běžným sladem mnichovského typu. Vyrábí se z hotových, navlhčených sladů, které jsou upraženy s gradací teplot až na hranici 220 °C. Při výrobě tohoto typu sladu dochází k vysoké tvorbě melanoidinů a postupné degradaci škrobu, ze kterého vznikají dextriny, karamel a také hořký asamar. Hořkost se po upražení snižuje mírným navlhčením. Endosperm je kakaově hnědý. Do sypání se dávkuje v množství 1 až 2 %. Z tohoto sladu se také vyrábí sladový kulér, který je v pivovarnictví používán k dobarvování silně tmavých piv [1, 8, 38, 56].

Barvicí slad je nezbytné po upražení intenzivně a rychle zchladit, neboť hrozí riziko samovznícení. Stupeň vybarvení sladu je přímo úměrný době pražení. Provoz pražírny se musí odsávat, neboť úlety jsou silně aromatické. Hotový slad je enzymaticky inaktivní a extraktivnost se pohybuje mezi 60-70 % [8, 13, 38].



Obr. 12: Barvicí slad [31]

Diastatický slad

Využívají se při zpracování enzymově chudých sladů, nebo také při současném zpracování náhražek sladu a výrobě sladových výtažků. Pro jejich výrobu jsou využívány ječmeny s vyšším obsahem dusíkatých látek. Vyrábí se studeným vedením a šetrným sušením při teplotě 50 °C, kdy se zachovávají vysoké hodnoty diastatické mohutnosti. Diastatická mohutnost se pohybuje v hodnotách okolo 300 j.W.K. Diastatická mohutnost je vyjádření β -amylázové aktivity, která je uváděná v jednotkách Windische a Kolbacha [1, 16, 18, 38].

Ječmen se je sladován s vyšším obsahem vody, 46 - 48 % při nízkých teplotách. Teplota se pohybuje do 14 °C při delším vedení hromady 6 - 8 dní. Slad je hvozděn při nízkých teplotách za maximálního tahu hvozdu. Vlhkost hotového sladu se pohybuje okolo 6 %. Díky vyššímu obsahu bílkovin dává ječmen předpoklad vyššího obsahu enzymů. Tento efekt ještě narůstá použitím ječmene s nízkou absolutní hmotností zrna [8, 32, 38].

Absolutní hmotnost zrna je hmotnost tisíce zrn. Je to funkce tvaru a hustoty obilek, která se vyjadřuje v gramech suché hmoty. U ječmene se pohybuje v mezi 38 - 42 g v sušině, ve sladu potom mezi 30 - 38 g v sušině. Čím je průměrná hmotnost tisíce zrn sladu nižší, tím je slad lépe rozluštěn a dá se očekávat také vyšší prokvašení piva. Díky tomu se dosáhne toho, že na jednotku hmotnosti ječmene je větší množství obilek, které při sladování s vyšším obsahem vody a delšího klíčené poskytnou zelený slad s vysokou diastatickou mohutností [8, 32, 38].

3.9 Hodnocené parametry sladu

Hodnoty mechanických a fyzikálních kritérií mají významný vliv na zpracovatelnost sladu, optimální využití jeho extraktu a průběh výroby piva [1].

3.9.1 Vlhkost

Vlhkost sladu se stanovuje termogravimetricky a to tak, že je sledován hmotnostní zbytek v čase za přesně definovaných podmínek sušení. Vlhkost sladu je po hvozdění u světlých sladů asi 3,5 % a u tmavých sladů asi 2 %. V odleželých sladech se vlhkost mírně zvyšuje, což je příznivé pro mletí sladu (vyšší elasticita pluch). Naopak vyšší hodnota vlhkosti u zpracovávaného sladu (navlhle slady) může způsobovat snížení extraktivnosti, potíže při skladování (náchylnost k rozmnožení mikrobiální kontaminace), problémy při kvašení a podobně. Vlhkost sladu by proto neměla přesáhnout 6 % [13, 18].

3.9.2 Barva

Barva endospermu se stanovuje vizuálně na podélném, nebo příčném řezu zrn. Rozlišuje se barva bílá, nažloutlá, hnědá a tmavě hnědá. Výsledky se následně přepočtou na hodnotu sta zrn. U svět-

lých sladů má být hodnota bílého endospermu 97-100 % zrn, hnědého a tmavě hnědého 0 %, stejné požadavky jsou kladeny také na slad nakuřovaný. U tmavého sladu se počet zrn s bílým endospermem pohybuje v průměru od 80 do 86 %, zrna s nažloutlým endospermem od 10 do 15 %. Pouze jednotlivá zrna mohou být hnědá a žádná tmavě hnědá [13, 10].

EBC, neboli European Brewery Convention, je mezinárodní organizací, která reprezentuje technické a vědecké zájmy v pivovarství v Evropě. Jednotka EBC (j.EBC) je hodnota, která upřesňuje barvu sladiny. V laboratorních podmínkách se potom ve sladovnách a pivovarech za přesně stanovených podmínek připravuje kongresní sladina, která určuje budoucí extrakt ve sladince a její barvu [11, 32].

Barva sladiny se dnes zásadně vyjadřuje v jednotkách EBC nebo ve stupních SRM. Světlé slady českého typu mají mít barvu sladu kongresní sladiny 2,5 – 3,4 j.EBC. Těmto hodnotám odpovídá barva sladiny po povaření v rozsahu 4,2 – 6,2 j.EBC. Nižší hodnoty signalizují nedostatečné rozluštění sladu se všemi negativními důsledky [2, 10, 39].

3.9.3 Kyselost

Základní pivovarské suroviny reagují kyselé. Kyselou reakci vykazuje jak vodní extrakce ječmene, tak samotná sladina. Tato reakce je způsobena anorganickými i organickými kyselinami, kyselými solemi a především hydrogenfosforečnany. Hodnoty pH se obvykle pohybují v rozmezí 5,6 - 6,0. Z hlediska pivovarské technologie není další zvyšování pH žádoucí, protože důsledkem vyšších hodnot u rmutů se snižuje aktivita mnoha technologicky významných enzymů při přípravě mladiny [13, 10].

Hodnoty pH sladu nebo kongresní sladiny zaznamenaly v posledních letech ve světovém poměru mírné zvýšení, což souvisí se změnou půdního fondu vlivem agrotechnických úprav pěstování ječmene a obilovin obecně [1, 10].

3.9.4 Zcukření

Škrob se štěpí během rmutování především působením α a β -amylázy. Nenaklíčený ječmen obsahuje pouze β -amylázu. Během klíčení se syntetizuje α -amyláza a stoupá aktivita β -amylázy až na dvojnásobek. Při hvozdění se oba enzymy částečně denaturují. Zcukření je podmíněno obsahem β -amylázy, která působí na amylózu a amylopektin [57].

Vzhledem k vyšší citlivosti na teplo β -amyláza více. Hydrolýza škrobu je zajišťována hlavně při vystírce a rmutování a lze jí tedy v široké míře měnit v průběhu výroby sladiny. Proto stanovení α a β -amylázové aktivity sladu přináší postačující údaj o kvalitě sladu v tomto směru a mělo by potvrdit, zda jsou aktivity příslušných enzymů dostatečné pro optimální stupeň zcukření sladiny [40].

Mezi běžné ukazatele sladu patří diastatická mohutnost, uváděná v jednotkách Windisch – Kobla-cha (j.W.K.) nebo stupních Lintnera, která je ukazatelem β -amylázové aktivity, která štěpí škrob při rmutování mladiny na nízkomolekulární sacharidy [2, 10].

3.9.5 Extrakt sladu

Extrakt sladu je množství sladového extraktu v procentech na uvolnění extraktivních látek ze sladové moučky do sladiny, infuzním rmutovacím (kongresním) postupem. Extrakt sladu se stanoví ve sladince připravované tzv. kongresním postupem. Jedná se o standardní způsob provedení infuzního rmutování s jemně rozmletým sladem (podíl moučky 90 %). Hodnota stanoveného extraktu je informací o obsahu extraktivních látek ve sladu a o předpokladu jejich uvolnění v procesu rmutování. Získaná kongresní sladina se dále využívá k stanovení dalších analytických znaků sladu: zcukerní, stékání, barvy, čirosti, viskozity, pH, rozpustných dusíkatých látek apod. Standardním rmutováním, kongresním postupem se získá sladina, ve které se stanoví relativní hustoty a vypočtou se procenta extraktu [21, 10].

3.9.6 Dusíkaté látky

Množství dusíkatých látek ve sladu závisí na obsahu bílkovin, tedy na kvalitě použitého ječmene. Složení a množství dusíkatých frakcí ve sladu je ovlivněno technologií sladování. Sladováním se snižuje obsah celkových dusíkatých látek vyjádřených v procentech bílkovin v porovnání k původnímu ječmeni 0,1 až 0,5 % [13].

Kromě stanovení celkových dusíkatých látek sladu (bílkovin) je zejména důležitá hodnota rozpustných dusíkatých látek. Tyto látky přechází do roztoku v průběhu kongresního rmutování. Hodnota rozpustných dusíkatých látek poukazuje na míru proteolytického rozštěpení vysokomolekulárních dusíkatých sloučenin v průběhu sladování. Množství a kvalita rozpustných dusíkatých látek ovlivňuje kvalitu piva [10].

Aminokyseliny jsou důležité pro pomnožení pivovarských kvasinek během hlavního kvašení. Jejich kvalita ovlivňuje metabolismus kvasinek a tvorbu vedlejších produktů kvašení. Středně a výše molekulární rozpustné dusíkaté látky zase působí kladně na pěnivost a plnost chuti piva. Výšemolekulární dusíkaté sloučenin, které přejdou při rmutování do roztoku a následně do piva zase nepříznivě ovlivňují jeho koloidní stabilitu [13, 10].

Pro bližší posouzení stupně proteolytického rozluštění sladu slouží výpočet Kolbachova čísla. Jedná se o procentní podíl dusíkatých látek (stanovených Kjeldahlovou metodou) rozpuštěných ve sladince vůči celkovému obsahu ve vzorku sladu. Kolbachovo číslo je ukazatelem proteolytického rozluštění sladu. Hodnoty pod 35 % jsou neuspokojivé, 38 - 41 % jsou dobré a nad 41 % velmi dobré [10, 41].

Albuminy jsou rozpustné ve vodě a ve zředěných roztocích solí, kyselin a hydroxidů. Albuminy jsou zastoupeny 4 % všech bílkovin v ječmeni [12].

Globuliny se podílejí asi na 18 % zastoupení z celkového obsahu bílkovin. Jsou rozpustné v roztocích elektrolytů. Zásadní technologický význam má beta-globulinu, který při pH 4,9 a vysokém obsahu síry tvoří zákaly piva [12].

Hordeiny, které jsou rozpustné v 70% alkoholu a nerozpustné ve vodě a v roztocích solí, tvoří 37% podíl z celkového obsahu bílkovin a jsou uloženy především v aleuronové vrstvě [12].

Gluteliny – jsou lehce rozpustné v alkalických nebo alkalizovaných rozpouštědlech, v neutrálních rozpouštědlech jsou nerozpustné. V celkovém množství bílkovin jsou zastoupeny asi 32% a nacházejí se převážně v aleuronové vrstvě. Většinou přecházejí do mláta. Při jejich zvýšeném obsahu lze předpokládat horší rozluštění sladu [12].

3.9.7 Křehkost sladu, friabilita

Křehkost sladu souvisí s jeho rozluštěním neboli modifikací během klíčení, tj. odbouráním buněčných stěn škrobových zrn tvořených převážně neškrobovými polysacharidy a bílkovinné matrice. Dobře rozluštěná zrna jsou křehká a dobře se melou. K hodnocení křehkosti nebo naopak tvrdosti sladu byla postupně vyvinuta řada přístrojů. Friabilita je značně ovlivněna odrůdou a ročníkem [13, 10].

Friabilita se stanoví vážením propadu při protlačování zrn sladu sítem přístroje friabilimetr za standardních podmínek. Tabulka 3 vyjadřuje hodnocení křehkosti sladu friabilimetrem. Hodnota friability vyjádřená v procentech popisuje míru rozluštění (modifikace) sladu. Podíl celých sklovitých zrn se dává do souvislosti s nevyklíčenými zrny a vyjadřuje tzv. homogenitu čili vyrovnanost rozluštění sladu [13].

Tabulka 3: Hodnocení křehkosti sladu friabilimetrem [13]

<i>Křehkost (friabilita)(%)</i>	<i>Homogenita (%)</i>	<i>Hodnocení</i>
81-100	do 1	velmi dobrá, +++
71-80	do 2	dobrá, ++
65-70	do 4	uspokojivá, +
pod 65	nad 4	neuspokojivá, -

3.9.8 Homogenita sladu

Pod pojmem homogenita se rozumí partie ječmene, která obsahuje jednu odrůdu nebo odrůdy si velmi blízké, z jednoho pěstebního místa a zpracované stejnou technologií [42].

Podíl celých sklovitých zrn se dává do souvislosti s nevyklíčenými zrny a vyjadřuje tzv. homogenitu čili vyrovnanost rozluštění sladu. Na friabilimetru můžeme posuzovat křehkost, homogenitu a vyhodnocení sladu [13].

4 TECHNOLOGIE VÝROBY PIVA

Výroba sladinových extraktů a mladinových koncentrátů (resp. zahuštěné sladiny a mladiny) je technologicky naprosto stejná s tradiční výrobou piva, proto se v této části textu budu zabývat tradiční výrobou piva v ČR, jen finálním krokem je zahuštění produktu. Mladina je připravována ve varně pivovaru ze sladu (případně s příměsí surogátů), vody a chmele, chmelových produktů (v případě mladinového koncentráту) [1, 44].

Samotná příprava mladiny se skládá z těchto kroků:

- předčištění a zvážení surovin;
- rozemletí sladu - získá se sladový šrot;
- vystírání – smíchání šrotu a varní vody;
- rmutování – postupné zvyšování teplot za účelem uplatnění aktivity sladových enzymů;
- scezování – oddělení předku (sladiny) od sladového šrotu;
- vyslazování – vymývání extraktu ze zbylého sladového šrotu a získání výstřelků;
- sladina pohromadě – smíchání předku s výstřelky;
- vaření sladiny s chmelem nebo chmelovými přípravky – získá se mladina;
- oddělení hrubých a jemných kalů z mladiny (včetně zbytků chmelového mláta);
- ochlazení a provzdušnění mladiny na zákvasnou teplotu [1, 2].

4.1 Mletí sladu – šrotování

Šrotování je důležitý proces, neboť kvalita rozemletí sladu značně ovlivňuje proces rmutování, scezování a varní výtěžek. Účelem šrotování je sešrotování endospermu sladu na vhodné částice při zachování celistvosti pluch, které slouží v pozdější fázi jako filtr při scezování. Díky rozrušení zrna se varní vodě zpřístupní extraktivní látky sladu a urychlí se jejich rozpouštění a fyzikální, chemické a biochemické změny, které probíhají při rmutování [1, 43].

4.1.1 Teorie šrotování

Jemnější podíly namleté z dobře rozluštěné části zrna jsou již částečně rozpustné a působením sladových enzymů se z nich ve varním procesu uvolňuje extrakt. V zásadě platí, že špatně rozluštěné slady se musí šrotovat na jemnější strukturu, než slady dostatečně rozluštěné a to z důvodu snadnějšího přístupu varní vody k jednotlivým částem endospermu [1, 43].

Špatně rozluštěné slady neposkytují dostatečný varní výtěžek extraktu sladu a také působí problémy při scezování a filtraci piva. Rozlišujeme tři způsoby šrotování sladu: šrotování sladu za sucha, šrotování sladu s kondicionáním a šrotování sladu za mokra. Mezi výhody suchého šrotování patří zachování křehkého endospermu a možnost optimalizace složení sladového šrotu včetně separace

pluch (vhodné pro využití sladivých filtrů). Nevýhodou je větší poškození pluch, které má za následek vyextrahování tříslovinných látek z pluch a zvýšení barvy sladiny. Šrotování s kondicionáním a zejména za mokra je vhodnější pro pivovary vybavené scezovací kádí. Šrot je v tomto případě rozemletý s větším podílem krupice a s větší celistvostí pluch, které jsou nezbytné k plynulému scezování na scezovací kádí [1, 58].

4.2 Vystírání a zapařování

Cílem vystírání je důkladně smíchat sladový šrot s nálevem varní vody. Množství rozpuštěných látek je závislé na sypaní, a na objemu vody v hlavním nálevu. Část extraktu přechází do varní vody již při vystírání. Hlavní podíl je však získán až při rmutování, kdy se vystírka postupně dohřívá na teploty optimální pro činnost sladových enzymů. Při rmutování se uvolňují enzymové reakce, podporuje se činnost amylolytických enzymů a dochází k rychlejšímu zcukření sladiny [1, 2].

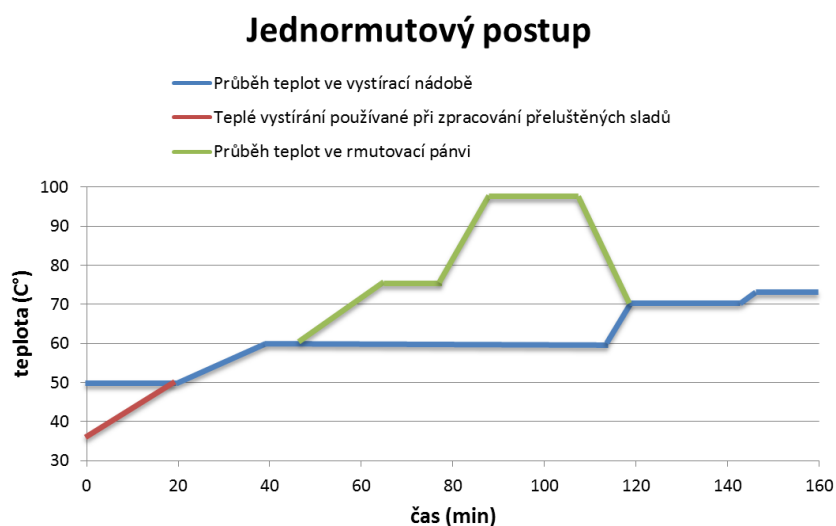
4.3 Rmutování

Rmutování je technologický proces, jehož cílem je rozštěpit a převést optimální podíl extraktu surovin do roztoku v potřebném zastoupení jednotlivých látek, především zkvasitelných cukrů [1].

Během rmutování dochází k štěpení škrobů, ale také i vysokomolekulárních látek (bílkovin). Bílkoviny obsažené ve sladu mají vliv na plnost chuti a pěnivost piva. Jejich štěpné produkty, aminokyseliny, jsou důležité v průběhu fermentace. Vysoký obsah bílkovin naopak vede k nízké stabilitě a trvanlivosti piva. Ke štěpení bílkovin způsobenému proteolytickými enzymy dochází nejintenzivněji během tzv. peptonizační teploty, což je hodnota kolem 50 °C [44].

V průběhu rmutování jsou uplatňovány mechanické, chemické, fyzikální a především enzymové děje. Rozhodující jsou zejména činnosti amylolytických, proteolytických, kyselinotvorných a oxidačně-redukčních sladových enzymů. Štěpení škrobu na zkvasitelné sacharidy působením amylolytických enzymů jsou z celého procesu nejvýznamnější. Tyto sacharidy jsou v procesu alkoholové fermentace díky kvasinkám *Saccharomyces cerevisiae* přeměněny na ethanol a CO₂ [1].

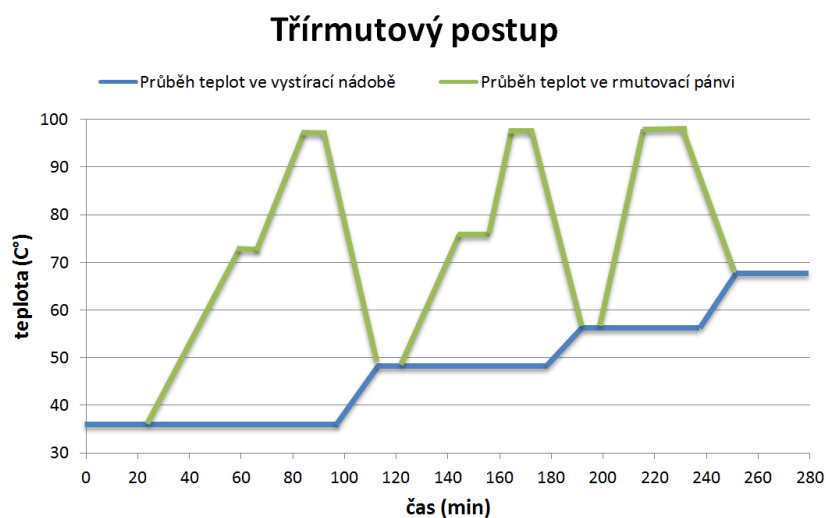
Rmutování dělíme na dva způsoby. Dekokční způsob a infuzní způsob rmutování. U dekokčního způsobu rmutování se nakonec rmuty povařují, kdežto u infuzního způsobu je nejvyšší teplotou teplota od rmutovací. Na Obr. 13,14,15,16,17 jsou znázorněny průběhy teplotních gradientů dle jednotlivých metod rmutování. Dekokční způsob rmutování dále dělíme na jednormutový, dvourmutový a třírmutový. Objem dílčích rmutů u dekokčního způsobu se volí tak, aby po přečerpání zbytku vystírky stoupla teplota na požadovanou teplotu. V České republice pivovary nejčastěji používají dvourmutové postupy, výjimečně třírmutový nebo jednormutový postup [43].



Obr. 13: Jednormutový postup [1]

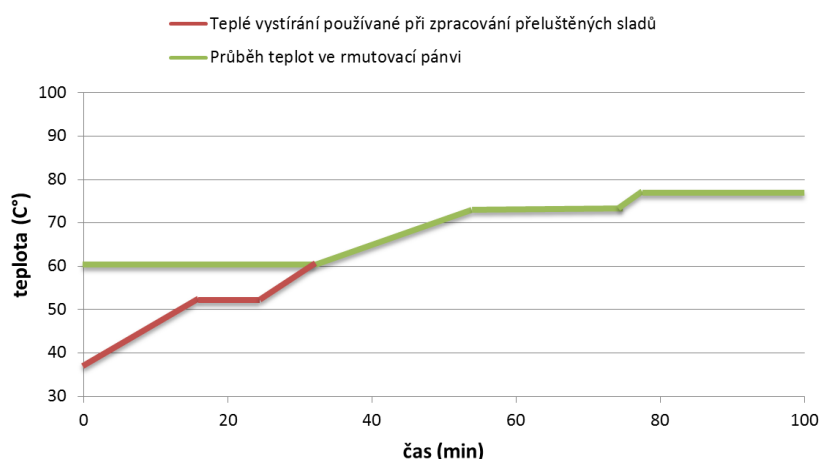


Obr. 14: Dvourmutový postup [1]



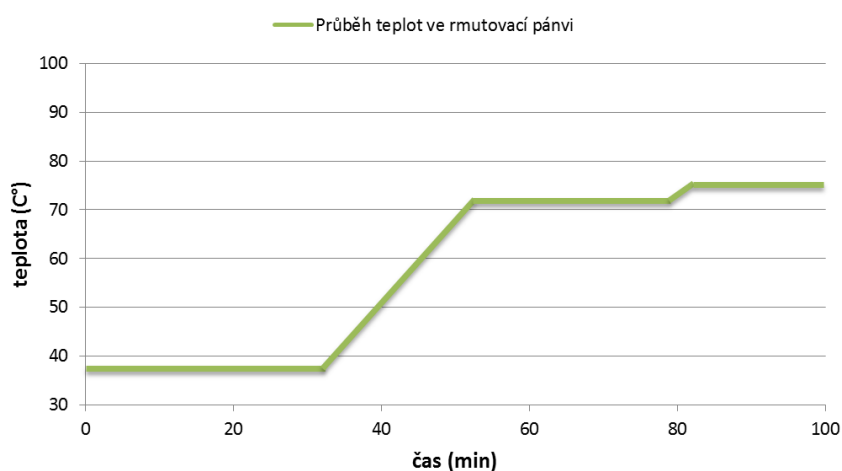
Obr. 15: Třírmutový postup [1]

Infuzní postup



Obr. 16: Infuzní postup [1]

Rmutování skokem



Obr. 17: Rmutování skokem [1]

4.3.1 Důležité technologické teploty rmutování

V procesu rmutování je nezbytné dodržet níže uvedené teploty rmutování a časové prodlevy, aby došlo k optimálnímu rozštěpení a převedení podílu extraktu do roztoku v potřebném zastoupení všech látek důležitých pro následující technologický postup a kvalitu piva [2, 43].

Kyselinotvorná teplota: 35 až 38 °C, umožňuje rozpuštění látek extraktu a zpřístupňuje je působení sladových enzymů v následujícím narůstání teplot [2, 43].

Peptonizační teplota: rozmezí teplot mezi 45 až 50 °C. V této fázi dochází k tzv. zapařování pomocí přidání 80 °C vody k vystírce o teplotě okolo 38 °C. V rozmezí těchto teplot dochází k štepení bílkovin, ale také k štepení fosforečnanů a neškrobových polysacharidů typu β -glukanů, které se nachází v obalových částech škrobových zrn. Tímto způsobem je také podporována amylolyza

škrobu v následující části rmutování. Dodržení těchto teplot je obzvláště důležité pokud zpracováváme slad s vyšším obsahem β -glukanů [1, 2].

Nížší cukrotravná teplota: 60 až 65 °C, při této teplotě vzniklý škrobový maz ztekucuje. Amylytické enzymy vytváří dokonalé podmínky pro optimální aktivitu β -amylázy. V roztoku se snižuje zastoupení škrobů a zvyšuje se podíl redukujících cukrů. U sladů s nízkou aktivitou amylytických enzymů se v rámci těchto teplot volí několikaminutová časová prodleva [43, 59].

Vyšší cukrotravná teplota: 70 až 75 °C, je důležitá k optimálnímu působení termostabilnějšího enzymu α -amylázy. Působením tohoto enzymu klesá viskozita roztoku a zvýšení redukujících cukrů je méně výrazné. V rozsahu těchto teplot se opět drží prodleva. Pro kontrolu se provádí jodová zkouška. Výdrž v dané teplotě se drží tak dlouho, dokud rmut již nedává barevnou reakci s jodovým roztokem. U dobře rozluštěných sladů se dosáhne dokonalého zcukření již do 10 minut [1, 2, 43].

Po ukončení rmutování a spojení díla u dekokčních postupů by měla být dosažena odrmutovací teplota 76 až 78 °C [1, 2, 43].

4.4 Scezování sladiny a vyslazování mláta

Následující operace po odrmutování se nazývá scezování. Scezování je termín používaný na označení procesu filtrace, kdy je oddělován pevný podíl (sladové mláto) od roztoku varní vody s podílem vyextrahovaných látek z ječného sladu tzv. sladiny. Operace, při níž se z pevného podílu (mláta) extrahuje zbytek extraktu zbylého ve sladovém mlátě se nazývá vyslazování. Získané vodní výluhy, výstřelky. Ty po spojení s předkem dávají celkový objem sladiny pohromadě. Cílem je získat čistou sladinu s maximálním extraktem, který do procesu přinesly suroviny. Na docílené čirosti je závislý také obsah lipidů, který zůstane ve sladině [20, 43].

Scezování je, co se týče času, velmi náročný proces. Předek se scezuje přibližně 75 až 105 minut. U moderních systémů o něco rychleji. Velkou roli v procesu scezování hraje kvalita sladu, složení sladového šrotu, míra degradace vysokomolekulárních látek docílená při rmutování, teplotní podmínky a procesní zařízení. Za hlavní složku zhoršující scezování jsou považovány β -glukany [1, 2].

Scezování se probíhá ve scezovací kádi vybavené dvojitým děrovaným dnem a systémem odvodných trubek spojených s kohouty scezovací baterie. Daleko méně často používá sladinový filtr pracující na principu rámového plachetkového filtru. Ten se využívá zejména k scezování jemně mletých šrotů [43].

Teplota vyslazovací vody má velký význam. Nejrychleji se vysladí extrakt při 100 °C, díky klesající viskozitě roztoku, avšak během vyslazování ještě dobíhá zcukření díla. Z toho důvodu by teplota vyslazovací vody neměla přesáhnout 78 °C, kdy se inaktivuje zbytková aktivita α -amylázy a ani by

neměla poklesnout pod 75 °C, kdy nižší teploty znamenají vyšší ztráty extraktu v mlátě. Teplota by se tedy měla udržovat v rozmezí 75 až 78 °C [1, 43].

Zbylé tekutině v mlátě se říká patoky. Patoky se běžně používají do vystírky další várky. Doba vyslazování je zhruba 90 až 120 minut při spotřebě vody cca 4 až 5 hl na tunu sypání. Celková doba scezování včetně vyslazování se tedy pohybuje okolo 3 až 3,5 hodin [1, 43].

4.4.1 Chmelovar

Chmelovar je technologický krok, během kterého je získaná sladina povařena s chmelem v mladinové pánvi. V průběhu tohoto kroku dochází k mnoha fyzikálně-chemickým změnám, jež mají značný vliv na složení mladiny a dávají pivu jeho typické aroma po chmelu a charakteristickou chuť. [20].

Nejvýznamnější jsou izomerační reakce α -hořkých kyselin chmele, při nichž vznikají intenzívně hořké iso- α -hořké kyseliny. α - a β -hořké kyseliny se částečně rozpouštějí, ale částečně zůstanou také nerozpuštěné. Měkké a tvrdé pryskyřice se rozpouštějí snáze. V průběhu chmelovaru izomerují α -hořké kyseliny (humulony), humulon, kohumulon a adhumulon, na iso- α -hořké kyseliny neboli izohumulony. Lépe se rozpouští α -hořké kyseliny je u mletého chmele. Nejlepší rozpustnost však zaručují především chmelové extrakty. Dalšími reakcemi jsou Maillardovy reakce s tvorbou barevných a aromatických látek s oxidoredukčními vlastnostmi a současná denaturace sladových bílkovin [1, 43].

Chmel či produkty z něj se do sladiny přidávají postupně. Nejčastěji dvakrát až třikrát, v závislosti na kvalitě a typu výrobku. Po ukončení chmelovaru který trvá obvykle 90 až 120 minut vzniká ze sladiny produkt zvaný mladina. Aby mladina neobsahovala zbytky chmelového mláta, je potřeba na výřivé kádi toto mláto odstranit. Mezi faktory ovlivňující kvalitu mladiny patří doba, intenzita chmelovaru, pohyb vařící mladiny, odpar a změna pH. Jelikož se k dokonalému vyslazení mláta využívá přebytku vyslazovací vody, musí se při chmelovaru odpařit, aby se získala mladina požadované koncentrace. Žádoucí odpar je okolo 8 % celkového objemu vyražené mladiny za hodinu. Hodnota pH se snižuje během chmelovaru o 0,15 až 0,25 a barva mladiny se zvyšuje o 1 až 1,5 jednotky EBC za hodinu [1, 2, 43].

5 VÝROBA SLADINY, SLADINOVÝCH A MLADINOVÝCH KONCENTRÁTŮ, JEJICH TECHNOLOGICKY VÝZNAMNÉ PARAMETRY

Sladové výtažky jsou sirupy žlutohnědé až červenohnědé výjimečně až tmavé barvy, charakteristické svou sladovou vůní a chutí. Získávají se zahušťováním sladových extraktů na hodnotu refrakto-
metrické sušiny $81,0 \pm 2$ °Bx. Ve výtažcích jsou obsaženy téměř všechny rozpustné látky sladu, které se do extraktu uvolní v procesu rmutování. Rozpustné látky vznikají hydrolyzou polymerů – škrobu, bílkovin, pentózanů [43].

V současné době se můžeme setkat také s výtažky v krystalické formě v podobě prášků v nažloutlé barvě, které jsou vysoce hygroskopické. [44]

Sladové výtažky můžeme rozdělit do čtyř skupin:

- **jedlé sladové výtažky:** využití ve farmaceutické výrobě a k výrobě maltózových vín;
- **pekařské sladové výtažky:** se používají do pekařských výrobků, jehož dávkování závisí na požadovaném výrobku a kvalitě mouky. Nejčastěji se používá v poměru 0,5 – 2 % sladového výtažku k poměru mouky;
- **kanditní, neboli cukrářské:** využívají se jak v pivovarství, tak v cukrářství;
- **průmyslové sladové výtažky:** využití v textilním a koželužném průmyslu [4, 44].

Pro výrobu piva ze sladivového extraktu je po naředění vodou a důkladném rozpuštění nezbytné provést ještě chmelovar. Jelikož je sladivový extrakt pouze zahuštěná sladina, nejedná se tedy o surogát jako takový, avšak štěpením tohoto výtažku lze získat maltózu, která se jako surogát využívá. Mladinový koncentrát (extrakt) je na vakuových odparech zahuštěná pivovarská mladina, která je vyráběná podobně jako sladový výtažek ve formě sirupu medovité konzistence, nebo ve formě prášku. Mladinové koncentráty jsou určeny jak k výrobě piva v průmyslových pivovarech, tak v podmínkách domácí výroby [4, 44, 45].

Mladinový koncentrát je surovina, která se používá k výrobě piva. Ve světě má výroba mladinových koncentrátů větší tradici než v České republice. Vyrábí se v různých konzistencích. Od medovité, pastovité s větší hustotou, až po práškové [45].

5.1 Výhody a nevýhody výroby piva z koncentrátů

5.1.1 Výhody výroby piva z koncentrátů

Díky zkušenostem výrobce je zákazníkovi nabízen výrobek, který si zajišťuje danou specifičnost a standardnost daného výrobku a tím i výsledného výrobku zákazníka, tedy piva. Velkou výhodou je pro budoucí majitele pivovaru možnost výrazně snížit počáteční investici oproti nákladům na pivo-

var s tradiční varnou. Výrobci pivovarů určených pro výrobu piva z mladinových koncentrátů uvádí až 50% úsporu [60].

Pivovary určené pro výrobu piva z mladinových koncentrátů totiž nepotřebují ve svých prostorách technologie na příjem a skladování sladu, šrotovník na slad, váhu sladového šrotu, ani klasickou tradiční varnu, která se používá v pivovarech. Nároky na technologické plochy jsem rovněž mnohem menší. V neposlední řadě jsou nároky na odbornost obsluhy technologických zařízení mnohem nižší. Zajímavé jsou jistě také výhody spojené s dlouhodobým provozem takového pivovaru. [60]

Díky balení mladinových koncentrátů je již samotná manipulace s koncentráty mnohem snazší než s pytli sladu a s tím spjaté i přepravní náklady. Jelikož koncentráty neobsahují žádný alkohol, tak celní řízení je mnohem snazší. Další ekonomickou výhodou, a to zejména dlouhodobou, je nízká energetická náročnost, jelikož v sestavě pivovaru chybí varna a klimatické podmínky dopravy. Úspora času při výrobě piva dosahuje až 85 % oproti klasické výrobě piva, zejména pak mladiny, při stejné, možná až lepší kvalitě piva. Nakonec je nutné zmínit také ekologii a odpadové hospodářství, jelikož tento provoz není nucen likvidovat odpad v podobě mláta, ani kaly. [45, 46, 60].

Potřeba je také zmínit, že mladinové koncentráty a sladivé extrakty si našly své fanoušky také v oblasti homebrewingu, kdy si může každý v domácích podmínkách a pouze s kuchyňským vybavením zhotovit své pivo [45].

Pro jednoduchost výroby a také díky větší tradici homebrewingu, roste zájem o tento produkt, zejména v zahraničí jako například v Austrálii, Kanadě, Islandu, Japonsku, Peru, USA, Rusku, Vietnamu, Novém Zélandu a dalších zemích [45].

5.1.2 Nevýhody výroby piva z koncentrátů

Výrobou piva z koncentrátů výrobce nectí tradiční výrobu piva a s tím souvisí nižší marketingový úspěch u konečného zákazníka. Příprava piva z koncentrátů většinou nebývá tak fascinující podívanou, jako na klasické varně, proto jsou pivovary pro přípravu piva z mladinových koncentrátů spíše určeny do prostor skrytých hostům. Ve srovnání se sladivými koncentráty neumožňuje výroba piva z mladinových koncentrátů experimenty s různým chmelením mladiny [60].

5.2 Technologie výroby mladinových koncentrátů

Výrobní postup při výrobě sladiny, případně mladiny, viz kapitola 4, k výrobě zahuštěných výrobků je prakticky stejná, jako při jejich tradiční výrobě v pivovarech. Jak již bylo zmíněno v kapitole 5 výše, pro pivovarské použití se vyrábí sladové kanditní výtažky, které mimo pivovarství naleznou své uplatnění také v cukrářství. V případě sladivých extraktů a mladinových koncentrátů se však nejedná o surogaci, jelikož tyto koncentráty jsou pouze zahuštěnou sladinou, či mladinou a tím pádem nemohou být náhražkou, neboli surogátem.[4, 24]

Mladina, z níž je vyráběný mladinový koncentrát se na rozdíl od sladových extraktů, alespoň v České republice, vyrábí tradičním dvourmutovým dekokčním způsobem. Vychází to z toho, že mladinové koncentráty, respektive mladinu, vyrábí v České republice pivovary, naopak sladinné extrakty vyrábí především sladovny. Sladovny na rozdíl od pivovarů používají technologii infuzního způsobu získání sladiny [4, 45].

Samotné zahuštění probíhá na vakuových odparkách pro koncentráty medovité, nebo pastovité konzistence a následně ještě na tryskových odparkách pro koncentráty práškové konzistence [4, 22].

5.3 Produkty medové konzistence

Jedná se o mladinu nebo sladinu, která je na vakuových odparkách zahuštěná na požadovanou konzistenci. Sladina se zahušťuje v technologicky unikátních odparkách, kdy je dosaženo vření a odpaření vody už při teplotě kolem 45 °C. Tato teplota nepoškozuje hlavní složku výtažku – sladový cukr neboli maltózu – karamelizací. Pro úspěšné odpařování je důležitá teplota odpařovaného výluhu, nikoli parního prostoru. Jakmile je výluh zahuštěn zruší se na vakuové odparce vakuum a extrakt se převede do zásobního tanku [4, 44].

Sladovny také vyrábí sladový kulér vhodný k dobarvování piva v pivovarech. Obvykle se kulér vyrábí o hodnotě EBC dle požadavku odběratele v rozmezí 5200 až 10000. Hodnota pH se pohybuje kolem 4 - 5, extrakt 72 - 77 % [4].

Samotná odpařovací stanice se skládá z odparky (odpařovacího tělesa s odpařovacím prostorem a topným tělesem), z kondenzátoru, vývěvy a odvodu par. K vytápění odparek se používá přímá, nebo returní pára. Výkon odparky je závislý na velikosti odpařovací plochy, tepelnému spádu a transmisním koeficientům. K výrobě 1 kg sladového koncentrátu se spotřebuje v průměru 200 – 300 l [44].

Všechny tyto výrobky jsou přírodní, bez použití jakýchkoliv konzervačních látek a stabilizátorů. Na Obr. 18 je vyobrazena vakuová odparka z provozu Sladovny Bruntál. Na Obr. 19 je příklad balení sladového extraktu a na Obr. 20 mladinového koncentrátu medové konzistence [4].



Obr. 18: Odparka [4]



Obr. 19: Ukázka výrobku sirupovité konzistence – sladový extrakt tekutý [25]



Obr. 20: Ukázka výrobku sirupovité konzistence – mladinový koncentrát [48]

5.4 Produkty práškové konzistence

Jedná se o sypký, silně hygroskopický prášek světlé bílo-žluté barvy, bez cizích příměsí.

Způsob výroby je identický s výrobou extraktů medové konzistence, jen po zahuštění ještě následuje dosoušení na tryskových sušičkách [27].

Vzhledem k tomu že sirupovitá konzistence není vždy nejvhodnější (např. výtažek se obtížně váží, ulpívá na stěnách obalů), tak výrobci nabízejí také práškovou podobu [44].

Na tryskových sušičkách je horizontálně rozprašován výrobek (velikost kapénky je kolem 0,01-0,05 mm) na kolmo vedený horký vzduch (o teplotě 150 °C). K vysušování dochází již při teplotě asi 41 °C (nasycení), respektive o něco vyšší, neboť úplného nasycení v praxi dosáhnout nelze. Takto připravena sladina nebo mladina je chuťových vlastností stejných jako u tekutého kanditního výtažku. Tento výtažek je vyráběn podobně jako výtažky medové konzistence v různých variantách hodnoty EBC [4, 23, 44].

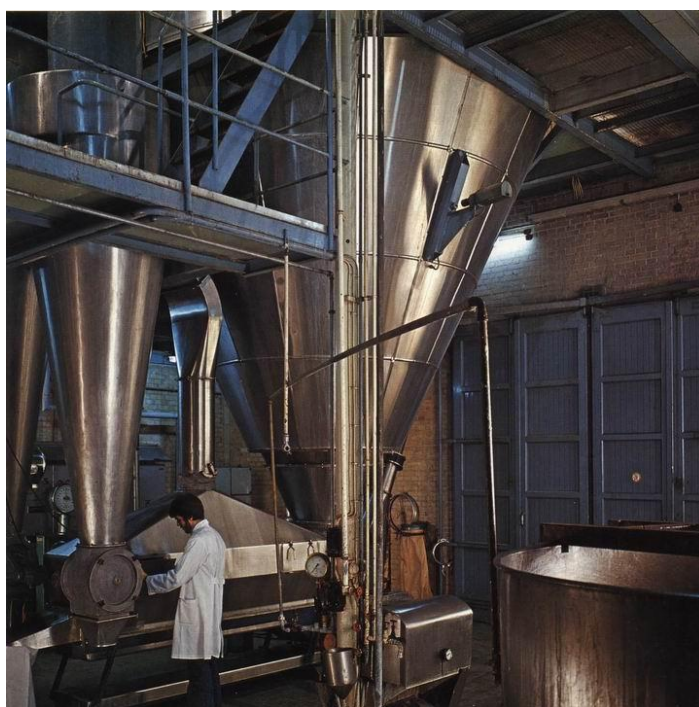
Všechny sušárny tohoto typu jsou značně náročné na spotřebu energie. Velkou výhodou těchto sušáren ale je, že se látka v ní sušená nemůže přehřát. Na Obr. 21 je vyobrazen sladivový extrakt v práškové (krystalické podobě) a na Obr. 22 mladinový koncentrát v práškové podobě. Na Obr.23 je vyobrazena trysková sušička [44].



Obr. 21: Ukázka výrobku práškové konzistence – sladivový extrakt krystalický [26]



Obr. 22: Ukázka výrobku práškové konzistence – mladinový extrakt krystalický [61]



Obr. 23: Trysková sušička [49]

5.5 CHEMICKÉ SLOŽENÍ A VLASTNOSTI SLADINOVÝCH A MLADINOVÝCH KONCENTRÁTŮ

Složení sladových extraktů tekutých a sušených je poměrně podobné. Tekuté výtažky ale mají díky většímu obsahu vody o něco málo menší koncentraci extrahovaných látek. [44]

Pro ukázkou složení tekutých sladových výtažků:

Sacharidy cca 72-77 %, z toho asi 50-56 % maltózy a 8-10% glukózy, 4-7 % bílkovin a 1-1,2 % minerálních látek [4].

Složení sušených sladových výtažků:

Sacharidy cca 82-88 %, z toho asi 55-62 % maltózy a 9-11% glukózy, 4,2-7 % bílkovin a 1-1,2 % minerálních látek [4].

Diastatická mohutnost se u nediatatických výtažků pohybuje od 200 do 350 jednotek Wk. Vhodné jsou také jako sladidlo v makrobiotické kuchyni. Používá se při výrobě maltosových vín, v dětské výživě a ve farmaceutickém průmyslu slouží jako chuťová složka posilujících směsí. Vzhledem ke svému obsahu zkvasitelného a snadno vstřebatelného cukru (maltózy), jsou sladové výtažky vhodné k výrobě maltózových vín. Jsou také výborným rozkvašovadlem ve výrobě jablečných i jiných ovocných vín [4, 61].

ZÁVĚR

Výroba kvalitních mladinových koncentrátů a extraktů sladu je náročný proces, který si vyžaduje pečlivý výběr vhodných surovin, analyzování těchto surovin a následně náročnou práci jak ve sladovnách, pivovarech a nakonec až v podnicích kde se sladina, či mladina zahušťuje.

Jedním z nejdůležitějších kroků v celém zdlouhavém procesu výroby je právě výběr kvalitního a k sladování vhodného ječmene. Dalším ne méně důležitým krokem je důkladné sladování ječmene. Především v náduvnících, dále v klíčirnách a konečně na hvozdech. Na hvozdech je zejména důležitá teplota, tah a doba strávená na hvozdu. Tyto tři důležité parametry hvozdnění určují, jaký druh sladu se na hvozdu vyrobí. Následně je slad zpracováván buď v pivovarech, nebo ve sladovnách. V pivovarech se ze sladu vyrábí mladina požadované barvy a hořkosti, která se připravuje tradičním dvourmutovým dekokčním způsobem. Ve sladovnách se zase vyrábí sladina infuzním způsobem. Nakonec se sladina i mladina přesouvá na vakuové odparky, kde se z nich vyrábí mladinový koncentrát, nebo extrakt sladu. Pokud si zákazník přeje konzistenci práškovou místo medové konzistence, tak se tyto koncentráty ještě odváží na tryskovou sušičku, kde je původně sladina, nebo mladina vysušena až na práškovou konzistenci. Výtažky medovité konzistence jsou vysušeny na refraktometrickou sušinu kolem $81,0 \pm 2$ °Bx a vlhkosti 19%. Výtažky práškové konzistence jsou po té vysušeny až na 95 – 98 % a vlhkosti kolem 2 %.

Na základě této literární rešerše, jenž byla cílem bakalářské práce se dá konstatovat, že:

- pro zhotovení kvalitních mladinových koncentrátů, nebo sladových extraktů je nejdůležitější kvalitní ječmen splňující podmínky pro sladování,
- pečlivě vyrobený a následně uskladněný ječný slad,
- umění mistru sládků a sladařů, stejně tak jako maximální dodržování všech zásad při zpracování potravin
- a nakonec šetrné zahušťování až do podoby finálních výrobků.

Hlavním cílem této bakalářské práce je podat co nejucelenější pohled na mladinové koncentráty a extrakty sladu, jejich výrobu a použití v praxi.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BASAŘOVÁ, Gabriela, J. ŠAVEL, P. BASAŘ a T. LEJSEK. *Pivovarství: teorie a praxe výroby piva*. Vyd 1. Praha: VŠCHT, 2010. ISBN 978-80-7080-734-7.
- [2] KOSAŘ, K. a S. PROCHÁZKA. *Technologie výroby sladu a piva*. První. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. 2000. ISBN 80-902658-6-3.
- [3] *Financninoviny* [online]. 2016 [cit. 2016-02-016]. Dostupné z: <http://www.financninoviny.cz/zpravy/vyroba-piva-v-cr-loni-diky-rostoucimu-vyvozu-vzrostla-o-2-3-pct/1204332>
- [4] Sladové výtažky. *Sladovna Bruntál* [online]. Bruntál [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.sladovnabruntal.cz/sladove-vytazky/>
- [5] *Vyhláška*. In: . Praha: Ministerstvo zemědělství, 1997, první, 335/1997 Sb. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1997-335#oddil3>
- [6] Vyhláška 335/1997 Sb. pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní lít, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí.
- [7] MOZNY, Martin et al. The impact of climate change on the yield and quality of Saaz hops in the Czech Republic. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2009, 149(6–7), 913-919. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.02.006>. ISSN 01681923. Dostupné také z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192309000392>
- [8] RIBM 655 – sbírka pivovarských kvasinek. *Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s.* [online]. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2016 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: http://www.beerresearch.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=47%3Asba-kvasinek&catid=99%3Avyzkum-obecne&Itemid=110&lang=cs
- [9] FILLAUDEAU, Luc, Pascal BLANPAIN-AVET a Georges DAUFIN. Water, wastewater and waste management in brewing industries. *Journal of Cleaner Production*. 2006, **14**(5), 463-471. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.01.002>. ISSN 09596526. Dostupné také z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652605000041>
- [10] BASAŘOVÁ, Gabriela. *Pivovarsko-sladařská analytika I*. Praha: Merkanta, 1992.
- [11] *Pivo jako potravina*. In: Český svaz pivovarů a sladoven [online]. Praha, 2009, [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://www.ceske-pivo.cz/pivo-jako-potravina>.

- [12] Kvalita ječmene. *Úroda* [online]. Brno, 2002 [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: <http://uroda.cz/kvalita-ječmene/>
- [13] BASAŘOVÁ, Gabriela. *Sladařství: Teorie a praxe výroby sladu*. Vyd 1. Praha: Havlíček Brain Team, 2015. ISBN 978-80-87109-47-2.
- [14] KOVAŘÍK, Michal. *Český chmel 2013*. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2013. ISBN 978-80-7434-051-2.
- [15] Agribusiness handbook: Barley, malt, beer. In: *Food and Agriculture Organization of the United Nations*[online]. Rome: Viale delle Terme di Caracalla, 2009 [cit. 2016-02-03]. Dostupné z: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/tci/docs/AH3_BarleyMaltBeer.pdf
- [16] PROKEŠ, Josef. Druhy sladů. In: *Výzkumný ústav pivovarský a sladařský: Pivovarská škola - výroba sladu a piva* [online]. [cit. 2016-03-04]. Dostupné z: http://www.beerresearch.cz/index.php?option=com_rubberdoc&view=category&id=123%3Apivovarska-kola-vyroba-sladu-a-piva&Itemid=159&lang=cs
- [17] R. J. VIĚTOR, A. G. J. VORAGEN a S. A. G. F. ANGELINO. composition of non – starch polysaccharidies in wort and spent grain from brewing trials with malt from a good malting quality barley and feed barley . *Journal of The Institute of Brewing*, 2013, roč. 99, s. 244-248. ISSN: 2050-0416.
- [18] KOSAŘ, Karel. *Metodiky pro zemědělskou praxi – kvalita sladovnického ječmene a technologie jeho pěstování*. První. Praha: ÚZPI, 1997. ISBN 80-86153-02-9.
- [19] ČULÍK, Jiří et al. *Kvasný průmysl: Termogravimetrické stanovení vlhkosti v pivovarských surovinách*[online]. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2008, **54**(6) [cit. 2016-05-08]. ISSN 0023-5830. Dostupné z: <http://www.kvasnyprumysl.cz/cz/journal/2008/6/>
- [20] KADLEC, Pavel et al. *Technologie potravin: Co byste měli vědět o výrobě potravin?*. První. Ostrava: KEY Publishing s.r.o., 2009. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [21] HUBÍK, Květoslav et al. *Kvalita ječmene. Úroda* [online]. Kroměříž, 2002 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: [http://uroda.cz/kvalita-ječmene/Zemědělský výzkumný ústav Kroměříž, s. r. o.](http://uroda.cz/kvalita-ječmene/Zemědělský_výzkumný_ústav_Kroměříž,_s._r._o.)
- [22] Sušením potravinářských produktů na velké tryskové sušárně. *Agra* [online]. Velký Bydžov [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.agra.cz/vyrobní-program/susenim-potravinarskych-produktu-na-velke-tryskove-susarne.html>
- [23] Kvasné cukry. *Mistr sládek* [online]. Šenov [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://mr-sladek.cz/uvod/kvasne-cukry/32>

- [24] Kompletní systém řízení a vizualizace závodu na výrobu sladu v Hodonicích. *Reliance: Industrial SCADA/HMI system* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://www.reliance.cz/cs/success-stories/food-processing-industry/complete-system-for-visualization-and-monitoring-of-barley-production-in-hodonice-malting-plant>
- [25] Sladový výtažek světlý 1,7 Kg (kanditní). *Pivotéka.cz* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://www.pivoteka.cz/sladowy-vytazek-svetly-1-7-kg-kanditni-61283010>
- [26] Maltóza znalec sladový výtažek. *Pivotéka.cz* [online]. [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <https://www.pivoteka.cz/maltoza-znalec-1-kg-110080>
- [27] VAVŘÍK, Pavel. *Sladové výtažky-sladovit*. Bruntál, 2014.
- [28] Žatec: Chmelařský institut Žatec. *Vývoj a tradice českých odrůd chmele*. 2013. ISBN 978-80-87357-11-8.
- [29] BRIGGS, D. E. *Malts and Malting*. New York: Springer Science & Business Media. 1998. ISSN 0-412-29800-7.
- [30] Ječmen: *Hordeum*. In: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno [online]. [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/jecmen.htm>
- [31] Slad. *Brelex* [online]. Praha: Brelex s.r.o., 2016 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.brelex.cz/faq.php>
- [32] LEWIS, M. J. a T. W. Young. *Brewing*. 2012, New York: Springer Science & Business Media. ISSN: 978-0-306-47274-9
- [33] Skripta sladařství. In: *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze* [online]. Praha: VŠCHT [cit. 2016-05-13]. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/>
- [34] PROKEŠ, Josef a Jiří HARTMANN. *Kvasný průmysl* [online]. Praha, 2005, **51**(10) [cit. 2016-05-14]. ISSN 0023-5830. Dostupné z: <http://www.kvasnyprumysl.cz/cz/journal/2005/10/>
- [35] Zpracování zemědělských produktů - rostlinná část. In: *Mendelova univerzita v Brně* [online]. Brno, 2016 [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/
- [36] Klíčení. In: *Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s.* [online]. Praha: VÚPS, a.s. [cit. 2016-05-14]. Dostupné z: http://www.beerresearch.cz/index.php?searchword=kl%C3%AD%C4%8Den%C3%AD&ordering=&searchphrase=all&Itemid=149&option=com_search&lang=cs

- [37] Hvozďení. In: *Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s.* [online]. Praha: VÚPS, a.s. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://www.beerresearch.cz/index.php?searchword=hvozd%C4%9Bn%C3%AD&ordering=newest&searchphrase=all&limit=20&option=com_search&lang=cs
- [38] Druhy sladů. In: *Výzkumný ústav pivovarský a sladařský* [online]. Praha: VÚPS, a.s. [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://www.beerresearch.cz/index.php?searchword=slad&ordering=newest&searchphrase=all&limit=20&option=com_search&lang=cs
- [39] Brewing science and practice. In: *Farsagres* [online]. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2004 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://fars.itvhe.ac.ir/_fars/Documents/99ae7cc8-c9a8-4356-8d24-f6c208322cb7.pdf. [s 47].
- [40] *Kvasný průmysl: Původ a význam cizorodých látek v potravinách a speciálně v pивu.* [online]. Praha: VÚPS, 1981, **27**(1) [cit. 2016-05-15]. ISSN 0023-5830. Dostupné z: <http://www.beerresearch.cz/>
- [41] PIVO A SUROVINY K VÝROBĚ PIVA. In: *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze* [online]. Praha: vscht [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://web.vscht.cz/~koplikr/5%20Pivo_2014a.pdf
- [42] *Kvasný průmysl* [online]. 1998, **44**(4) [cit. 2016-05-16]. ISSN 0023-5830. Dostupné z: <http://www.kvasnyprumysl.cz/cz/journal/1998/4/>
- [43] Sylabus - pivovarství. In: *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze* [online]. Praha: VŠCHT [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: ub.vscht.cz/files/uzel/0015847/pivovarstvi.pdf
- [44] MAREČEK, Vladimír. *Sladové výtažky*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, n.p., 1957.
- [45] Mladinový koncentrát - extrakt. In: *Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s.* [online]. Praha [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: http://www.beerresearch.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=50%3Amladinovncentr&catid=75%3Aprodukty-na-vyrobu-piva&Itemid=113&lang=cs
- [46] Výroba piva z mladinového koncentrátu – zjednodušené pivovary. *Mobilní pivovary s.r.o.* [online]. [cit. 2016-05-16]. Dostupné z: <http://www.mobilnipivovary.cz/konstrukcni-reseni/vyroba-piva-z-mladinoveho-koncentratu/>
- [47] Sladovny: KVALITA PIVA ZAČÍNÁ U KVALITNÍHO SLADU. Moravské potravinářské strojírný, a.s. Olomouc [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.mopos.com/vyrobní-program/sladovny.htm>

- [48] BOCK 1,7 Kg MLADINOVÝ KONCENTRÁT BLACK ROCK. *Pivoteka.cz* [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <https://www.pivoteka.cz/bock-1-7-kg-mladinovy-koncentrat-black-rock-998721461>
- [49] Spodní část rozprašovací sušárny a fluidní sušárna,. In: *České vysoké učení technické v Praze* [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://users.fs.cvut.cz/pavel.hoffman/PREDMETY/ZSVZ/Foto/Susarny/Resize%20of%20Spodek%20RS+FS.JPG>
- [50] Význam odrůdy ječmene pro sladovnický průmysl. In: *Agrární www portál* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/109963/vyznam-odrudy-jecmene-pro-sladovnicky-prumysl>
- [51] Sladovnický ječmen. In: *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://uprt.vscht.cz/ucebnice/mb/MB43-v1.HTM>
- [52] Sladařství: Historie, trendy a perspektivy sladařství, kapacity. Přehled surovin. In: *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/>
- [53] PROKEŠ, Josef. Máčení. In: *Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s.* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: http://www.beerresearch.cz/index.php?searchword=m%C3%A1%C4%8Den%C3%AD&ordering=newest&searchphrase=all&limit=20&option=com_search&lang=cs
- [54] Gupta, M., Abu-Ghannam, N., & Gallagher, E. (2010). Barley for Brewing: Characteristic Changes during Malting, Brewing and Applications of its By-Products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 9, 318-328.
- [55] Slad: Sladování ječmene – výrobní postup. *Sladovna Bruntál* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.sladovnabruntal.cz/slad/>
- [56] Charakteristika sladových výtažků. *Sladovna Bruntál* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: <http://www.sladovnabruntal.cz/charakteristika-sladovych-vytazku/>
- [57] Technologie výroby sladu a piva. *Mendelova univerzita v Brně* [online]. [cit. 2016-05-18]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=2505&typ=html
- [58] KANTELBERG, B a H HERMANN. *Stav techniky šrotování s rmutování* [online]. 1992, **38**(1) [cit. 2016-05-18]. ISSN 0023-5830. Dostupné z: <http://www.kvasnyprumysl.cz/cz/search>

-
- [59] CHLÁDEK, Ladislav. *Pivovarství*. Praha: Grada publishing a.s., 2007. ISBN 987-80-247-1616-9[60] Mladinový koncentrát - extrakt. *Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s.* [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: http://www.beerresearch.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=50&Itemid=113
- [61] Plzeňský ležiak 3kg+ kvasnice Pilsner. *Uvartespivo* [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: <http://www.uvartespivo.sk/Plzensky-leziak-3kg-kvasnice-Pilsner-d30.htm>
- [62] Sladové výťažky. *Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s.* [online]. [cit. 2016-05-19]. Dostupné z: http://www.beerresearch.cz/index.php?searchword=sladov%C3%A9+v%C3%BDta%C5%B8ky&ordering=&searchphrase=all&Itemid=149&option=com_search&lang=cs

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EBC European Brewery Convention

EPM Extrakt původní mladiny

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Ječmen dvouřadý [30].....	50
Obr. 2	Schéma výroby sladu (Vytvořeno dle[13]).....	49
Obr. 3	Skladování ječmene na půdách [13].....	49
Obr. 4	Skladování ječmene v silech [13].....	49
Obr. 5	Náduvník [47].....	51
Obr. 6	Vizualizace technologie máčení ječmene Reliance SCADA ve sladovně Hodonice [24].....	50
Obr. 7	Diagram hvozdění světlého plzeňského sladu [13].....	49
Obr. 8	Plzeňský slad [31].....	50
Obr. 9	Bavorský slad [31].....	50
Obr. 10	Pšeničný slad [31].....	50
Obr. 11	Karamelový slad [31].....	50
Obr. 12	Barvicí slad [31].....	50
Obr. 13	Jednormutový postup [1].....	48
Obr. 14	Dvourmutový postup [1].....	48
Obr. 15	Třírmutový postup [1].....	50
Obr. 16	Infuzní postup [1].....	50
Obr. 17	Rmutování skokem [1].....	50
Obr. 18	Odparka [4].....	48
Obr. 19	Ukázka výrobku sirupovité konzistence – sladový extrakt tekutý [25]	50
Obr. 20	Ukázka výrobku sirupovité konzistence – mladinový koncentrát [48].....	52
Obr. 21	Ukázka výrobku práškové konzistence – sladový extrakt krystalický [26].....	50
Obr. 22	Ukázka výrobku práškové konzistence – mladinový extrakt krystalický [61].....	53
Obr. 23	Trysková sušička [49]	52

SEZNAM TABULEK

Tab. 1	Obsah chemických složek ječmene (% v sušině) [13].....	49
Tab. 2	Chemické a biochemické složení jednotlivých částí ječné obilky [13].....	49
Tab. 3	Hodnocení křehkosti sladu friabilimetrem [13]	49
Tab. 4	Obsah chemických složek ječmene (% v sušině) [13].....	49