Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra technologických zařízení staveb

Diplomová práce

Ekonomika výroby piva použitím přímého a nepřímého ohřevu varny

Vedoucí práce: doc. Ing. Ladislav Chládek, CSc.

Autor práce: Bc. Miloš Láznička

© 2023 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Miloš Láznička

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Ekonomika výroby piva použitím přímého a nepřímého ohřevu varny

Název anglicky

Economics of beer production with direct and indirect brewhouse heating.

Cíle práce

Cílem práce je posouzení ekonomiky a chuti vyrobeného piva dvojím zůsobem na stejné varně následujícím způsobem:
- na klasické varně, opatřené topným duplikátorem, vyhřívaném parou
- na stejné varně, vyhřívané vstřikem přímé páry do intenzivně míchaného rmutu,
sladiny a mladiny.

Metodika

- provést pět várek na stávající varně s nepřímým dupliktorovým ohřevem a zaznamenat celkovou spotřebu tepelné energie, vyrobit z vyrobené mladiny pivo,

- provést úpravu varny na přímý ohřev vstřikem sterilní páry, použít stejné suroviny a rmutování a chmelovar jako u první várky, zaznamenat celkovou spotřebu tepelné energie, vyrobit z takto vyrobené mladiny pivo,

- provést degustace obou typů vyrobených piv

- provést srovnání spotřeby tepelné energie a vyvodit závěr

Doporučený rozsah práce

60 – 70 stran

Klíčová slova

sladina, mladina, pivo, ekonomika, přímý ohřev, nepřímý ohřev provozu

---

Doporučené zdroje informací

BASAŘOVÁ, G. *České pivo*. Praha: Havlíček Brain Team, 2011. ISBN 978-80-87109-25-0.
BASAŘOVÁ, G. – VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE. *Pivovarství : teorie a praxe výroby piva*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010. ISBN 978-80-7080-734-7.
Chládek,L.: Pivovarství Praha Grada 2007, ISBN
Kunze,W.:Technology Brewing and Malting, VLB Berlin 2010 ISBN 978-3-921690-64-2

Předběžný termín obhajoby

2022/2023 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Ladislav Chládek, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Konzultant

doc. Ing. Petr Vaculík Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 1. 2. 2022

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2022

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 03. 03. 2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Ekonomika výroby piva použitím přímého a nepřímého ohřevu varny" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 29.3.2023 _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Ladislavu Chládkovi, CSc., vedoucímu diplomové práce, za odborné vedení, pomoc a poskytování rad při jejím zpracování.
Dále svému otci Ing. Miloši Lázničkovi za obětavou pomoc při výrobě domácího piva a za nespočet dobrých rad při vypracování diplomové práce, dále Sladovně Klusáček za možnost exkurze do jejich závodu a v neposlední řadě bych rád poděkoval všem, které jsem požádal o ohodnocení a vyplnění senzorických testů za jejich nezištnou pomoc.

Ekonomika výroby piva použitím přímého a nepřímého ohřevu varny

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá ekonomikou výroby piva Plzeňského-stylu dvěma rozdílnými způsoby ohřevu dvou varen za použití stejných surovin, infuzního a dekokčního způsobu rmutování, svrchního a spodního kvašení se zřetelem na senzoriku vyrobeného piva. První část je věnována použití a přípravou surovin pro vaření piva, rozdílným technologiím pro ohřev varny a senzorickému srovnání uvařeného piva. Ve druhé části probíhá kalkulace vstupních, průběžných a celkových nákladů potřebných pro výrobu piva. Dále samotný proces výroby různých druhů piva Plzeňského-stylu s rozdílným způsobem kvašení použitého pro závěrečné senzorické testy. V závěrečné části práce jsou zkoumány technologické, ekonomické a senzorické faktory vyrobeného piva dvěma rozdílnými technologiemi ohřevu varny a stylu kvašení na dvou varnách, dále diskuse nad výslednými zjištěními a doporučeními pro další výrobu piva.

Klíčová slova: Spodně kvašené pivo, svrchně kvašené pivo, infuzní proces, dekokční proces, ekonomické náklady, porovnání technologií, minipivovar.

The economy of brewing beer with direct and indirect wort heating

Abstract

The diploma thesis deals with the economy of brewing Pilsner-style beer in two diverse ways of heating two brewhouses using the same raw materials, infusion and decoction method of mashing, top and bottom fermentation regarding the sensory profile of the produced beer. The first part is devoted to the use and preparation of raw materials for brewing, different technologies for heating the brewhouse and economic comparison of brewed beer. In the second part, the calculation of input, interim and total costs necessary for beer production is conducted. Furthermore, the process of production of several types of Pilsner-style beer with distinctive methods of fermentation are going to be used for the final sensory tests. In the final part of the thesis, the technological, economic, and sensory factors of the produced beer by two different technologies of heating the brewhouse and the style of fermentation on two brewhouses are examined, including a discussion of the resulting findings and recommendations for further beer production.

Keywords: Bottom-fermented beer, top-fermented beer, infusion process, decoction process, economic costs, comparison of technologies, microbrewery.

Obsah

1 Úvod **1**

2 Cíl práce a metodika **3**

2.1 Cíl práce 3

2.2 Metodika 4

3 Teoretická východiska **5**

3.1 Technologie výroby piva 5

3.2 Pivo a zdraví 6

3.3 Svrchní a spodní kvašení 6

3.3.1 Svrchní kvašení 6

3.3.2 Spodní kvašení 6

3.4 Základní suroviny pro výrobu piva 7

3.4.1 Slad 7

3.4.1 Speciální slady 8

3.4.2 Chmel 9

3.4.3 Voda 10

3.4.4 Kvasnice 11

3.5 Technologie výroby sladu 11

3.5.1 Sladovna Kounice 11

3.5.2 Ječmen – původ a šlechtění 12

3.5.3 Výroba sladu 12

3.5.4 Příjem 14

3.5.5 Čištění a třídění ječmene 15

3.5.6 Uskladňování a ošetřování ječmene 15

3.5.7 Máčení 16

3.5.8 Klíčení 17

3.5.9 Hvozdění 19

3.5.10 Kontrola hvozdění 19

3.5.11 Technologické odlišnosti ve výrobě speciálních sladů 20

3.6 Technologie využití chmele 22

3.6.1 Historie pěstování chmele 23

3.6.2 Morfologie chmele 23

3.6.3 Pěstitelské oblasti 23

3.6.4 Pěstování chmele 24

3.6.5 Posklizňová úprava chmele 24

3.6.6 Přehled českých odrůd chmele 25

3.6.7 Chmelové výrobky 28

3.7 Technologie využití kvasnic ... 28
3.7.1 Rozdíl mezi svrchním a spodním kvašením ... 29
3.7.2 Udržování kultur a propagace ... 29
3.8 Základní senzorické charakteristiky piva ... 30
3.9 Stupňovitost piva dle stupně Plato v závislosti na specifické hustotě a objemového procenta alkoholu v hotovém pivu ... 31

4 Vlastní práce – Hlediska výroby piva v domácích podmínkách a senzorické testy32

4.1 Technické zázemí výroby piva ... 32
4.1.1 Technické porovnání systémů Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew ... 33
4.2 Ekonomické porovnání systémů Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew ... 40
4.2.1 Ekonomická specifikace systému Braumeister EXTEDED ... 42
4.2.2 Ekonomická specifikace systému BrauEule II Pro Autobrew ... 42
4.3 Varní list (viz Přílohy) ... 43
4.4 Proces výroby piva v domácích podmínkách ... 43
4.4.1 Kontrola šrotování ... 47
4.5 Senzorický test vyrobeného piva ... 51
4.6 Stárnutí piva ... 52
4.7 Hygiena a sanitace ... 52
4.8 Náklady ... 52
4.9 Náklady na výrobu várky piva technologiemi Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew ... 53
4.9.1 Náklady na výrobu várky piva technologií Braumeister EXTENDED ... 53
4.9.2 Náklady na výrobu várky piva technologií BrauEule II Pro Autobrew ... 54
4.10 Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologiemi Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew v přepočtu na 0,5 litr ... 56
4.10.1 Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií Braumeister EXTENDED v přepočtu na 0,5 litr ... 56
4.10.2 Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií BrauEule II Pro Autobrew v přepočtu na 0,5 litr ... 57
4.11 Náklady na výrobu spodně kvašeného piva technologiemi Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew v přepočtu na 0,5 litr ... 58
4.11.1 Náklady na výrobu spodně kvašeného piva technologií Braumeister EXTENDED v přepočtu na 0,5 litr ... 58
4.11.2 Náklady na výrobu spodně kvašeného piva technologií BrauEule II Pro Autobrew v přepočtu na 0,5 litr ... 60
4.12 Ekonomické porovnání systémů Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew – porovnání svrchního kvašení proti spodnímu ... 62
4.13 Ekonomické porovnání systémů Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew – roky 2021/2023 ... 63
4.13.1 Porovnání po korekci – přepočet nákladů na historické ceny ... 68

4.14 Zhodnocení ekonomických nákladů ... 69
4.14.1 Ekonomické náklady svrchně kvašeného piva ... 70
4.14.2 Ekonomické náklady spodně kvašeného piva ... 71
4.14.3 Porovnání přímých nákladů na způsobu kvašení ... 71
4.15 Porovnání výtěžnosti ... 72
4.16 Zhodnocení nákladů s přihlédnutím na limitaci maximální roční produkce ... 73
4.16.1 Stanovení fixních veličin ... 73
4.16.2 Technologie Braumeister EXTENDED ... 73
4.16.3 Technologie BrauEule II Pro Autobrew ... 73
4.16.4 Výsledek fixních veličin ... 73
4.17 Párová porovnávací zkouška ... 74
4.17.1 Zhodnocení senzorických testů ... 76
4.18 Soutěž - Kostelecký chmelovárek 2023 ... 77

5 Výsledky ... 78
5.1 Výsledné náklady na výrobu várky ... 78
5.2 Výsledná zjištění nárůstu cen po dvou letech ... 79
5.3 Výsledek přímých nákladů na způsobu kvašení ... 79
5.4 Výsledek výtěžnosti ... 80
5.5 Výsledek limitace maximální roční produkce ... 80

6 Diskuse ... 81

7 Závěr ... 82

8 Literatura ... 84

9 Seznam obrázků ... 86

10 Seznam tabulek ... 88

11 Přílohy ... 90

1 Úvod

Česká republika se svým prvenstvím v pití piva na hlavu a vytříbeným vkusem pro dobré pivo známa celosvětově. Vývoz základních surovin pro výrobu piva a samotného hotového výrobku do celého světa je jasný příklad toho, že tuzemské znalosti ohledně komplexity výroby piva od základních surovin, až po finální výrobek, jsou na nejvyšší možné úrovni. S rozmachem středních, malých a nejmenších pivovarů je více možností, jak ochutnat dobré pivo. Dalším způsobem, jak poznat pivo jinak, je si ho uvařit. V dnešní době je snadnější než kdy jindy v domácích podmínkách začít vařit pivo.

Pivo se považuje za jeden z nejstarších alkoholický nápojů na světě. Starší dle některých se považuje víno. Dle nových zjištění je nejstarším alkoholickým nápojem medovina. (Millgan, 2020) Med byl dostupný lidem od nepaměti. Kdežto obilí, ze kterého se pivo vyrábí, bylo lidem dostupné až od doby, kdy ho sami začali cíleně pěstovat. Pivo vzniklo nejspíše ve více kulturách, nezávisle na sobě, a to pravděpodobně v době od přechodu od lovu a sběru k zemědělství, asi v období 10000 let před naším letopočtem. Národ, který dle dochovaných pramenů vyráběl a konzumoval byli Sumerové žijící v oblasti známé pod názvem Mezopotámie. Nachází na blízkém východě mezi řekami Eufrat a Tigris, dnešní Sýrie, Irák a Irán. (Mark, 2019)

V Evropě vaření piva lze datovat od příchodu Keltů, Germánů a Slovanů. Všechny zmíněné národy pivo dobře znaly a také ho konzumovaly. Typické pro Kelty bylo, že patřili mezi první co začali používat dřevěné sudy. Germáni začali používat chmel a Slované používání ječmene. Důležitá zmínka o dochovaném vaření piva na Českém území je z roku 993 nedaleko Břevnovského kláštera. (Chládek, 2011)

Základní suroviny pro výrobu piva jsou voda, chmel, ječmen a pivovarské kvasinky. Slad je specifickým způsobem upravená obilovina, která prošla přesně kontrolovaným namočením, naklíčením a usušením. Celé se to dělá pro aktivaci přírodních procesů – enzymů v zrnu ječmene, které pomůžou naštěpit škrob na menší cukry, které jsou zkvasitelné pivovarskými kvasinkami. Díky kterým vzniká alkohol. Nejčastěji používané slady jsou Plzeňské, Mnichovské a karamelové.

V českém pivovarnictví je nejhojněji používaný Plzeňský slad. Jedná se o jeden z nejsvětlejších a je charakteristický pro český ležák. Slady se dále dělí dle barvy, stupně pražení a intenzity karamelu.

Voda jakožto další velmi důležitá surovina musí být mikrobiologicky stabilní, tedy v pitné kvalitě a spíše měkká. Voda tvoří z 92 % složení piva, proto je velmi důležitá její kvalita.

Pro Českou republiku je nejznámější a nejtypičtější chmel Žatecký Poloraný Červeňák. Má ochranou známku a smí se pěstovat pouze v okolí Žatce. Díky svým unikátním vlastnostem je vyvážen do celého světa. Chmel se do piva přidává z důvodu dodání hořkosti, aroma a konzervaci. Dodá pivu typickou hořkou vůni a chuť.

Poslední a ne méně důležitou surovinou jsou kvasinky. Dělí se na dva druhy na spodní a svrchní kvašení. Jedná se o odlišné kvasinky pro výrobu rozdílných piv. Kvasinky spodního jsou typické pro český ležák. Svrchní kvasnice se používají pro piva typu Ale, Ipa, Apa, Stout atd.

Mezi další suroviny se kterými dnešní pivovary experimentují jsou rozmanité druhy ovoce a bylin. Nejčastěji používané jsou citrusy a mnohé další. Lze použít i bakterie mléčného kvašení. V běžném pivě velmi nežádané specifické vůně a chutě, které jsou nepřirozené. Ale přesto existují pivní styly, které využívají v malém množství vzniklou kyselinu mléčnou, které jsou nazývány „Kyseláč“. (Basařová, 2010)

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Cílem autora práce bude ekonomické a senzorické porovnání uvařeného piva Plzeňského-stylu v domácích podmínkách na dvou rozdílných varnách, kdy každá využívá rozdílný ohřev díla. Za použití stejných surovin, stejného varného listu, stejného technologického procesu výroby, stejně velké várky, stejné doby hlavního kvašení a poté zrání. Uvařené mladé pivo bude zkvašeno svrchně a spodně. Celý proces bude ve dvou shodných iteracích s měsíčním rozestupem. Závěrem práce bude ekonomické zhodnocení všech uvařených piv. V konečné diskusi budou brány v potaz náklady vstupních surovin, za spotřebovanou energii a degustační ohodnocení vyrobených piv.

V jedné várce budou uvařena čtyři odlišná piva. Dvě technologie vaření na dva způsoby zkvašení. Po měsíci bude výroba piva zopakována. Celkem bude osm druhů piva, která se podrobí senzorické zkoušce.

Výstup senzorických testů bude párová zkouška porovnávací technologii vaření, zdali je rozdíl mezi infuzním a dekokčním způsobem rmutování, dále rozdíl mezi způsobem zakvašení a jeho význam na senzorické hodnocení u stejné technologie výroby piva a rozdílné technologie piva. V rámci senzorických testů se bude měsíční rozestup uvařeného piva rovněž hodnotit.

Autor práce používal ke své práci následující varny: prvním typem byla varna Braumeister EXTENDED od německého výrobce Speidel, která pracuje na principu infuzního vaření, pro ohřev využívá topnou spirálu s přímým kontaktem a nuceným oběhem rmutu za pomoci čerpadla. Technologie Braumeister byla vyvinuta značkou Speidel, která využívá technologii centrálního sladového koše.

Zmíněná technologie byla prvně použita a vyvinuta doc. Ing. Chládkem, CSc, který si tento způsob rmutování nechal chránit zápisem užitného vzoru. (Chládek, 2000) S využitím čerpadla vystírací voda cirkuluje sladovým košem, díky čemuž dochází k postupnému vymývání škrobů a probíhá enzymatické štěpení čímž vzniká maltóza. Škroby jsou uvolňovány z našrotovaného sladu, který je uzavřen ve sladovém koši.

Centrální sladový koš má mnoho výhod, za prvé odpadá nutnost míchání, zadruhé se šetří energii a za třetí díky tomu je varna schopna být kompaktnějších rozměrů. Popisovaná technologie je jedna z mála svého druhu, která dokáže všechny technologické procesy uskutečnit v jedné kompaktní varně, která tím vyrábí slad i mladinu. Jinými slovy je zapotřebí pouze jedna nádoba na přípravu sladiny a později mladiny. Díky tomu je zajištěna v nejvyšší možné míře sterilita zařízení během celého varního procesu. (Speidel, 2018)

Druhým typem bude autorem práce použita varna BrauEule II Pro Autobrew od německého výrobce Brumas Hausbrauerei®. Ta ohřívá dílo ve rmutovací kádi pomocí vodní páry. Vodní pára je generována v oddělené nádobě ve varné pánvi za mírného přetlaku, který je docílen pomocí vzduchového kompresoru a bezpečnostní záklopky. Varna BrauEule II Pro Autobrew pracuje na principu dekokce, neboť dochází v místě vstřiku horké páry přes perforované dno vystírací kádi k lokálnímu přehřátí nejhustšího rmutu u dna a jeho následné vynesení a promíchání s částečným ochlazením na optimální pracovní teploty příslušných enzymů při technologických přestávkách. (Rothbauer, 2015)

2.2 Metodika

Autor práce v domácích podmínkách vařil pivo stejným způsobem jako v jiných pivovarech s odlišností, že várka autora nedosahuje srovnatelných objemů. Mimo to, byl celý technologický proces identický s běžným pivovarem, od šrotování, vystírání, rmutování, scezování, vyslazování, chmelovaru a zchlazení mladého piva na zákvasnou teplotu. Byly použity stejné suroviny pro všechny várky a stejný varní list.

Hlavní kvašení probíhalo ve kvasných nádobách, následně proběhlo stáčení do půllitrových láhví, ve kterých se v ležáckém sklepě nechalo dozrát mladé pivo. Na konci zrání bylo pivo připravené pro konzumaci. Vyrobené pivo bylo dále pro účel autora práce použito pro senzorické testy v podobě párových zkoušek.

Pro výzkum autor práce použil dvě zařízení s odlišnými technologiemi ohřevu díla. Použil Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew. Ve zmíněných varnách bylo uvařeno pivo stejné receptury. Obě varny mají stejný objem s rozdílnou stupňovitostí. Pro zachování receptury piva Plzeňského-stylu, byly várky po zchlazení na zákvasnou teplotu naředěny na požadovanou stupňovitost. Poté byla část várky zakvašena svrchně a druhá spodně. Durace hlavního kvašení byla zachována pro oba způsoby kvašení. Stáčení bylo provedeno do půllitrových lahví, ve kterých v ležáckém sklepu zrály. Piva ležáckého typu zrála v chladícím zařízení při teplotě 2 °C a piva typu Ale zrála při teplotě 16 °C. Zrání trvalo 3 měsíce. Poté piva byla pro účel autora práce použita pro senzorické testy. Autor práce vybral pro vyhodnocení senzorických testů párovou zkoušku. Hodnotila se technologie, způsob kvašení, a rozdíly mezi sebou.

V závěrečné části se hodnotila ekonomická náročnost výroby piva v domácích podmínkách a dopad na pivo ležáckého stylu a energie potřebná na chlazení.

3 Teoretická východiska

V následující kapitole jsou probírány teoretická východiska k danému tématu. Od technologie finálního produktu, zpětně k jednotlivým základním surovinám a jejich technologických využitích.

3.1 Technologie výroby piva

Vše začíná u sladu, chmele, kvasnic a vody. Slad jedna z primárních surovin prošla značnou modifikací, neboť slad je upravený ječmen procesem zvaným sladování, při kterém dochází k probuzení enzymů, které štěpí škrob na zkvasitelné cukry.

Nejprve se našrotuje slad. Dělá se to z důvodu, aby se škrob, který je ukrytý uvnitř zrna zpřístupnil a dobře rozpouštěl ve vodě.

Namletý slad je smíchán s vodou úkonem zvaný vystírka a zahájí se proces rmutování, jinými slovy to znamená, že celé nebo část díla se zahřívá na technologické teploty při kterých se uplatní enzymy. Dochází k rozštěpení bílkovin, k celkovému rozštěpení škrobu a vzniká rmut. Rmut je nutný scedit a oddělit od zbytků ječmene neboli od pluchů a plušků. Jedná to obaly zrna ječmene.

Scezování probíhá ve scezovací kádi. Káď má dvojité dno, jinými slovy jedná se o cedník. Ječmen zůstane v kádi a skrz perforované dno odteče čirá tekutina, které se říká sladina. Ve sladině je vylouhovaný veškerý sladový extrakt, který v sobě schovává cukry, které později kvasinky procesem kvašení přemění v alkohol.

Po scezování v kádi, jako vedlejší produkt neboli zbytky sladového šrotu, zůstane tzn. mláto. Mláto mnohé další plnohodnotné využití nemá, lze jej využít k hospodářským účelům v podobě krmiva pro prasata, do bioplynové stanice, využití v rybářství, v potravinářství lze využít na mlátový chleba, sušenky nebo na krekry pro psy.

Do sladiny se přidává samotný chmel a celé dílo se vaří tzn. probíhá chmelovar. Při kterém dochází k izomeraci hořkých látek do sladiny a vzniká produkt zvaný mladina. Charakteristické pro mladinu je, že tekutina má typickou hořkosladkou chuť. Vylouhovaný a vyvařený chmel a jeho zbytky je nutné oddělit od mladiny. Toho se docílí ve vířivé kádi, do které je uvařená mladina přiváděna tangenciálním vstupem, tím se mladina roztočí a vzniklou odstředivou sílou jsou kaly vrhány od středu ke stěně kádě. Při zpomalování rotace mladiny vzniká dostředivá síla, kterou jsou chmelové kaly vrhány z obvodu zpět ke středu, kde se usazují ve tvaru kužele. Po odčerpání vyčiřené mladiny je chmelový kal spláchnut do odpadu. Kvůli stále velmi vysoké koncentraci hořkých látek je ke krmnými účelům nevhodný.

Mladina se po dokončení chmelovaru musí zchladit na zákvasnou teplotu 6–8 °C a musí se řádně provzdušnit, poté se přidají kvasnice. Proces kvašení se dělí na dvě části na hlavní kvašení a zrání (ležení). V rámci hlavního kvašení vzniká oxid uhličitý, alkohol a teplo. Na konci hlavního kvašení se zkvašená mladina nazývá mladé pivo, které zraje neboli leží, dokud nedozraje do požadovaných parametrů. Pro zrání se využívají speciální ležácké tanky (nebo nověji CKT – cylindrokónické tanky). Mladé pivo leží při teplotách od 0 °C do 3 °C po dobu 6–8 týdnů. Využívají se chlazené hermeticky uzavřené nádoby tzn. tanky, ve kterých procesem kvašení dochází k nasycení piva CO_2, při použití CKT ve větších pivovarech je možnost jímání CO_2 pro další jeho využití. Po uležení se jedná o pivo připravené pro konzumaci.

Ve velkých pivovarech se pivo dále filtruje, pasterizuje a stabilizuje. Tím se z piva odebírají zbytkové kvasinky pro jejich eventuální nové nasazení a prodlužuje se trvanlivost piva. Ve středních a malých pivovarech se poslední dvě zmíněné operace již nedělají. (Kunze, 2004)

3.2 Pivo a zdraví

V prvé řadě se může jednat o kontroverzní téma, hlavní složka piva je ethanol, který je ve větším množství škodlivý, zato v malých dávkách je ethanol přinejmenším neškodný a udává se, že je blahodárný na kardiovaskulární systém. Dále je v pivě velké množství minerálních látek, fytochemikálií tzn. všechny rostlinné biologické látky, které mají nějaký biologický účinek na člověka, jsou to polyfenoly, třísloviny a jiné. Obsahuje vitamíny skupiny B. Z pivovarských kvasnic se sušením a lisováním vyrábí Pangamín, ve kterém jsou obsaženy vitamíny B-komplex jako doplněk stravy.

Na druhou stranu v pivě jsou obsaženy látky, které mohou škodit. Prvé řadě ethanol, poté dusitany a dusičnany, které mohou přijít z vody nebo z chmele. Dusičnany jsou nebezpečné, protože se dají snadno redukovat na dusitany a ty mohou bakterie přeměňovat na mikrosamíny, které jsou silně karcinogenní látky. Z tohoto důvodu je množství v pitné vodě regulováno, a to na hodnotu nižší než 40 $mg \cdot l^{-1}$ vody.

V pivě se mohou nacházet residua pesticidů, která mohou přijít s chmelem nebo sladem do styku. Dále těžké kovy především arzen, mykotoxiny jsou karcinogenní, způsobují karcinom tlustého střeva. Při procesu výroby piva se velké množství lepku odstraní. Kdy hodnoty lepku jsou na úrovni 100 ppm (parts per milion/počet částic na milion), Z toho důvodu se pivo jako bezlepkové nazvat nemůže, protože bezlepková potravina má množství lepku pod 20 ppm. Ale ve srovnáním s pečivem je méně rizikové. Piva s nejmenším množstvím lepku jsou piva z velkých pivovarů, kdy filtrací převážnou část lepku z piva odfiltrují. Piva z malých pivovarů, která zpravidla filtraci nemají mají vyšší množství lepku než piva z velkých pivovarů. (Basařová, 2010)

3.3 Svrchní a spodní kvašení

Kvašení probíhá pro účely práce v domácích podmínkách, kdy pro účel hlavního kvašení jsou použity kvasné kádě s aktivním chlazením a bez chlazení v závislosti, zdali se jedná o ležák nebo piva typu Ale, Stout apod. Zrání probíhá po stáčení do půllitrových skleněných láhví, které dále slouží k dlouhodobému skladování. Skleněné půllitrové láhve s korunkou byly autorem vybrány z důvodu snadné manipulace při čištění, manipulaci a skladování.

3.3.1 Svrchní kvašení

Pro účely svrchního kvašení se používá nejčastěji rod kvasinek Saccharomyces pastorianus. Jsou vhodné pro piva typu ale nebo pro pšeničná piva. Hlavní kvašení probíhá při teplotách 18-30 °C, ale schopnost kvašení je možná i při vyšších teplotách. Poté co mladé pivo je schlazeno na zákvasnou teplotu jsou přidány kvasinky. Ty kvasí na hladině a tvoří pěnu tzn. deku. Deka je způsobena stoupajícím oxidem uhličitým a kvasnicemi. Délka procesu svrchního kvašení trvá v závislosti na množství mladinového extraktu/její hustotě piva obvykle v rozmezí deseti dní až jednoho měsíce. Kvasnice svrchního kvašení se přirozeně shlukují do kolonií a jsou nadnášeny oxidem uhličitým. Důsledkem vyšší teploty kvašení dostává výsledné pivo výrazné květnaté, ovocné a mnohá další aroma. (Basařová, 2010)

Další typický rys svrchně kvašeného piva je její chuťová pestrost a přítomnost exotických vůní. Pro příklad vůně po hřebíčku, banánu, manga, grepu aj. (Olšovská, 2017)

3.3.2 Spodní kvašení

Kvasinky vhodné pro spodní kvašení jsou především rodu Saccharomyces uvarum. Piva typu ležák/plzeň jsou nejvíce vyráběná po celém světě, celosvětová produkce piva je z převážné většiny založená na spodním kvašení. Zákvasná teplota vhodná pro hlavní kvašení je v rozmezí 5–10 °C. Poté zrání probíhá na spilce, kde zraje tzn. leží v ležáckém tanku. Doba zrání je v rozmezí 1-3 měsíce, v některých případech i déle. Teplota zrání se pohybuje okolo 2 °C.

Přednosti spodního kvašení tkví, především díky nízké teplotě zrání. To má blahodárné účinky na plné vyzrání chuťového profilu. V tlakových tancích dochází k jemnému nasycení oxidem uhličitým pro vyvážený říz. Sirné látky se procesem zrání z hlavního kvašení odbourávají. (Basařová, 2010)

3.4 Základní suroviny pro výrobu piva

Základní suroviny pro výrobu piva jsou voda, chmel a ječmen ze zákona o čistotě výroby piva „Reinheitsgebot“ roku 1516 (pivovarské kvasinky byly objeveny až později). Domnívá se, že autorem byl bavorský vévoda. Důvod, proč byl zákon sepsán, byl i pravděpodobně nedostatek pšenice, ale především, že se pod názvem pivo jmenovaly všemožné nápoje s rozličným složením.

Aby se výroba piva podařila, tak je nezbytným základem správný recept. Sládek vytváří recept, vybírá suroviny, stanovuje veškeré technologické přestávky, operativně upravuje proces výroby piva, protože ne vždy jde vše podle varního listu. (Chládek, 2011)

3.4.1 Slad

Každý půllitr piva v sobě obsahuje extrakt z cca 2000 zrn sladu, který byl připraven šetrným, čistým a pro člověka zdravým přírodním procesem. Sladem výroba začíná a končí. Jedná se o surovinu, která má největší dopad na hotové pivo. Dodává pivu základní charakteristické rysy jako je zlatavá barva, kroužkující pěna a lahodná chuť. Toho se docílí tehdy když, se škroby v zrnu sladu pomocí enzymatických přírodních procesů přemění v cukry, které jsou pak potravou pro kvasinky. Kvasí a produkují alkohol, oxid uhličitý a další látky, díky kterým vzniká senzorický profil piva. Sládek dle svého uvážení rozhoduje o optimálním poměru množství sladu a vody. Tím určí výsledné množství alkoholu, hustoty, míry extrakce a stupňovitosti piva.

Celý výrobní proces piva začíná v prvé řadě výrobou sladu. Který se vyrábí procesem sladování. V prvním kroku se zrno ječmene nebo jiných obilovin nechá namočit ve vodě. V zrně se zvýší vnitřní množství vláhy, aktivují se enzymy a započne iniciace klíčícího procesu. Ten je důležitý zejména proto, že se začnou uvolňovat a přeměňovat zásobní látky. Ve vhodné chvíli se klíčící průběh zastaví procesem zvaným hvozdění. Hvozdění je jinými slovy sušení a probíhá ve více etapách. Nejprve probíhá sušení, v případě speciálních sladů, mezi které patří karamelový, barevný a jiné dochází k částečnému nebo úplnému pražení v závislosti na požadované vzhledové a chuťové charakteristice výsledného piva. Sladovnická technologie je velmi náchylná na vnější a vnitřní podněty. Ať se jedná o živočišné, bakteriální či fungicidní zdroje nákaz. Zrna jsou vnitřně aktivní a tzn. dýchají. Musí se přivádět čistý vzduch a odsávat oxid uhličitý. Pro zmíněné a další hrozby je udržování vysokého standardu výroby sladu velmi náročné. Přitěžující okolnosti jsou také, že každé zrno je jedinečné, jiné a odlišně reaguje. Začíná to rozdílným umístěním samotného zrna v klasu, odrůdou, v jakých klimatických podmínkách se pěstuje, množství srážek, slunných dnů, hnojení, ošetřování, kvalita půdy a množství živin v ní atd. (Faměra, 2012)

Výroba sladu a výroba piva nerozlučně spolu souvisí do té míry, že kvalita piva je přímým výsledkem práce ve sladovně a až poté i v pivovaře. (Moštek, 1975)

3.4.1.1 Druhy sladu

Druhem použitého sladu lze uplatňovat velké množství charakteristických úprav pro vyráběné pivo, nepoužívá se pouze jeden typ sladu, ale ve většině případů dva a více typů. V technologii výroby tmavých piv a pivních speciálů se pro příklad může počet použitých sladů počítat v desítkách druhů. Mezi základní vlastnosti, co pivu dodává druh sladu, je intenzita barvy piva od zlaté po temně hnědou až černou, množství a míra stability pěny. Do základního rámce druhů

sladu patří plzeňský, bavorský/mnichovský, vídeňský a další speciální slady mezi které se řadí pšeničné, karamelové, diastatické, melanoidní a barvící. V Česku se z celkové výroby sladu na výrobu speciálního sladu použije okolo 5 %. (Prokeš, 2012)

3.4.1 Speciální slady

Využití speciálních sladů je značné. Přes nízkou výrobu jsou speciální ječmenné slady hojně využívané ve velkých, malých i v domácích pivovarech. Tyto používány pro tmavé, speciální pivní styly, dají se používat v určitých případech jako alternativa za běžný slad nebo k úpravě barvy sladiny. Speciální slady jsou odlišné od běžných sladů čili od světlých a tmavých, v prvé řadě v aktivitě enzymů, v redoxní kapacitě, kyselosti, vůni, či barvě. Jejich dodáním k rozšířeným sladům je sládek schopný docílit korektuře organoleptických rysů piva, jde zejména o barvu, chuť a pěnivost.

V případě speciálních ječných sladů máme následující rozdělení na:

- Pšeničné
- Diastatické
- Karamelové
- Barvící
- Melanoidní
- Proteolytické
- Slady zvyšující rH piva

Do kategorie speciálních sladů lze i zařadit slady, které byly připraveny technologií sladováním z jiných obilovin nebo dále slady využívané k jiným účelům než k účelům v pivovarnictví. Další kategorie hojně využívaná těmi sládky, kteří začínají nebo mají omezený rozpočet či vybavení, jsou sladové výtažky. Používají se v pivovarnictví, potravinářství a v dalších nepotravinářských odvětví. (Kosař, 2000)

3.4.1.1 Pšeničný slad

Rozšířený druh speciálního sladu pro styly piv s pšeničným základem využíván ve velkých pivovarech, ale také pro malé domácí výroby. Do konce 18. století se na českém území vařilo zejména jenom pivo pšeničné a pivo z ječného sladu okrajově. To se změnilo s příchodem Františka Ondřeje Poupě, považovaného za reformátora českého pivovarnictví, díky kterému se začalo více vyrábět pivo s ječným sladem. Pšeničný slad má velké využití v pekárenství nebo při výrobě speciálních „bílých“ piv.

3.4.1.2 Diastatický slad

Je typický svojí charakteristicky značnou diastatickou mohutností neboli schopností sladu přetvářet škroby na jednodušší cukry jako je maltóza, dextróza a jiné. Diastatický slad s minimální mohutností okolo 350 jednotek WK (stupně Windisch-Kolbach, množství maltózy vytvořené 100 g sladu za 30 min. při 20 °C) se využívá v případech, kdy zastává úlohu při zpracování enzymově méně obsažných sladů. Diastatický slad se dále používá při potřebné záměně sladu náhražkami bez enzymové činnosti nebo se využívá pro výrobu sladových výtažků.

3.4.1.3 Karamelový slad

Karamelové slady se vyznačují od jiných speciálních sladů tím, že jsou enzymaticky inaktivní a dále pro se svůj příznačně vysoký obsah cukrů, barevných a aromatických sloučenin.

Karamelové slady se dělí na následující typy:

- **Karamel světlý** – „Barva pluch i endospermu zůstává světlá, chuť sladiny je nasládlá, plná a aromaticky nevýrazná.“
- **Karamel střední** – „Plucha je již tmavá, zárodečné špičky jsou nahnědlé, vůně čistě karamelová a chuť sladká.“
- **Karamel normální** – využívá se nejčastěji, „Chuť je karamelová, slabě nahořklá a vůně aromatická. Pluchy jsou zahnědlé až hnědé, ve špičkách tmavší.“
- **Karamel porterový** – využívá se nejčastěji pro pivní styly porter, pro výrobu silně tmavých piv a je typický pro Anglii. „Endosperm je sklovitý, tmavě červené až černé barvy, pluchy jsou tmavé. chuť sladiny je silně karamelová až nahořklá, vůně aromatická.“

3.4.1.4 Barvící slady

Mají své zastoupení při výrobě převážně tmavého piva. Slad se přidává do sypání v průměru 1-4 %. Kvůli svým výrazným aromatickým, chuťovým a barvícím schopnostem se více přidávat nedoporučuje.

3.4.1.5 Melanoidní slady

Slady s využitím pro výrobu tmavých piv, které mají odlišné charakteristické vlastnosti od sladů karamelových. Melanoidní slady se vyznačují zejména vyšší barvou, typickou chutí a vůní. Toho se docílí, ne tak zvýšením teploty pražení, ale především intenzivnějším procesem karbonyl-aminových reakcí. Melan-slady mají přirozenou sladovou vůni a sladkou chuť bez hořkosti.

3.4.1.6 Proteolytické slady

Jsou využívány především v cizině, a to ke korekci kyselosti rmutu. Proteolytické slady dodávají vyrobenému pivu některé vlastnosti, které by bez použití speciálního sladu bylo o to ochuzeno. Dochází k navýšení varních výtěžků, zvednou pěnivost a zlepší trvanlivost piva.

3.4.1.7 Slady zvyšující rH piva

Slady zvyšující rH piva jsou myšleny k navýšení redukčních možností mladiny. Využívají se především u světlých piv. Pokud jsou použity ve výrobě nepasterizovaných piv, tak tím navýší biologickou stálost. (Kosař, 2000)

3.4.2 Chmel

Chmel se využívá v pivovarnickém průmyslu pro svoji typickou hořkou chuť, charakteristickému aroma a je využíván pro své technologické vlastnosti, které pivu dodá. Způsob dělení chmele lze několika způsoby. Podle zbarvení chmelové révy na červeňáky a zeleňáky nebo dle vegetační doby zrání a v neposlední řadě na skupiny s odlišným poměrem α a β hořkých kyselin. Pro světový trh jsou odrůdy chmele rozděleny podstatou složení pryskyřic a silic. A v současnosti se dělí do čtyř skupin převážně dle obsahu α-hořkých kyselin.

V první skupině se nacházejí jemné aromatické chmele s obsahem α-hořkých kyselin v hranici 3,5-4 % hmotnosti v sušině. Jejím ústředním představitelem Žateckým poloraným červeňákem, vypěstovaným panem K. Osvaldem v České republice dále známým pod zkratkou Saaz.

Druhá skupina je vyhrazena odrůdám aromatických chmelů s obsahem α-hořkých kyselin v hranici 3,5-6,5 % hmotnosti v sušině. Mezi tradiční představitele pěstitelů chmele patří odrůdy Hersbrucker a Hallertauer z Německa.

Ve třetí skupině jsou hořké chmele s obsahem α-hořkých kyselin v hranici 8 % hmotnosti v sušině. Mezi českými reprezentanty patří do této skupiny odrůda chmele Premiant. Kategorie hořkých chmelů je příznačná z mnoha důvodů, díky svému všestrannému uplatnění a vlídnému

aroma, má v praxi značné užití. V literatuře se lze setkat s tím, že hořké chmele mohou být nazývány i chmele poloaromatické.

Ve čtvrté a poslední skupině se nacházejí chmely s nejvyšší hořkostí, nazývají se vysokoobsažné chmely, které mají obsah α-hořkých kyselin v hranici 15–20 % hmotnosti v sušině. Odrůdy, co se zde nacházejí, nemají atraktivní aroma a svůj účel plní v prvé řadě pro výrobu extraktů. Hlavní představitelé jsou německé odrůdy Magnum a anglické Nugget. (Basařová, 2010)

3.4.3 Voda

Od profesionálních pivovarů po malé domácí kutily, všichni využívají velké množství vody pro výrobu piva a činnosti s ní spojené. V porovnání s ostatními odvětvími se nejvíce vody spotřebuje právě v pivovarnictví. Sladovna dle svého technologického zázemí a možností spotřebuje na výrobu 1 tuny sladu od 10 do 15 hektolitrů vody a pivovar na výrobu 1 hektolitru piva vynaloží 7–10 hl. Voda, která je obsažena z 95 % v pivě, musí splňovat složením parametry pitné vody. Pro účely domácího pivovarnictví v celé její šíři, v dnešní době, nejvíce vyhovuje za předpokladu, že není příliš tvrdá voda z vodovodního řádu. Dříve pivovary využívaly vodu ze studen, to se s úbytkem spodní vody omezuje a přechází se na běžně nejdostupnější vodu z vodárenských soustav. V dobách minulých, kdy pivní průmysl značně závisel na přírodní vodě, byla spodní voda více využívaná než povrchová voda. Zásadní důvod pro to byl takový, že spodní vody obsahují nízký obsah dusičnanů, organických látek a mikroorganismů. V neprospěch svrchní vody jsou její nákladné finanční a náročné technologické úpravy, které by zbytečně prodražovaly surovinový artikl, což by měla negativní dopad na finální cenu piva a zhoršovalo konkurenceschopnost. V pivovarnictví se významně zkoumá, upravuje a používá vhodná tvrdost vody pro dané pivní styly. Tvrdostí vody se rozumí obsah určitého množství iontů kovů alkalických zemin. Nejvíce se hledí na množství solí vápníku a hořčíku. Z historického pohledu se vyjádření tvrdosti vody provádělo různými nepřesnými způsoby. V současnosti se za platných norem tvrdost vody určuje jako suma vápníku a hořčíku v $mmol \cdot l^{-1}$.

Meze tvrdosti se dělí na viz tabulka č. 1.

Tabulka 1: Meze tvrdosti vody

Pitná voda	[$mmol \cdot l^{-1}$]
velmi tvrdá	> 3,76
tvrdá	2,51–3,75
středně tvrdá	1,26–2,5
měkká	0,7–1,25
velmi měkká	< 0,5

Zdroj 1: https://www.pvk.cz/vse-o-vode/pitna-voda/

Další dělení vody spočívá podle výstupního produktu na Plzeňskou, Mnichovskou, Vídeňskou a další.

Plzeňská voda se vyznačuje svojí měkkou charakteristikou vhodnou na výrobu silně chmelených světlých a spodně kvašených piv.

Mezi střední a tvrdou vodu se řadí Mnichovská voda. Obsahuje nízké množství síranů a chloridů. Zato vyšší obsah uhličitanů a vápníku.

Vídeňské, Burton, Dortmundské, Dublinské a Kodaňské vody se řadí do tvrdých a velmi tvrdých vod.

Tvrdost vody bez okolků určuje, pro jaký druh piva se hodí, jaký typ sladu. Daná lokalita se svojí charakteristickou vodou v kombinaci s odpovídajícím sladem dává vzniku místně specifických druhů piv. (Basařová, 2010)

„Pravý plzeňský ležák se jen velmi těžko dá uvařit v Irsku s jejich velmi tvrdou vodou, a naopak v Plzni se stěží podaří vyrobit silný Stout vyžadující velmi tvrdou vodu a silně pražené slady." (Kosař, 2000)

3.4.4 Kvasnice

Mezi základní procesy, které umožní výrobu piva je bezesporu kvasící proces za pomoci pivovarských kvasnic. Díky kterému se přetvoří cukry v alkohol. V roce 1516 v zákoně zvaném „zákon o čistotě piva" z německého překladu Reinheitsgebot nebyly kvasnice v prvopočátku ještě zmíněny. V pozdějších aktualizacích se pak už kvasnice objevují. Byly rozpoznány až v 17. století a teprve L. Pasteur v roce 1875 uceleně popsal, že kvasný proces v pivě probíhá v podmínkách, bez přístupu kyslíku. Hlavní roli v kvašení piva hraje kvasinka Saccharomyces cerevisiae, kterou řadíme mezi kmeny používané pro výrobu dalších alkoholických nápojů a jiných výrobků. Příkladem jsou víno, lihoviny a pekařské droždí nebo krmná biomasa.

Pod odborným výrazem kvasinky se používají v laboratorním prostředí a v mikroskopickém měřítku, na druhou stranu kvasnice se dají formulovat jako aktivní biomasa velkého množství, která je využívaná ve výrobních procesech. (Basařová, 2010)

3.5 Technologie výroby sladu

Slad je obilovina, která byla kontrolovaným způsobem namočena, naklíčena a usušena. A to z důvodu, že je potřeba v zrnu ječmene aktivovat enzymy, které nám pomůžou štěpit škrob na jednodušší cukry, které jsou zkvasitelné pivovarskými kvasinkami. Díky kterým vzniká alkohol.

3.5.1 Sladovna Kounice

Autor práce pro svůj výzkum pořídil vstupní suroviny ze Sladovny Kounice a opakovaně objednaná zásilka dorazila v dobré kvalitě ovšem nutno dodat, že autor práce neobdržel vstupní suroviny jako sponzorský dar nebo v jiné zvýhodňující formě. Autor práce měl možnost fotograficky zdokumentovat prostory sladovny a tím by zároveň rád poděkoval majiteli sladovny za poskytnutou možnost.

Obrázek 1: Přední a zadní pohled na sladovnu Kounice, zdroj: archiv autora

3.5.2 Ječmen – původ a šlechtění

Ječmen patří mezi nejstarší kulturní rostliny. První informace o pěstování ječmene se datují více než 10000 let př. n.l. a to v oblasti novodobého Iráku, Iránu, Sýrie a Egypta, dříve známé pod názvem starověký Egypt a Mezopotámie. Do Evropy se dostal ječmen pravděpodobně po stezkách obchodníků putujících z oblasti Blízkého východu nebo až z oblasti mezi řekami Eufrat a Tigris mezi lety 7000–4000 př.n.l. Na území ČR se ječmen pěstoval dle doložených archeologických vykopávek v období 5000 let př.n.l. a díky existenci přesných dokladů v období Velkomoravské říše 833-907 n.l. V začátcích se ječmen hlavně zpracovával na kroupy a méně často se využíval na výrobu chleba.

Termín sladovnický ječmen je používám od 40. let devatenáctého století je odvozen z jarního kvalitního ječmene. Na našem území se pěstují vybrané odrůdy pro výrobu sladu a výtažků ze sladu, ty nejkvalitnější sladařské jsou jarní, dvouřadý a ječmen nící. Ve světě jsou rozšířeny zejména ječmeny ozimé a šestiřadé. Z oblasti Hané mají mnohé zahraniční odrůdy ječmene genetický základ. Po pádu komunismu se v ČR začali pěstovat některé zahraniční odrůdy pro export, ale pak také se začali využívat i v tuzemských pivovarech. V dnešní době na území ČR je registrováno přes 55 odrůd ječmene. Schvalování sladovnického ječmene se uděluje na základě technologických zkoušek a to vždy na daný jeden rok. Sladovnické ječmeny co neobdrží schválení nejsou povolena pro sladování. Největší soukromá francouzská společnost Soufflet, společnost která má dlouholetou tradici, určuje, které odrůdy se smí pěstovat, vykupovat a sladovat. Aktuálně se smí česká piva vařit z odrůd: Advent, Aksamit, Blaník, Bojos, Radegast, Tolar. V zahraničí jsou povolena například: Henrike, Kangoo a Xanadu. (Kosař, 2000)

3.5.2.1 Sladařské vlastnosti ječmene

Sladovnický ječmen a jeho kvalita je posuzována zejména dle chemického složení a vhodnosti pro výrobu sladu. Důležité znaky ukazatele sladovnické jakosti jsou zejména:

1. Obsah extraktu – má se pohybovat nad 82 % v sušině sladu
2. Podíl bílkovin – obvykle v rozmezí 10,7-11,2 % v sušině obilky ječmene
3. Relativní extrakt při 45 °C – optimální hodnota je okolo 37 %
4. Dosažitelný stupeň prokvašení – vyžadovaný je nad 82 %
5. Křehkost – maximálně okolo 85 %, vyšší údaje by znamenaly vyšší ztráty při manipulaci
6. Dobrá zpracovatelnost pro jakostní slad.

Další znaky, které určují jakost sladového ječmene jsou znaky mechanické:

1. Objemová hmotnost 1 hl
2. Absolutní hmotnost 1000 zrn
3. Podíl zrn nad sítem 2,5 mm
4. Odrůdová čistota
5. Homogenita dodávaných partií

   Je kladen důraz na co nejvyšší absenci cizích zrn, biologicky poškozených zrn, plesnivých zrn a zrn, která mají zahnědlé špičky – jedná se o jev, kvůli kterému může samovolně docházet k přepěňování piva neboli gushing. (Kosař, 2000)

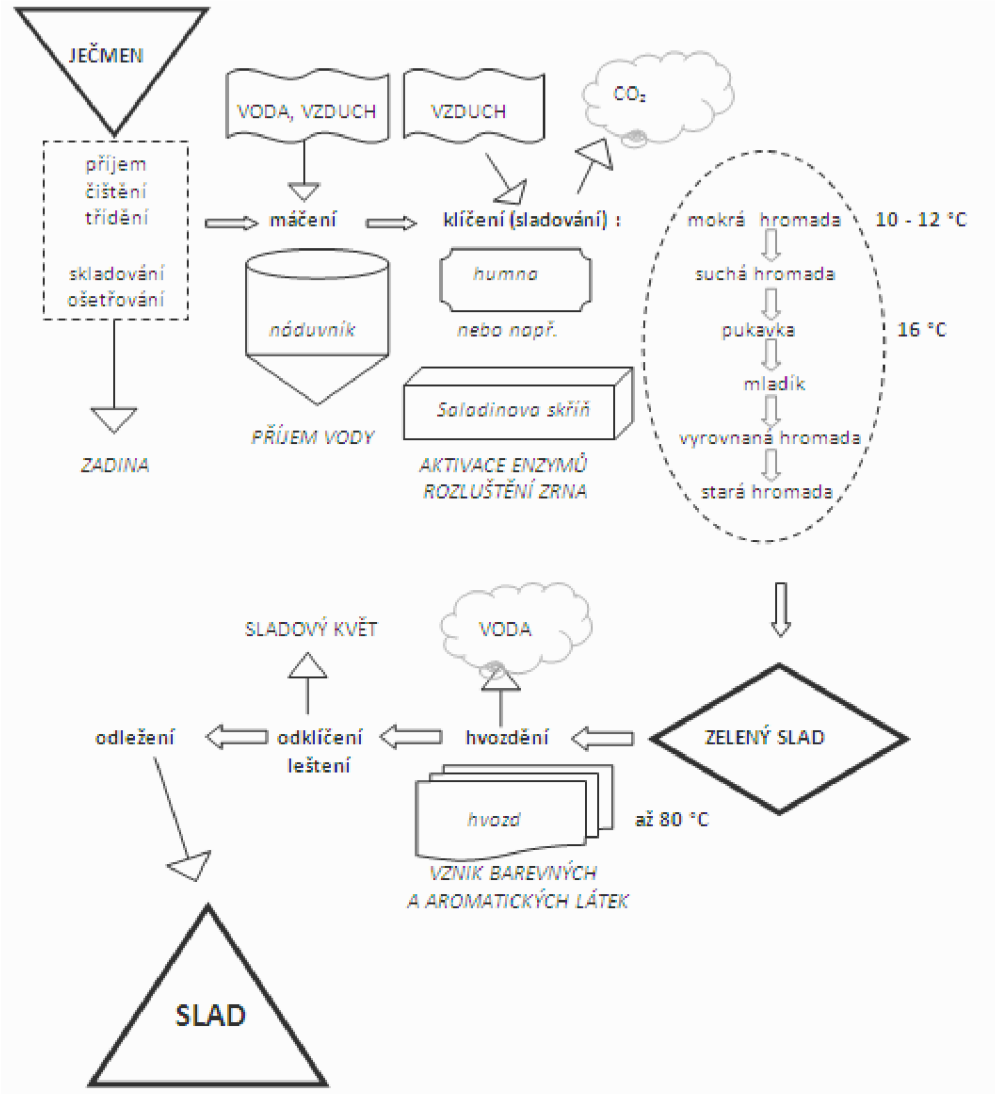
3.5.3 Výroba sladu

V pivovarnictví výroba piva začíná sladem. Na použitém sladu stojí a padá celá vyrobená várka piva. Zkušený sládek musí pečlivě vybrat vhodný druh sladu pro svůj varní list. Slad jakožto ingredience je to velmi rozličná a značně flexibilní surovina. Kvalita sladu stěžejně ovlivňuje

proces technologie výroby piva a má významný dopad na cílovou kvalitu, charakter, organoleptické vlastnosti a koloidní stabilitu nápoje. (Kosař, 2000)

V České republice v roce 2022 za 4. čtvrtletí byla celková bilance zásob ječmene 545 tisíc tun, z toho pro sladovnické účely bylo 303 tisíc tun. (Havrda, 2023)

Cílem sladování je ovládaným způsobem výroba sladu z ječmene. Řízenými procesy klíčení a hvozdění se docílí přeměny ječmene ve slad. Na konci procesu disponuje slad potřebnými enzymy, aromatické i barvící látky významné pro výrobu určitého druhu piva. Z podstaty je sladování proces nastolení optimálních podmínek ve kterých se v ječmenu probudí mechanismy klíčení, zároveň v zrnu dochází k aktivaci a produkci technologicky významných enzymů, zejména cytolytických, proteolytických a amylolytických, s důrazem na redukci ztrát útlumem růstu. Z aktivované zrno ječmenu neboli zelený slad se dále následně hvozdí. Hvozdění je proces při kterém za pomoci zvýšené teploty se vyvolají chemické reakce pro tvorbu aromatických a barevných látek. Výsledným produktem je již hotový slad. Rozdělení sladoven podle způsobu a techniky sladování se dělí na periodické humnové sladovny, pneumatické bubnové a skříňové sladovny, polokontinuální sladovny na typ s posouváním hromady a na kontinuální sladovny pásové, tunelové nebo šachtové. (Kosař, 2000)



Obrázek 2: Schéma výroby sladu, zdroj: (Kosař, 2000)

Stručný souhrn technologických oddělení sladoven rozdělený na úseky dle prováděných operací:

1. Příjem, čištění a třídění ječmene
2. Skladování a ošetřování ječmene
3. Máčení ječmene
4. Klíčení ječmene
5. Sušení a hvozdění zeleného sladu
6. Úprava odsušeného sladu – odkličování, skladování a expedice
7. Kontrola hotového sladu (Kosař, 2000)

3.5.4 Příjem

Sladovny nakupují zrno ječmene přímo od pěstitelů nebo od obchodních organizací. V rámci přejímky se provede základní rozbor, obsah rozboru je náležitě obsažen v kupní smlouvě. Některé sladovny disponují interními podnikovými normami pro nákup ječmene založenými na normě ČSN 46 1100-5 z roku 1994. Dále v rámci přejímky tedy po dobu přímého nákupu je nezbytně nutné průběžně provádět rozbor ječmene. Rozborová analýza se provádí z pořízených vzorků z každé dodávky.

Limitující ukazatele jsou následující:

- Obsah vody
- Obsah bílkovin
- Klíčivost
- Friabilita zrna
- Hmotnost 1000 zrn
- Podíl zrna nad sítem 2,5 mm (I. třída)
- Podíl zlomků
- Podíl nečistot
- Napadení škůdci
- Případně mikrobiální kontaminace

Je třeba zaručit nejenom kvalitní zrno na zatřídění, ale také v případech, kdy sladovna obdrží ječmen ve vyšší váze, tak musí před samotným procesem klíčení zrno speciálně ošetřit například předsušením nebo větráním. Dále musí sladovna zajistit při přijmu a při skladování, aby jednotlivé odrůdy byly dostatečně separované od sebe. (Kosař, 2000)

Obrázek 3: Příjem ječmenného sladu, zdroj: archiv autora

3.5.5 Čištění a třídění ječmene

Přijímané zrno ječmene, v prvé řadě z přímého výkupu od pěstitelů, ne tak moc od obchodních podniků, obsahuje řadu nečistot, mezi které patří kamínky, hlína, kovové úlomky, příměsi jiných obilovin a jiné. Ječmen před uskladněním je vyčištěn a roztříděn podle velikosti zrna. Aby byl připraven vzhledem k následujícímu zpracování. (Kosař, 2000)

3.5.6 Uskladňování a ošetřování ječmene

Obrázek 4: Čištění a třídění ječmene, zdroj: archiv autora

Po vyčištění a vytřídění je zrno ječmene uschováno takovým způsobem, aby se zachovaly veškeré jakostní faktory pro následující zpracování. Ječmen se uskladňuje buď na půdách, podlahových sýpkách nebo v silech. Ječmen zejména po sklizení, kdy je čerství, se u něj projevuje značná aktivita zvaná dýchání, z toho důvodu je nutno nějakým způsobem zrno zakonzervovat. Ošetření ječmene z hlediska prodloužení doby uskladnění a zamezení ztrát extraktu prodýcháním se docílí tím, že se ječmen uměle skladuje s nízkým obsahem vody a při nízké teplotě. Toho se docílí nejčastěji přepouštěním na přesýpacích sítech, dále aktivní větrání, při kterém se vyměňuje vzduch v mezizrnném prostoru a to přívodem neupraveného atmosférického, předehřátého nebo zchlazeného vzduchu. Je na snaze, aby se vyměňoval vydýchaný vzduch plný oxidu uhličitého za čerstvý. (Kosař, 2000)

Obrázek 5: Uskladnění ječmene, zdroj: archiv autora

3.5.7 Máčení

Máčení se v dnešní době považuje za kritický stupeň výroby sladu, který významně rozhodne o budoucí kvalitě sladu. Cílem máčení je vzestup obsahu vody v zrnu ječmene z 12-15 % na 42-48 %, je to z toho důvodu, že navýšení vody zaručuje zachování životního potenciálu zrna. Dosažený obsah vody v zrnu se liší podle typu vyráběného sladu a technicky se nazývá stupněm domočení. Vláha v zrnu stoupne po máčení na 42-48 % tím se uvede ječmen do stádia klíčení a zahájí se enzymové reakce. V rámci máčení se odstraní splavky a lehké nečistoty, zrno se umyje a vylouží se z něj nežádoucí látky např. barevné a hořké látky, kyselina křemičitá, a bílkoviny. Tyto látky jsou nežádoucí, poněvadž zhoršují senzorické vlastnosti piva a napomáhají tvorbě zákalu v pivě. Základní podmínky správného procesu klíčení jsou, aby zrno mělo dostatek vody a vzduchu. (Kosař, 2000)

Obrázek 6: Proces máčení, průběh máčení a fáze po namočení v náduvníku, zdroj: archiv autora

3.5.8 Klíčení

Nebo také pod odborným názvem sladařské klíčení, jehož primárním cílem je aktivace enzymů. Mezi další cíle patří dosažení na požadovaný stupeň rozluštění neboli vnitřní přeměny zrna, za minimální náklady a sladovací ztráty.

Obrázek 7: Sladovna Kounice disponuje humny, ve kterých se řízeným způsobem nechá naklíčit ječmen, zdroj: archiv autora

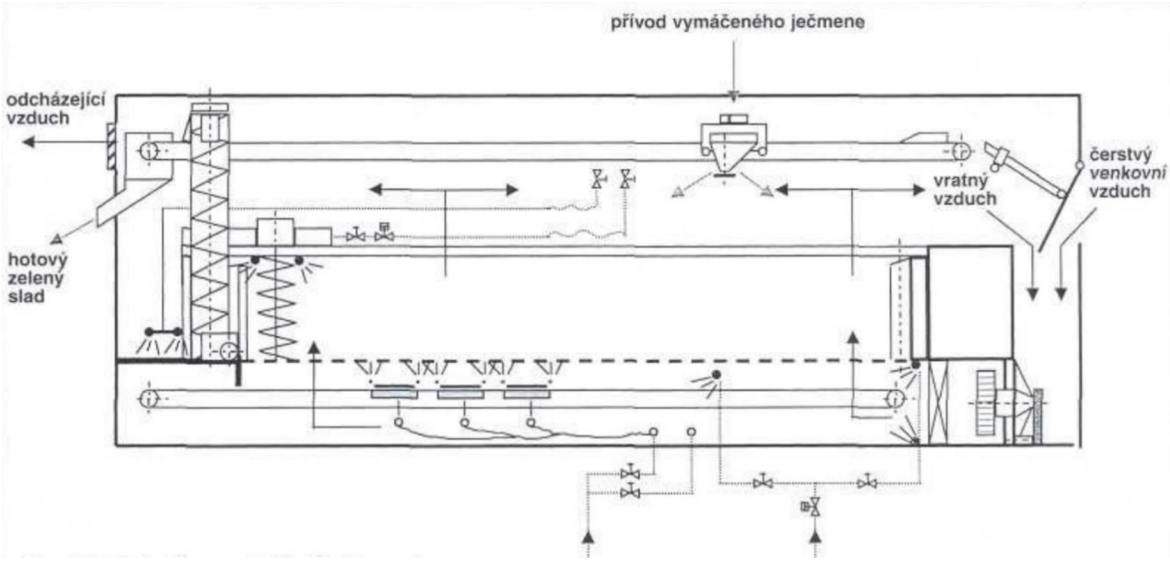
Zařízení jejichž primárním účelem jsou řízeným způsobem naklíčení sladovnického ječmene, se rozlišují na klasická a moderní. V klasických sladovnách se nejčastěji setkává s humny. V moderních sladovnách se využívá pneumatický systém, lze je rozdělit na bubnové, skříňové a věžové.

Humnové sladovny jsou v dnešní době zastaralý systém, podlaha bývá z hlazeného betonu nebo dlaždic na kterou je rovnoměrně ječný slad rozprostřen. V opakovaných časových intervalech je ječmen provzdušňován, zkrápěn, zejména manuálně nebo mechanicky pomocí vymáčecích vozíků či maltomobilů. Sladovny po rekonstrukci již disponují velkou mechanizací. Nevýhodou je velikost komplexu, velký podíl ruční práce a nízká efektivita na jednoho pracovníka. Výhody tkví v méně poškozených sladových zrn a vysoké výtěžnosti.

V moderních sladovnách se používají pneumatická sladovadla, která vykonávají více činností: kypří, sbírá slad, vlhčí klimatizovaným vzduchem klíčící dílo a jiné. Významně redukuje potřebný prostor pro zázemí na klíčení a značně odpadá ruční práce. Rozlišují se na základě vertikálního nebo horizontálního pohybu zrna. Další rozdělení spočívá ve způsobu práce na taktové a kontinuální. Mezi nejčastěji používané patří Saladinové skříně a klíčící bubny. (Kosař, 2000)

3.5.8.1 Saladinova skříň

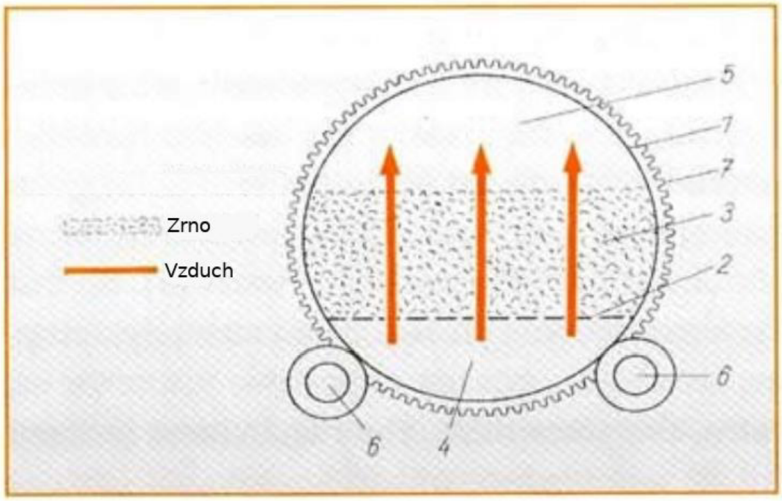
Rozměry skříně jsou 6 metrů na šířku a o délce až 60 metrů. Jedná se o samostatnou klíčící jednotku s vlastním ventilátorem, chladící a klimatizační jednotkou, obracečem a regulací. Naplňuje je jedním typem šarže ječmene a umožňuje individuální obsah vody, výši teploty při klíčení, složení větracího vzduchu a délku klíčení. (Kosař, 2000)



Obrázek 8: Princip a fungování Saladinové skříně, Zdroj: (Kosař, 2000)

3.5.8.2 Bubnové klíčidlo

Z podstaty názvu zařízení se jedná o ocelový válec umístěný horizontálně nebo vertikálně. Do válce se vymáčí ječmen s vodou nebo bez. Za stálého a pomalého otáčení probíhá klíčení, díky tomu je ječmen promícháván a obracen. Dle velikosti bubnu se úplné otočení uskuteční jednou za půl nebo celou hodinu. V prostoru bubnu je systém na zkrápění a vháněný vzduch je za pomocí ventilátoru. (Kosař, 2000)



Obrázek 9: Schéma bubnového klíčidla, 1- ocelový plášť, 2- ložní deska, 3- klíčené zrno, 4- vlhký vzduch, 5- odpadní vzduch, 6- rotační válce, 7- ozubené pohonné koleso, Zdroj: (Kunze, 2004)

3.5.9 Hvozdění

Hvozdění je oproti normálnímu sušení, z časového hlediska podstatně více náročné a výrazně dražší. Podstata hvozdění je v tom, že je nezbytnost zastavit proces klíčení, tedy zredukovat obsah vody ve sladu pod 4 %, zastavit vegetační pochody při zachování chtěné enzymové aktivity a tvorbě chuťových, barevných a oxidoredukčních látek, kterými je charakteristický slad. Technologický proces začíná přesným a šetrným způsobem sušení s přebytkem vzduchu při teplotách 20-60 °C. V dalším stádiu probíhá mírné proudění horkého vzduchu při teplotách 60-80 °C pro světlý slad a pro tmavý 60-105 °C. Hvozdění má nezastupitelnou úlohu při výrobě sladu zejména z těchto příčin:

- Zelený slad nelze skladovat kvůli vysokému procentuálnímu zastoupení vody, redukcí obsahu vody při hvozdění se slad stává stabilní a skladovatelný.
- Životní pochody se v zárodku hvozděním zastavují, přesněji dojde k zástavě klíčení a pokračujícímu luštění zrna.
- Při hvozdění dochází k tvorbě barevných a aromatických látek bez kterých, by tak typická charakteristika tolika různých druhů sladů a piv nebyla možná. (Kosař, 2000)

3.5.10 Kontrola hvozdění

Jedná se o důležitou součást v rámci celého procesu sladování. Hvozdění zaujímá podstatnou část nákladů sladovny, a proto je také důležité, aby technologický proces hvozdění dle správného určení probíhal optimálně. V rámci kontrolní činnosti jsou zaznamenávány a vyhodnocovány následující informace:

- Kontrola obsahu vody
- Kontrola tahu hvozdu
- Kontrola teplot a účinnosti hvozdění

Z nasbíraných dat se dále vyhodnocují následující kontrolní činnosti:

- Stanovuje se obsah vody:
    - v nastíraném,
    - v předsušeném,
    - v hotovém sladu.

Na několika místech lísky se pro stanovování množství vzduchu zkoumá tah hvozdu neboli rychlost vzduchu.

V případě stanovování tepelné bilance a účinnosti hvozdu se zejména zjišťují další údaje:

- „Hmotnost a vláha nastíraného zeleného sladu“
    - Hmotnost sladu se převážně vyhotoví výpočtem, v případě, že se jedná o malé hvozdy, tak i vážením, vláha se zjišťuje tzn. standardní metodou, kdy se odeberou dva vzorky zeleného sladu, ty se vysuší a hodnoty se zprůměrují.
- „Hmotnost a vláha odklíčeného sladu a sladového květu“
    - V běžném provozu se zjišťuje hmotnost hotového ječmenného sladu automatickou váhou, co se týče hmotnosti sladového květu, tak nejběžnější metoda jsou 4 % z celku.
- „Spotřeba paliva a jeho výhřevnost“
    - Ve sladovnách, kde se pro účely hvozdění využívá plyn jako médium vytápění, se kontroluje spotřeba plynu a výhřevnost se zjišťuje na plynárenském dispečinku.
    - Ve sladovnách, kde se pro účely hvozdění využívá vodní pára jako zdroj vytápění je nezbytné, aby se znal tlak páry, množství, a teplota kondenzátu.

- „Počáteční teplota zeleného sladu a teplota dotahovaného sladu“
    - Využívají se k tomu teploměry o počtu pět až osm kusů v celé vrstvě sladu, kdy výpočet se provádí vždy z jeho průměru.
- „Teplota a relativní vlhkost vstupujícího a odcházejícího vzduchu“
    - Pro účel kontroly a monitoringu jsou využívány termografy. Jeden je umístěný v sání a druhý ve výdechu hvozdu. Získané hodnoty jsou z přístrojů zprůměrovány.
- „Množství vzduchu prošlého hvozdem“ (Kosař, 2000)

Rovnice pro výpočet

$$QT = Q1 + Q2 + Q3 \tag{1}$$

QT – teplo spotřebované [GJ]

Q1 – teplo nutné k ohřátí ječmenného sladu [GJ]

Q2 – teplo nutné k odpaření vody [GJ]

Q3 – teplo nutné k ohřátí vzduchu [GJ]

Technologie hvozdění má tepelnou účinnost v rozmezí od 60 do 75 %

Pro hvozdění lze teplo rozdělit na významné technologické operace:

Teplo využívané k ohřátí sladu	2,5 až 5 % … (Q1),
Teplo využívané k odpaření vody	38 až 41 % … (Q2),
Teplo využívané k ohřátí vzduchu	22 až 29 % … (Q3). (Kosař, 2000)

3.5.11 Technologické odlišnosti ve výrobě speciálních sladů

V následující kapitole byly zdokumentovány odlišnosti ve výrobě speciálních sladů. Jejich specifické technologické procesy výroby.

3.5.11.1 Pšeničné slady

Zrno pšenice je odlišné v prvé řadě tím, že snadno přijímá vodu, proto sladování pšenice má svá charakteristická specifika. Další odlišností je, že zrno nemá pluchy. Dalším specifikem je, že sladováním zrna pšenice dochází při nižším domočení, a to do pouhých 43 %. Zrno jednodušeji vysychá. Kvůli značnému škrobovému vzhledu se obtížně rozeznává míra rozluštění. Zrno se špatně vysouší a zelený slad je málo kyprý, proto se především přesušení a hvozdění musí provádět s maximální šetrností. Po dobu tříhodinového intervalu nemůže dotahovací teplota přesáhnout 75 °C. Celkové procentuální zastoupení vody ve sladu se pohybuje okolo 5 %. (Kosař, 2000)

3.5.11.2 Diastatické slady

Pro účely výroby diastatického sladu se nejčastěji používá zrno ječmene s vyšším obsahem bílkovin, které prošlo tříděním na sítě 2,2 mm, zvaném sekunda. Skladování ječmene se uskutečňuje v podmínkách, kdy má zrno vyšší obsah vody 46–48 % a je aktivně udržováno při nízkých teplotách do 14 °C a za celkového vedení hromady 6 až 8 dní. Zelený slad je zapotřebí opatrně sušit při teplotách 50 °C a za nejvyššího tahu hvozdu. Co se týče dotahovací teploty, tak ta nepřesáhne 65 °C, množství vláhy se udržuje okolo 6 %. Pro maximalizaci předpokladu vysokého množství enzymů se dosahuje použitím ječmene s vyšším obsahem bílkovin a pro ještě vyšší účinek se používají zrna ječmene s nízkou absolutní hmotností zrna.

Těmito úpravami ve výběru zrna se docílí toho, že na jmenovitou jednotku hmotnosti ječmene připadá více obilek, které během sladování s vysokým procentuálním zastoupením vody a delším klíčení vydají zelený slad s velmi solidní diastatickou mohutností. „Šetrným předsoušením a nedotažením sladu se ochrání amylolytická síla sladu“ (Kosař, 2000)

3.5.11.3 Karamelové slady

Pro své osobité karamelové aroma, barvících sloučenin a vysokému obsahu cukrů je karamelový slad s oblibou používán na výrobu tmavých a speciálních piv. Slad je enzymaticky inaktivní, jeho schopnost extrakce je v řádech 60–70 %. Vláha se pohybuje okolo 2 %. Výroba karamelového sladu se vyznačuje tím, že jsou použity dobře rozluštěné zelené slady s vysokým obsahem bílkovin, sacharidů a štěpných produktů. V případě, že není zelený slad momentálně k dispozici, je možné již hotový slad zpětně navlhčit a použít pro karamelizaci. Technologie výroby karamelového sladu je založena na využití rychlopražičích zařízení. Ty mohou karamelizovat slady předsušené, zelené, a zpětně navlhčené hotové slady. Průběh výroby karamelizovaného sladu je následující: použije se zelený nebo navlhčený odklíčený slad, který se v prvopočátku nechá v bubnu pražiče perfektně zcukřit. Vstupní slad se nejprve rosícím zařízením orosí, aby se poté naplnil do bubnu rychlopražiče. Tím se při zahřívání zvýší tvorba páry na požadované množství potřebné na částečné ztekucení a k dokonalému zcukření endospermu, celé to probíhá při teplotách 70–75 °C po dobu 30-45 minut se zavřeným odtahem páry. Má velmi pozitivní účinky, zcukřený a ztekucený endosperm je ochablý a může se dobře vytlačovat ze zrna. Nyní může samotný karamelizační proces započít. Jakmile je slad perfektně zcukřený, mohou se odtahy páry otevřít a slad je možné za stálé cyklické plynulé rotace bubnu být pozvolna ohříván a udržován na konstantní karamelizační teplotě. Když je pražící proces u konce tak zrno endospermu je sklovité a průsvitné. Ukončení a následné chlazení je na základě vizuální kontroly odborné osoby, která zkontroluje barvu. Hotový zkaramelizovaný slad je přesunut na síto, kde se vzduchem zchladí. Na sítě se zrno míchá a provětrává.

„Karamelizací nižších sacharidů se vytvářejí aromatické a barvicí látky a mění se i obsah látek koloidního charakteru, které mohou přispívat k lepší pěnivosti piv. Vysoké pražicí teploty ničí enzymy, takže tmavší slady ztrácejí schopnost zcukřit.“ (Kosař, 2000)

Karamelové slady se dále dělí na:

- **Karamel světlý** – je vyráběn šetrným upražením při teplotách okolo 120 °C po časový interval tří hodin. Nebo je také možno stejného výsledku dosáhnout, že se slad po zcukření v pražičích dosuší za normálních podmínek na hvozdě.
  - **Karamel střední** – se vyrábí opatrným pražením při teplotě v rozmezí 130-150 °C po časový usek 2,5 hodin. Je typický tím, že v řezu je endosperm sklovitý se žlutou ne-li až světle nahnědlou barvou.
  - **Karamel normální** – Nejběžněji používaný, pražící teplota pro výrobu je v rozmezí 150-170 °C po dotovaný čas 2,5 hodin. Karamel normální je odlišný od ostatních tím, že barva endospermu je žlutá až do znaků načervenalosti, v řezu zrnem je endosperm sklovitý.
  - **Karamel porterový** – pražící teplota pro výrobu je ze všech zmíněných nejvyšší celých 180 °C. Endosperm je sklovitý, barvu má tmavě červenou až černou.

Obsah vody v karamelových sladech je udávám okolo 5-7 % vlhkosti a to z toho důvodu, že se jedná o výrazně hygroskopické slady, že snadno udržují a pohlcují vzdušnou vlhkost. Pro využití nejlepšího aroma se doporučuje nechat před použitím karamelový slad odležet 2-4 týdny. V zrnu je enzymatická činnost malá nebo úplně nulová. Z této příčiny se přidává 4-8 % karamelového sladu do sypání jako příměs. V rámci technologického procesu výroby

tmavého piva se karamelový slad přidává až do rmutu, eventuálně až po odrmutování. Zrno je křehčí, tak je dobré pravidlo šrotovat speciální slady zvlášť. (Kosař, 2000)

3.5.11.4 Barvící slady

Podobně jako karamelizovaný slad je barvící slad enzymaticky inaktivní a jeho extraktivnost dosahuje rozmezí 60-70 %. Čím se odlišuje barvící slad od ostatních speciálních sladů? Je to tím, že se vyrábí odlišným způsobem. Vyrábí se tak, že je nejprve potřeba navlhčit hotový odklíčený slad po dobu 12 hodin, pro opětovné navýšení procentuálního zastoupení vody v zrně. Je to nezbytný proces pro zdárný postup barvících reakcí. Postup pražení se prování zase v rychlopražiči. V první části se slad zcukřuje na teplotě 60–80 °C po časový úsek 30--60 minut. V druhé části se zvedá teplota až na 220 °C, po dobu 90 minut, kdy dojde k zuhelnatění zrna. Následuje kritická poslední část. Je nutné rychle a intenzivně zchladit slad na sítu, poněvadž se zrno vystavuje vysokou teplotou velmi vážnému riziku samovznícení. Doba pražení na 220 °C má lineární závislost s mírou vybarvení sladu. *„Při pražení dochází ke karbonyl-aminovým reakcím mezi sacharidy a aminokyselinami za tvorby melanoidů. Současně dochází k postupné degradaci škrobu za vzniku dextrinů, karamelu a hořkého asamaru.“* (Kosař, 2000)

Pražírna musí mít své specifické provozní zázemí, oproti jiným, musí disponovat aktivní klimatizací a odsáváním vzduchu. V rámci pražení mohou vznikat tzn. úlety. Jsou výrazně aromatické a mají negativní dopad na životní prostředí. Pro tento důvod a dalších tomu podobnými, je nutné, aby způsobilá osoba v rámci pražení měla při úkonu práce vlastní zařízení schopné rychle a efektivně spalovat úlety a prach. Po řádném a zevrubném spálení úletů a prachu dochází k odvedení smíšenin vzduchu, spalin a odsávaného vzduchu z prostor pražírny do komína. *„Následkem vysoké pražicí teploty mají barvicí slady značně pozměněny fyzikálně-chemické vlastnosti, fyziologické a dietetické vlastnosti.“* (Kosař, 2000)

Barvící slady se nechají po pražení a zchlazení odležet nejméně 2 týdny. Tím se zmírní drsná a natrpklá chuť zrna. Potom je speciální slad připraven pro výrobu piva. Barvící slad se přidává do sypání v malém množství 1–4 %. (Kosař, 2000)

3.5.11.5 Melanoidinové slady

Jsou vyráběny podobně jako tmavé slady, s rozdílem, že se před nastíráním na hvozdu nechají ve velkém množství zapařit na vysokou teplotu 50 °C. Díky tomu dochází k naprosté amylolýze a proteolýze. Dotahovací doporučovaná teplota je 100 °C. (Kosař, 2000)

3.5.11.6 Proteolytické

Jedná se o speciální slad, u kterého se při výrobě používají kultury mléčných bakterií. Výroba začíná tím, že se použijí zelené slady nebo hotové slady, ty se skrápí kulturou mléčných bakterií ve sladince, díky tomu se docílí obsahu kyseliny mléčné v již hotovém sladu hodnot v rozmezí od 0,7 do 4 %. Mléčné bakterie se sušením ničí a tedy nebudou ve výrobě piva dále ovlivňovat zbylé technologické procesy. (Kosař, 2000)

3.5.11.7 Slady zvyšující rH piva

Výroba je obdobná jako u melanoidinových sladů z úplně rozluštěných a intenzivně dotahovaných sladů. *„Dosahuje se vysokého obsahu melanoidinů, které chrání ostatní složky piva před oxidací a tím pivo před stárnutím organoleptických a koloidních vlastností. U nepasterovaných se tím zvyšuje i biologická stabilita.“* (Kosař, 2000)

3.6 Technologie využití chmele

Chmel má své nezastupitelné místo v procesu výroby piva. Spolu s vodou, sladem a kvasinkami plní důležitou úlohu. Pod slovem chmel pro pivovarnický průmysl je reálně vidět usušená

chmelová hlávka samičí rostliny chmele evropského. Chmel přináší pivu typickou hořkou chuť, charakteristické aroma a mnoho technologicky důležitých vlastností. Úroveň pěstování chmele v České republice je prvotřídní a nejen z toho důvodu se vyváží do celého světa. Chmel, vyšlechtěný okolo Žatce v první polovině 20. století, byl brán jako celosvětový standard. Chmeli ze Žatce je přisuzované jedinečně jemné aroma bez žádných negativních tónů, vůní a pachů. Dnešní úspěšné zahraniční chmelové odrůdy odvozují svůj původ často právě ze žateckých krajových chmelových odrůd. S příchodem moderních technologií v pivovarech, inovačních technologií na zpracování hlávkového chmele do chmelových výrobků, snadnější přístup laické veřejnosti k levným a snadným způsobům jak pivo vařit, otevřelo možnosti v experimentování a tím i hodnota jemných aromatických odrůd klesla. (Kosař, 2000)

3.6.1 Historie pěstování chmele

S Českem je chmel spjat po tisíciletí. První izolované psané pamětihodnosti jsou již z dob 8. a 9. století. Začátkem tisíciletí počet zpráv přibývá a lze se jen domnívat, že s tím i na významu. Za Karla IV. došlo k rozmachu pěstování chmele, neboť si byl panovník vědom významu tohoto hospodářského a obchodního artiklu. Za třicetileté války bylo pěstování chmele v Čechách ohroženo i díky tomu se rozšířilo do sousedních zemí. V 18. a 19. století dochází k rozmachu nekalé činnosti v podobě pokusu prodávat za český chmel podřadné zboží. Z toho důvodu roku 1884 byla zřízena Známkovna chmele v Žatci. V následujících desetiletích bylo přijato mnoho dalších zákonných opatřeních. Tím posledním je zákon o chmelu č. 97/1996 Sb. (Kosař, 2000)

3.6.2 Morfologie chmele

Mezi hlavní části rostliny chmele patří: kořenová soustava, réva s pazochy a listy s květenstvími. Po dozrání se květenství změní ve chmelové hlávky.

Chmel má sofistikovaný a obsáhlý kořenový systém jejímž jádrem je babka. Hlavní kůlové kořeny z babky rostou až do hloubky 6 metrů. Do stran rostou oddenky tzn. vlky, kterých se pěstitel zbavuje. Vzhůru roste réva, která roste vždy jedno vegetační období. Stavba révy se vyznačuje svým šestiúhelníkovým průřezem na jejichž hranách má příchytné chloupky. Pomoci kterých se přidržuje a pravotočivě vine do výšek 7–8 metrů. Po stranách révy rostou větévky zvané pazochy. Na patě pazochových listů rostou větévky, které nosí květ se samičími květenstvími nazývanými osýpka. Bývá jich na jedné větévce minimálně 30. *„Květenství se zráním mění v plodenství čili hlávky typického vejčitého tvaru s pravidelnou stavbou pravých a krycích listenů.“* (Kosař, 2000)

Pro pivovarské účely se sklízí chmelové hlávky, které jsou složeny z pravých a krycích listenů, vřeténka, stopky a pecky, když dojde k oplození. V průběhu zrání chmele dochází na vnitřní straně listenů k vylučování malého zrnka pryskyřice zvané lupulin. Který obsahuje chmelové silice a pryskyřice. Ty jsou pro pivovarnictví nejcennější. Složení lupulinu i jeho množství se odrůdově liší, velký vliv mají také klimatické a pěstitelské podmínky. Zásluhou toho je meziročně značně kolísavá jakost chmele. (Kosař, 2000)

3.6.3 Pěstitelské oblasti

Chmel má v České republice, ale i ve světě velmi váženou roli. Po mnoho let byla, stále je a bude považovaná česká odrůda chmele Žatecký poloraný červeňák, nejenom branný odborníky, za světový standard kvality. Český stát kontroluje a řídí pěstování chmele. Pěstovat chmel je možné pouze ve třech oblastech. Největší je Žatecko, v roce 2021 se zde pěstovalo na 3834 hektarech. Ve druhém Tršickém pásmu o rozloze 621 hektarů a v poslední oblasti Úštětska o velikosti 517 hektarů. (Svaz pěstitelů chmele, 2021)

Největší producenti chmele koordinují ve spolupráci s Mezinárodním sdružením pěstitelů chmele (MSPCH) jejímž jsou členy, produkci a zpracování, v návaznosti na spotřebě v pivovarech, i v závislosti na každoroční úrodě poměr nabídky a poptávky. Česká republika je členem zmíněné organizace a zastává post tradičního a významného člena, který podstatným způsobem zasahuje do situace výroby a prodeje chmele celosvětově. Mezi největší producenty chmele patří Německá spolková republika a Spojené Státy Americké. (Basařová, 2010)

3.6.4 Pěstování chmele

„*Kořeny ve vodě, hlava na slunci*" (Kořen, 2012)

Chmel patří mezi náročné rostliny na pěstování. Je citlivý na množství vláhy, intenzitě slunečních paprsků, na teplotě, ale také na půdní podmínkách a množství minerálních látek. Sluneční paprsky potřebuje zejména ve stádiu růstu pro správný vývoj květenství v hlávku. Vyžaduje průměrnou roční teplotu 8–10 °C. Chmel jakožto rostlina vlhkomilná, roste velmi rychle, tudíž je důležité zabezpečit velké množství vláhy. Půdní podmínky pro optimální růst jsou půdy hlinité až jílovito-hlinité. Co se týče minerálních látek, které budou napomáhat kvalitnímu růstu, nutné je zabezpečit dostatek dusíku, draslíku, vápníku, fosforu a hořčíku v půdě. (Kosař, 2000)

3.6.4.1 Technologie výroby chmele – členění do tří segmentů:

1. Zakládání chmelnic – chmelnice se zakládají pomocí ročních kořenáčů, získaných ze sádí. Z vlků, které získáme odříznutím z babky nebo z jarních výhonků.
2. Technologie pěstování – složeno z podzimního úklidu předešlé révy a přiorávky, jarní odorávky, podzimního/jarního řezu chmele, další přiorávky, ze zavěšování chmelovodů, ze zavádění mladé révy, ze závlahy, přihnojovaní a ochrany před škůdci.
3. Sklizeň a posklizňová úprava – uskutečňuje se v údobí hospodářské zralosti, trvá výhradně 10–12 dní. Z toho důvodu je na agronomovi, aby správně rozhodl začátek sklizně. (Kosař, 2000)

3.6.5 Posklizňová úprava chmele

Pro pivovarský průmysl je zásadní, jakým způsobem proběhne posklizňová úprava chmele. Zdali byly všechny předepsané činnosti s chmelem pod záštitou regulí odvedeny jakostně a správně. Výčet základních operací je následující: od zpracování, skladování po expedici, eventuálně výroby chmelových výrobků konče. Mezi klíčové fyzikálně-chemické činitele zejména patří teplota, trvání doby oxidace a světla.

V českých podmínkách dozrává chmel na konci srpna. Dnes s úbytkem manuální pracovní síly se přechází na strojní sklízení. Po sčesání se okamžitě zahájí proces sušení. Dělá se to z toho důvodu, že v opačném případě dochází k úbytku prvotní barvy, lesku a charakteristického aroma. Z hospodářského hlediska by to vedlo ke sklizňovým ztrátám. Nebýt sušení, chmel by se zapařil a zplesnivěl. Procentuální zastoupení vody v sušině hlávek po sklizni je v rozmezí 72-82 % a procesem sušení se musí ponížit na 8 %. Obdobně jako v případě sušení sladu v tříslových hvozdech, tak u chmele se používají komorové žaluziové sušárny. Sušení probíhá ve vrstvách okolo 20 centimetrů po dobu 5–8 hodin teplým vzduchem, ovšem pod spodní žaluzií nesmí přesáhnout teplota 50 °C. V dnešní době díky moderním technologiím se přechází na pásové sušárny, které pracují kontinuálně, jsou výkonnější a zapojují se do linky rovnou k česacímu zařízení. Jakmile jsou hlávky chmele patřičně dosušeny, jsou skladovány na půdách, kde přijmou vzdušnou vlhkost. Obsah vody v hlávkách se povýší na konečných 11 %. Podstata zbytku činností závisí na požadavcích chmelnice a zákazníka. Chmel se třídí, lisuje do velkoobjemových vaků tzn. žoků, poté se vypravuje na nové zpracování nebo putuje přímo do pivovarů.

Sklizený chmel se v České republice na základě zákonů vlády certifikuje, je tím garantován původ, odrůdová čistota a jakostní parametry.

Chmelové pryskyřice a silice jsou nejdůležitějšími složkami chmele, ovšem nejedná se o stabilní látky z chemického hlediska. Snadno oxidují, reagují a štěpí se navzájem, výsledkem jsou zhoršující se senzorické vlastnosti chmele. Oxidace pryskyřic a silic je umocněna vyššími teplotami, které když se vyskytují u všech manipulačních operací, výrazně zhoršují výsledný artikl. Další rozklad je příčinou světelného záření a vzdušného kyslíku. Nelze dlouhodobě skladovat chmel ani v dokonalých podmínkách, protože i tak vstupuje kyslík do zelených částí chmele a podporuje oxidaci. Částečné protiopatření tkví v nízkých skladovacích teplotách okolo 5 °C, ale i tak se doporučuje chmel co nejdříve v pivovarech využít a do jednoho roku zpracovat. Lisovaný hlávkový chmel se doporučuje skladovat i při 0 °C. (Kosař, 2000)

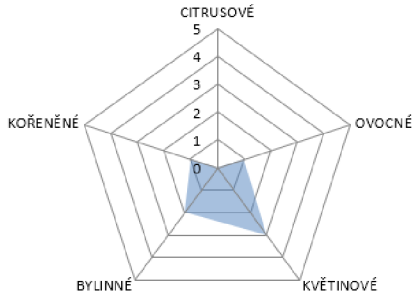
3.6.6 Přehled českých odrůd chmele

V následující podkapitole autor popisuje tradiční a nové odrůdy českého chmele.

3.6.6.1 Žatecký poloraný červeňák

Počínaje nejslavnější a nejvíce pěstovanou odrůdou chmele v České republice. Do roku 1994 byl zákaz pěstovat jakékoli jiné odrůdy, i přes uvolnění restrikcí se nadále pěstuje přibližně na 90 % českých chmelnic. Byl registrován docentem Karlem Osvaldem roku 1952. Od 1927 doc. Osvald selektoval a šlechtil rostliny pro nové osazení.

Jedná se o velmi vytříbený aromatický jemný chmel, používaný na závěrečné nebo studené chmelení. (Basařová, 2010)

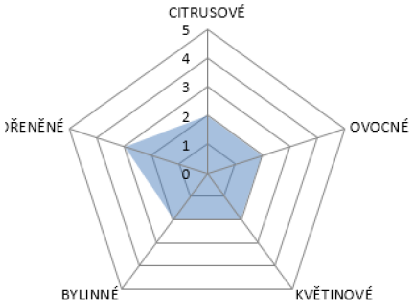


Obrázek 10: Charakter chmelového aroma, zdroj: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Zatecky-polorany-cervenak-200g-d8.htm

3.6.6.2 Sládek

Jedná se o křížence mezi odrůdami Northern Brewer a Saaz. Registrován roku 1987 a název má po sládcích. Pěstitelé měli za to, že právě sládkové nejvíce ocení vybalancovanou hořkost s aromatem popisované odrůdy.

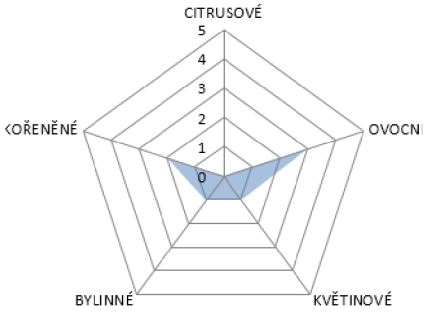
Má přízračně jemnou vyváženou hořkost, používá se na celé nebo na druhou polovinu chmelení. Využívá se u svrchně kvašených piv a na závěrečné chmelení. (Basařová, 2010)



Obrázek 11: Charakter chmelového aroma, zdroj: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Sladek-200g-d11.htm

3.6.6.3 Premiant

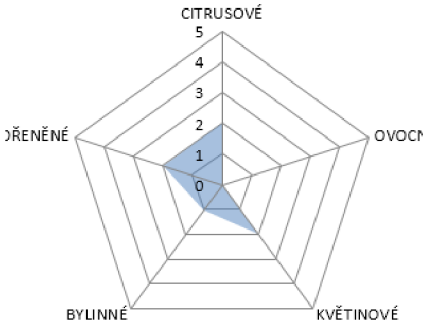
Používaný pro svoji plnou chuť, důkladný říz a vysokou hořkost. Název od českého piva Premium. Pěstuje se od 1996. Jedná se o hybridní odrůdu. Aroma neutrální a hořkost značná, pro tyto vlastnosti je oblíbený. Další významnou vlastností je, že nezanechává nežádoucí ulpívající hořkost v ústech po konzumaci piva. (Basařová, 2010)



Obrázek 12: Charakter chmelového aroma, zdroj: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Premiant-200g-d9.htm

3.6.6.4 Agnus

Z latinského překladu slovo beránek, od jmenovce slavného českého šlechtitele chmele Františka Beránka. Chmel byl registrován roku 2001. Jedná se o hořký hybridní chmel. Vhodný na první chmelení. Pivu přináší atraktivní hořkost s déletrvající chutí po napití. (Basařová, 2010)



Obrázek 13: Charakter chmelového aroma, zdroj: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Agnus-100g-d309.htm

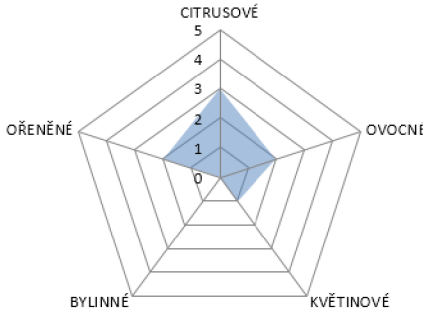
3.6.6.5 Saaz Late

Nová hybridní odrůda Žateckého poloraného červeňáku, zakládá si na vlastnostech po Saaz, ale s charakteristikou vyšších výnosů. Zdědil po Saaz obsah a složení chmelových pryskyřic a silic. Jedná se o velmi jemný aromatický kultivovaný chmel, používaný na závěrečné, studené, ale také na celé chmelení. (Basařová, 2010)

3.6.6.6 Kazbek

Jedná se o hořkou odrůdu s vysokými výnosy. Registrován byl roku 2008. Pojmenování má po nejvyšší hoře Kavkazu. Důvodem jsou předci odrůdy z planých ruských chmelů. (Basařová, 2010)

Je aromatický do silné hořkosti. Jedná se o specifickou charakteristiku chmelové vůně po senu, s kořeněnými a květnatými tóny. Vhodný na studené chmelení spodně a svrchně kvašených piv. (Basařová, 2010)



Obrázek 14: Charakter chmelového aroma, zdroj: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Kazbek-200g-d191.htm

3.6.6.7 Rubín

Odrůda z roku 2007, má hořké a silné kořenité aroma, vyznačuje se tím, že má červenofialovou barvu révy. (Basařová, 2010)

3.6.6.8 Vital

Původně pro farmaceutický průmysl kříženec odrůdy Agnus. Má vysoké množství zdraví prospěšných látek. Pěstuje se od roku 2008. Charakteristický kvůli vysokému obsahu DMX (desmethylxanthohumolu), jedná se o žádanou látku ve farmacii.

Používá se na základní chmelení, dále využívaný na chmelení speciálních a aromatických piv. (Basařová, 2010)

3.6.6.9 Bohemie

Odrůda schválena roku 2010, jedná se o mladší odrůdu, vhodnou díky své charakteristické chmelově kořenitému aroma, které se vhodně doplňuje k českým pivům. Je význačný svým aromatickým profilem. Hodí se druhé nebo celé chmelení. (Basařová, 2010)

3.6.7 Chmelové výrobky

Jak bylo zmíněno v kapitole 3.6.5 Posklizňová úprava chmele, největší výzvou pro pěstitele chmele je posklizňové zpracování. Zvláště chemická nestabilita, nízká extrakce pryskyřic a silic z hlávek chmele při výrobě piva pivovarem, vysoké nároky na skladování a obtížná logistika chmelových hlávek. Zmíněné obtížnosti vedli k moderním způsobům, jak tomu čelit pomocí chmelových výrobků.

Dělíme chmelové výrobky do třech kategorií:

- **Hlávkový chmel mechanicky upravený** – granule/peleta má k původnímu způsobu zpracování chmele nejblíže. Spadají sem mleté a granulované (peletované) chmele--nejrozšířenější výrobek, liší se stupněm zkoncentrovaných hořkých silic a pryskyřic.
- **Hlávkový chmel upraven přírodními fyzikálními procesy** – jedná se o nemodifikované chmelové extrakty za pomoci různých ekologicky nezávadných rozpouštědel. Mezi které patří ethanol a oxid uhličitý.
- **Hlávkový chmel chemicky upravený** – obsahuje extrakce jednotlivých složek, jsou separované formou extraktu nebo výluhu. (Kosař, 2000)

3.6.7.1 Granulovaný chmel

Svojí podstatou, ale i chemickým složením nejvíce odpovídají tradičním způsobům zpracování chmele. Chmelové granule/pelety odpovídají Německému zákonu o čistotě piva z roku 1516 v originálním znění "Reinheitsgebot". Chmelové výrobky typu granulí/pelet na druhou stranu nedisponují způsobem, jak efektivně snížit obsah dusičnanů. V dnešní době jsou využívány ve všech výrobách piva. Připravují se jimi výčepní, speciální, ležácké spodně a svrchně kvašená piva.

Rozdělují se na typy 100, 90, 45, 30. Čísla udávají technologii zpracování 100 kg chmele na 90 kg, 45 kg, 30 kg granulí/pelet. Čím se jedná o nižší číslo, tím granule obsahují větší koncentraci cenných látek potřebných pro pivovarnický průmysl. (Kosař, 2000)

3.7 Technologie využití kvasnic

Od spontánních kvašených obilných nápojů ze starověku se po moderní kvasící procesy celkový vývoj kvašení značně posunul v před. Dříve člověk neměl kvašení pod kontrolou, proto se také říkalo a stále ze zvyku říká „Dej bůh štěstí". Dnes má sládek kvasící proces pod drobnohledem. (Basařová, 2010)

Od středověku do první poloviny 19. stol. se primárně kvašení odehrávalo ve sklepeních chlazených ledem nebo se vyrábělo pivo přes zimu. Bez možnosti aktivního chlazení převládala technologie výroby piva svrchního kvašení a mladina byla zakvášela kvasinkami, které zbyly

z minulé várky. K přelomu došlo v roce 1840, kdy bylo vynalezeno aktivní chlazení. Lze se domnívat, že to bylo jedno z největších inovací v pivovarském průmyslu, které nevíce ovlivnilo celý obor. Od roku 1840 se přešlo na aktivní chlazení a popularita kvasinek spodního kvašení raketově rostla. Kvašení spodními kvasinkami probíhalo takovým způsobem, že se používaly usazené kvasinky v kádi z minulých várek. Od sousedů z Bavor spodní kvašení se roku 1842 rozšířilo i do Čech. A od té doby se zcela vyrábělo spodně kvašené pivo v Plzni, v nově vybudovaném Měšťanském pivovaru. (Basařová, 2010)

Podstata bilance alkoholového kvašení byla prvně sestavena už počátkem 19. století Gayem-Lussacem, ale až L. Pasteur uceleně popsal, že kvasný proces funguje na chodu živých mikroorganizmů. Dobový sládkové po zjištění, že mají ve většině případech silně znečištěná pracoviště, došli jednomyslně ke shodě, že je nutné nastolit co nejdůslednější čistotu pivovarského vybavení. V současnosti je proces kvašení řízeným průběhem, který do značné míry významně ovlivňuje jedinečnost vyrobeného piva. Ve svém prostém rozdělení se mladinové kvašení dělí na dva styly, dle způsobu zakvašení. Prvním častějším typem je pivovarská technologie spodního kvašení za výpomoci kvasinek (Saccharomyces carlsbergensis, dříve Saccharomyces cerevisiae (uvarum)) optimálně operujících v teplotách 6-12 °C. Druhým také velmi používaným typem jen v menších várkách vyráběného piva je pivovarská technologie svrchního kvašení za pomoci kvasinek (Saccharomyces cerevisiae) ideálně fungujících do hranice teploty 24 °C. (Basařová, 2010)

Zakvašená mladina absolvuje dle standartní technologie kvašení dvě etapy: hlavní kvašení a zrání.

3.7.1 Rozdíl mezi svrchním a spodním kvašením

Prostý rozdíl mezi svrchními a spodními kvasinkami je odvozeno již z jejich pojmenování. Svrchní kvasinky jsou po skončení procesu kvašení vynášeny k hladině oproti spodním kvasinkám, které sedimentují u dna kvasné nádoby.

Spodní pivovarské kvasinky mají tu specifickou vlastnost, že v závěru kvasícího procesu se shlukují do vloček a formují na dně kádě sedimentaci. Hlavní kvašení probíhá při 4–6 °C, zrání pak při 1–3 °C.

Oproti tomu svrchní kvasinky tvoří na hladině „pěnovou“ pokrývku, které se profesně říká deka. Kvasí se při vyšších teplotách v rozmezí 22-25 °C.

Ze senzorického hlediska je rozdíl značný již po prvním napití. Spodně kvašené pivo má jemnější, zakulacenou chuť, oproti svrchně kvašenému pivu, které je příznačné svými výraznějšími aromatickými tóny do všech chuťových spekter. (Basařová, 2010)

3.7.2 Udržování kultur a propagace

Kultivační proces mikroorganismů je rozdělen do dvou platforem, které plní odlišný účel. Rozlišují se na laboratorní kultivaci a provozní propagaci.

„Laboratorní kultivace slouží k získání potřebného množství kultury pro zaočkování propagačních těles v propagační stanici.“

V prvopočátku probíhá selekce kvasinek. Vhodná kvasinka, (vybírá se jedna buňka) je použita pro vytvoření nové kultury. Kvasinková kultura je pěstována v živném mediu odborně zvaném Agar (želatinová substance) v Petriho miskách. Poté co je nakultivováno dostatečné množství, je kultůra kvasinek přemístěna, v čase se zvětšujících rozměrů, do nádob. Živné médium v nádobách je již tekutého rázu. (Kosař, 2000)

3.8 Základní senzorické charakteristiky piva

Pivo je v dnešní době možné hodnotit zkušeným degustátorem, provedením senzorické analýzy nebo laboratorními testy. Mezi kategorie, které náleží degustátorovi patří: barva, čirost, říz, stabilita pěny, harmonie chutí, ulpívání chutě na jazyku, vůně a další. Ve zmíněných oblastech je člověk běžný hodnotitel. Za to v laboratoři jsou měřeny číslem ohodnotitelné vlastnosti piva, mezi které patří: extrakt z původní mladiny (EPM), obsah alkoholu, zbytkový extrakt a další. V laboratoři se dále zkoumá přítomnost nežádoucích mikroorganismů, jako jsou divoké kvasinky, bakterie a plísně. U kterých, se určuje množství a druh, dle laboratorních zjištění se dále koná. Mezi moderní postupy, které jsou využívány, patří celkové chemické rozbory piva. Přes dokonalá technologická laboratorní zázemí, které má v dnešní době většina laboratoří se stále prování a budou nadále provádět senzorické analýzy v rámci hodnocení piva. Laboratorně nelze hodnotit vjemy, které mají pro člověka největší hodnotu. Konzument piva z laboratorní analýzy nezjistí, jestli zkoumaný vzorek piva má chuťové parametry, které ho osloví či naopak. Zkušený degustátor, ale i laická veřejnost vnímá velké množství vjemů a látek ve všech potravinách, které zkonzumuje. Pro příklad vyrobené pivo v sobě skrývá přes 1000 různých látek. Všechny tyto látky jsou v silnější či slabší propojenosti, jsou aktivní ze senzorického hlediska a umocňují či snižují vnímané senzorické parametry.

Hodnotit se může vše co se dá a s něčím jiným porovnat, srovnat a ohodnotit. Degustace mohou být z tohoto pohledu amatérské nebo odborné. Subjektivita ve větší či menší míře hraje roli ve všech degustacích, u těch laických více oproti odborným, kde minimálně. Objektivní hodnocení, aby se drželo faktů, musí mít vymezené popisy chutí, vůní, které jsou rázně odděleny od sebe a na kterých se musí všichni zúčastnění degustátoři shodnout. Jde o neurčitou kalibraci všech přítomných pomocí definovaných senzorických popisů. Výsledek senzorického popisu zkušeného hodnotitele musí být ztotožnitelný i s ostatními členy komise. K vymezení jednotlivých chuťových profilů jsou používány referenčně definované potraviny a stupnice intenzity zkoumaných charakteristik. Stupnice pomáhá degustátorovi vymezit své hodnocení od ostatních a po pojmenování zařadit do hodnotícího archu. Rozdíl mezi zkušeným a amatérským degustátorem není velký, ale je především v dovednosti pojmenovat veškeré chuťové a aromatické vjemy, které laik může pochytit, ale bude mít obtížnou až nulovou šanci pojmenovat co právě chutnal nebo cítil. Vjemy, které člověk není schopen popsat, jako kdyby nebyly. (Olšovská, 2017)

3.9 Stupňovitost piva dle stupně Plato v závislosti na specifické hustotě a objemového procenta alkoholu v hotovém pivu

Pro potřeby výroby piva v domácích podmínkách se stupně Plato používá pouze jako orientační měřítko. Pomocí refraktometru se stanoví specifická hustota a podle obrázku č. 15 se získaná hodnota přepočte. Podle nových norem je zakázáno značení piva podle jeho stupňovitosti a musí se místo toho uvádět procentuální zastoupení původního mladinového extraktu.

Přepočet stupňovitosti, specifické hustoty a % alkoholu		
Plateau °	SG	ABV %
10°	1,041	4,07 %
11°	1,045	4,59 %
12°	1,049	5,12 %
13°	1,054	5,78 %
15°	1,062	6,83 %
18°	1,072	8,53 %
19°	1,079	9,06 %
20°	1,083	9,58 %
21°	1,088	10,24 %

Obrázek 15: Tabulka pro přepočet stupňovitosti, specifické hustotu a % alkoholu byla autorem sestavena na základě informací získaných z webové stránky: https://www.brewersfriend.com/

4 Vlastní práce – Hlediska výroby piva v domácích podmínkách a senzorické testy

Technické zázemí dvou varen z předešlé bakalářské práce autora odpovídá požadavkům Diplomové práce, aniž by byla nutná technologická úprava jedné varny na technologii druhou.

Tato kapitola pojednává o výrobě piva Plzeňského-typu v domácích podmínkách na dvou různých varnách. Varny používají k ohřevu díla odlišný ohřev. Budou použity stejné suroviny, varní listy, technologické procesy výroby, velkosti várek, doby hlavního kvašení a poté zrání. Uvařené mladé pivo bude zakvašeno svrchně a spodně. S dvaceti denním rozestupem bude vyrobena stejným způsobem várka druhá. Závěrem práce bude ekonomické zhodnocení všech uvařených piv s ohledem na jejich senzorické vlastnosti.

4.1 Technické zázemí výroby piva

Autor práce pro svoji diplomovou práci použil shodné pomůcky, které použil ve své bakalářské práci. Varnu Braumeister doplnil o nadstavbu EXTENDED, která zlepšila senzorické vlastnosti vyrobeného piva a zvýšila množství sladového šrotu použitého na jednu várku. Druhý použitý systém pro výrobu piva je BrauEule II Pro Autobrew ve stejné konfiguraci, jako v předešlé bakalářské práci, ve které je popsána ekonomika výroba svrchně kvašeného piva. V této Diplomové práci je popsána výroba piva o specifické hustotě 1,049 Plzeňského stylu. (přepočteno: 12° pivo)

Obrázek 16: Z leva BrauEule II Pro Autobrew (vyslazovací/rmutovací káď a varní pánev) a Braumeister EXTENDED, Zdroj: archiv autora

4.1.1 Technické porovnání systémů Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew

V následující kapitole a s tím i v souvisejících podkapitolách byly z technického hlediska porovnávány varní systémy Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew. Nejprve byl nastíněn varní proces dané varny a poté technická specifikace.

4.1.1.1 Braumeister EXTENDED – ohřev topnou spirálou

Podkapitola pojednává o varním systému s charakteristickým centrálním sladovým košem, kterým proudí vystírací voda cirkulujícím způsobem. Varna má kompaktní rozměry a zvládá uskutečnit všechny technologické procesy v jedné nádobě. Nejprve je popsán varní proces a poté technická specifikace.

4.1.1.1.1 Proces vaření soupravou Braumeister EXTENDED

1. V rámci programování je Braumeister EXTENDED v souladu s receptem nastaven na požadované varné časy a technologické prodlevy. Po přepnutí do automatického režimu začne proces vaření. Řídící jednotka vedoucí uživatele všemi kroky provede čtyři fáze vaření automaticky. Operační jednotka má na starosti všechny procesy ohledně teplot a časů, sama upozorňuje na jakékoliv změny. Na malém displeji je uživateli přímo sdělován další krok postupu. Uživatel se pouze řídí pokyny na displeji.

2. Během procesu vystírání se, v závislosti na receptu a metodě, voda napustí a zahřívá na teplotu 38 ºC. Posléze je sladový buben s dolním sítem umístěn na svou pozici. Za soustavného míchání se nasypává našrotovaný slad do bubnu a nato se horní síto přiklopí. Buben je následně zafixován fixační trubkou a dotáhnut křídlovou maticí.

3. Po potvrzení uživatelem na displeji, dojde k zapnutí čerpadla a postupnému ohřevu vody na nastavené teploty a technologické prodlevy, dle použité receptury. Během fáze vystírání/rmutování, díky průběžné cirkulaci vody dochází k postupnému uvolňování škrobu ze sladu. Pro příklad jsou naprogramovány následující technologické prodlevy pro klasické světlé pivo Plzeňského stylu do řídící jednotky nanopivovaru:

1) Vystírání, 38 ºC
2) Ohřev na 55 ºC, prodleva 5 minut
3) Ohřev na 68 °C (první cukrotvorná prodleva), prodleva 30 minut
4) Ohřev na 72 °C (druhá cukrotvorná prodleva), podle jodové zkoušky
5) Odrmutování, 78 ºC, prodleva 15 minut

4. Vyslazování: Po dokončení čtvrté fáze, kterou je Rmutování se spustí proces Vyslazování, pro uživatele to znamená vyjmutí sladového bubnu, jeho krátké ponechání pro odkapání a následné dodatečné vyslazení pomocí předem připravené vody o objemu 9 litrů (záleží na dané receptuře) ohřáté na teplotu 78 ºC, na takzvané "výstřelky".

5. V rámci chmelovaru je mladina vařena bez poklice (z důvodu přidávání chmelu, kvůli kterému to může vést, až k významnému narůstání pěny na povrchu a tedy k riziku překypění) po dobu 90 minut a chmel je v průběhu vaření několikrát přidáván. Pro dosažení požadované stupňovitosti piva je odpařená voda doplňována čerstvou vroucí vodou. Na závěr chmelovaru se opět ozve signál.

6. V okamžiku, kdy dochází k dokončení chmelovaru a následnému zchlazení mladiny na optimální fermentační teplotu (pro svrchně kvašené pivo se jedná o teplotu přibližně 16 ºC a pro spodně kvašené pivo o teplotu přibližně 10 ºC), je nutné provést postup chlazení. Tento proces může být realizován buď vložením chladící spirály přímo do varního systému nebo

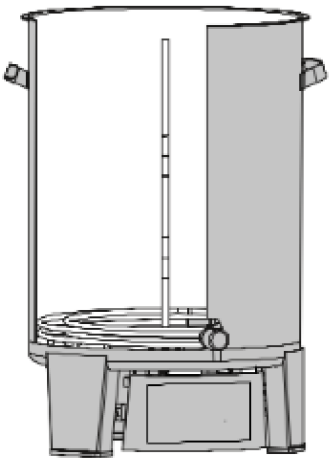
pomocí deskového protiproudého výměníku, který je výrazně účinnější. Pro chlazení byla použita dešťová voda z podzemní nádrže, která měla teplotu 14 °C. U spodně kvašených piv je nutné využít strojní chlazení k dokončení procesu ochlazení.

7. Během procesu výroby piva následuje po fázi chmelovaru klíčová etapa a to fáze hlavního kvašení. Zchlazená mladina je přelita s pečlivou opatrností do fermentační kádě, nazývané též spilka. Vzhledem k tomu, že vysrážené částice chmele a sladových vloček by negativně ovlivnily senzorické vlastnosti piva, je nezbytné zajistit, aby se do kvasné kádě nedostaly. Při přelévání mladiny do fermentační nádoby je tedy třeba postupovat obezřetně a s důkladnou kontrolou. Zajištění dostatečného prokysličení mladiny je v této fázi procesu zásadní a vyžaduje pečlivou pozornost.

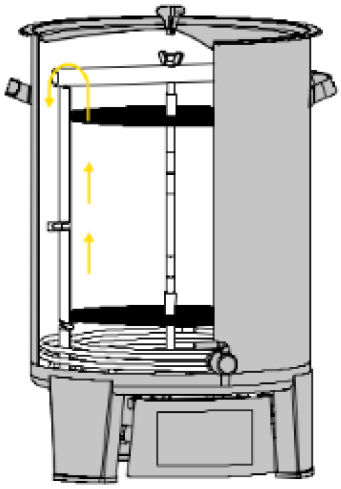
8. Kvasnice (spodní/svrchní) jsou přidávány v průběhu nebo na konci procesu přesunu mladiny do fermentační nádoby. Je třeba zajistit opatrné a pečlivé promíchání, aby nedošlo k nežádoucímu vniknutí částic vysráženého koláče chmele, aby negativně neovlivnily senzorické vlastnosti piva. Délka primárního kvašení je ovlivněna specifickou hustotou, typem piva a může se pohybovat od jednoho týdne až do jednoho měsíce. Po skončení hlavního kvašení následuje fáze zrání piva, které může trvat od jednoho měsíce až do dvou let, v závislosti na druhu piva a požadovaných senzorických vlastnostech.

4.1.1.1.2 Technická specifikace

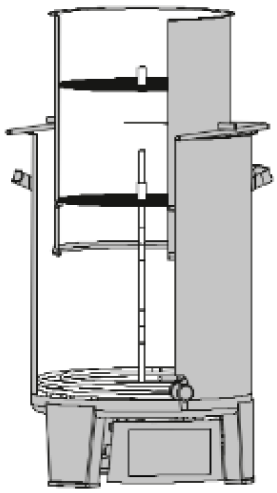
Základní technologie výroby piva je velmi jednoduchá. Využívá se cirkulace vody, která je vháněna zespoda do sladového bubnu, ohraničeného sítem. Tímto způsobem je extrahován škrob z našrotovaného sladu a mladina opouští buben plynulým přetékáním přes horní okraj (viz obr. č. 19B). Rmutování probíhá čerpadlem, které je umístěno ve dně pánve. Nasávací otvor je umístěn na okraji stěny pánve a vodu/sladinu vyhání otvorem umístěným uvnitř sladového bubnu. Ohřívání sladu/mladiny probíhá přímým ohřevem topnou spirálou, která je obtočena dvakrát okolo průměru pánve. Vyslazování sladu probíhá vytažením sladového bubnu nad hladinu sladiny (viz obr. č. 19C). K tomuto účelu jsou na bocích stěny upevněny dva špalíky naproti sobě, pomocí nichž se buben vyjme a položí na hranatou tyč tvaru písmene U. Chmelovar probíhá bez přítomnosti vnitřních komponent (viz obr. č. 19A). (Speidel, 2018)



Obrázek 19: A) chmelovar



Obrázek 19: B) technologie cirkulace vody se sladem



Obrázek 19: C) proces vyslazování

Obrázek 20:Varna Braumeister a její kombinované využití, Zdroj: https://www.speidels-braumeister.de/en/service/brochures.html

4.1.1.1.3 Nadstavba EXTENDED – Low oxygen brewing

Varní systém byl doplněn o nadstavu, umožňující redukci nežádoucí oxidace ve výrobním procesu. Dopady to má zejména na senzorickou charakteristiku piva, ochrana rmutu před oxidačními účinky a navýšení objemu sypání. Tím se navýší celková kapacita výroby piva.

Obrázek 21: Nadstavba Low oxygen brewing umístěna na varní systém Braumeister, zdroj: https://shop.speidels-braumeister.de/en/accessories/brewing/low-oxygen-brewing-kit-20-litre-braumeister

4.1.1.1.3.1 Základní charakteristika výroby piva za sníženého množství kyslíku

Cílem je vytvořit chutnější pivo s výraznější a čerstvější vůní sladu. Výsledkem tohoto procesu vaření je minimalizovat kontakt s kyslíkem během procesů rmutování, chlazení a přenosu do kvasných kádí. Nízké množství rozpuštěného kyslíku ve vodě, chmele nebo sladového extraktu je ukazatelem úspěchu tohoto procesu. Minimalizace vystavením kyslíku jsou existující chutě v pivu lépe zachovány, stejně tak vede k delšímu uchování chutí a prodloužení trvanlivosti vyrobeného piva. (Speidel, 2018)

4.1.1.1.3.2 Dopad na chuť piva

Várka je v kontaktu s nízkým obsahem kyslíku a vzduchu, tím je podpořeno zachování většího množství sladových chutí ve vyráběném pivu. Tato metoda je zvláště vhodná pro sladová piva a piva s menším množstvím chmele, jako je pšeničné pivo, ležák nebo styl piva Pilsner. V rámci procesu vaření by sladové vůně neměly vymizet, ale měly by se projevit v chuti vyrobeného piva. (Speidel, 2018)

4.1.1.1.3.3 Rozpuštěný kyslík

Kyslík hraje důležitou roli ve všech oxidačních procesech. V případě technologie výroby piva je kyslík nežádoucí. Kyslík se rozpouští ve vodě a rmutu během procesu výroby piva, tomu je nutno zamezit. Koncentrace rozpuštěného kyslíku může být zjištěna pomocí specifických měřicích přístrojů. Nízká koncentrace kyslíku je pro zachování chuťového profilu důležitá. Pitná voda z městské vodovodní sítě nebo voda používaná při vaření piva bývá na začátku bohatě nasycena kyslíkem, tomu se zabraňuje například předvařením vody, aby se předešlo rozpuštěním kyslíku během technologie vaření. Pouze během procesu kvašení je rozpuštěný kyslík nutný, žádaný a důležitý pro reprodukci kvasinek. (Speidel, 2018)

4.1.1.2 BrauEule II Pro Autobrew – ohřev vodní párou

V následující kapitole je varna technologicky vysvětlena a varní proces strukturálně vylíčen. Charakteristické pro varnu je její nepřímý ohřev vodní párou. Pára generovaná ve vířivé kádi je použita k ohřevu rmutovací kádě. Zásluhou izolovaného ohřevu díla varní systém technologicky funguje na principu dekokce.

4.1.1.2.1 Proces vaření soupravou BrauEule II Pro Autobrew.

1. Programování: Stejně jako u předchozí technologie, je BrauEule II Pro Autobrew snadno uživatelsky nastavitelná. Uživatel vkládá své vlastní recepty do řídící jednotky nebo používá již předem nastavené automatické recepty výrobce. Uživatel je upozorněn zvukovým signálem před a po technologicky důležitých mezikrocích varního procesu, které vyžadují jeho intervenci pro správné pokračování v dalších procesech vaření. Uživatel provede potřebný krok a potvrdí svou akci pomocí zeleného tlačítka. Proces vaření může pokračovat.

2. V rámci vystírání sladového šrotu se využívá vystírací/rmutovací pánev, do níž je přiváděna pára z varné kádě hadičkou. Ohřátá vodní pára je generována právě v této varné kádi. Voda je čerpadlem přepravována přes průtokový ohřívač a vstřikována tangenciálně zpět do varné nádoby. Vystírací/rmutovací pánev je vybavena dvojitým perforovaným dnem, skrz nějž je pod přetlakem až 0,03 MPa vedena ohřátá pára. Proud bublin, který vzniká při této operaci, s postupným snižováním teploty promíchává jemně sladové dílo s lokálním varným účinkem ve spodní části pánve. Teplotu technologického procesu hlídá teplotní čidlo, které aktivuje regulaci přívodu páry do rmutovací nádoby a řídí předem nastavený program technologických pauz, jichž je k dispozici až šest. Po dosažení teploty 38 ºC je našrotovaný slad přidán do vystírací/rmutovací pánve a důkladně promíchán.

3. Vystírání/rmutování: V rámci výroby piva v automatickém režimu, probíhá proces následovně:

1) Vystírání, 38 ºC
2) Ohřev na 55 ºC, prodleva 5 minut
3) Ohřev na 68 °C (první cukrotvorná prodleva), prodleva 30 minut
4) Ohřev na 72 °C (druhá cukrotvorná prodleva), podle jodové zkoušky
5) Odrmutování, 78 ºC, prodleva 15 minut

Závěrem procesu je uživatel informován o dokončení pomocí zvukového signálu. Následně uživatel potvrzuje dokončení procesu stisknutím zeleného tlačítka.

4. Vyslazování: Voda, která je využita pro výrobu páry pro rmutování, je odčerpána z varné pánve a skladována v přenosných plastových nádobách o objemu 10 litrů, pro pozdější vyslazení. Hadička, která byla původně používána pro dopravu páry z varné pánve do rmutovací pánve, je nyní používána v opačném směru, aby byla sladina přečerpána zpět do varné pánve. Konstantní hladina, která se udržuje na přibližně dvou centimetrech, je zajištěna postupným doléváním vody pro vyslazení. Po dokončení procesu je uživatel informován o jeho finalizaci zvukovým signálem. Pro potvrzení dokončeného procesu, uživatel stiskne zelené tlačítko.

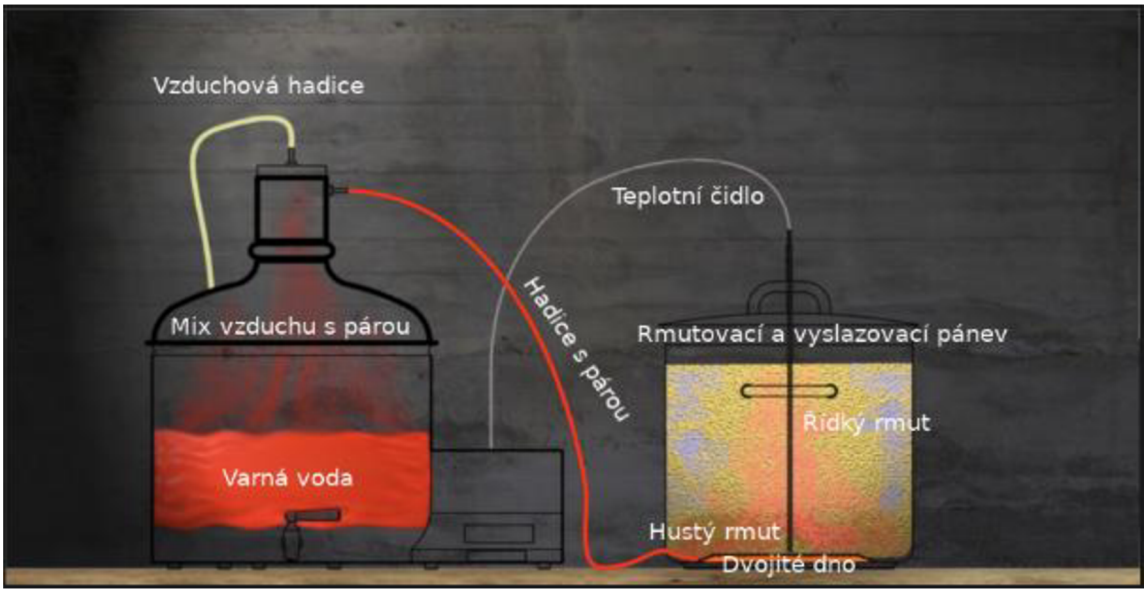
Obrázek 22: Proces vyslazování, Zdroj: archiv autora

5. Chmelovar: Do varné pánve je přidána první várka chmele o hmotnosti dle receptu. Poté se víko položí na pánev a obě části se utáhnou spínacím kruhem. Hadička se opět připojí na koncovku ve víku varné pánve, nasadí se vzduchování a tyto úkony se potvrdí zeleným tlačítkem na displeji. Mladina se následně čerpá čerpadlem přes průtokový ohřívač a tangenciálně se vstřikuje zpět do varné pánve, což způsobuje koncentraci pevných částic a kalů ve středu varné pánve a usnadňuje pozdější stočení čisté mladiny. Doba chmelovaru začíná již při dosažení 90 °C díky pracovnímu přetlaku 0,03 MPa a trvá 75 minut. V závislosti na receptu je nutné dodávat chmel opakovaně (pro tuto operaci je však třeba BrauEule II Pro Autobrew vypnout, počkat 7 minut na vymizení skrytého varu a až poté přidat další dávku chmele). Stejným postupem probíhá obdobně i třetí chmelení, jinak hrozí neřízené vytrysknutí vařící mladiny ven z varné pánve. Celkový proces vaření mladého piva trvá 120 minut. Na konci procesu je uživatel informován zvukovým signálem a potvrdí dokončení stisknutím zeleného tlačítka.

6. Chlazení: Existují různé způsoby chlazení mladiny v domácích podmínkách, včetně použití chladicí spirály, výměníku nebo přirozeného chlazení přes noc. Výroba svrchně kvašeného piva umožňuje použití jakéhokoliv z těchto postupů. V případě výroby spodně kvašeného piva je však nezbytná přítomnost fermentační kádě s připojením k aktivnímu chladícímu médiu. Pokud uživatel použije deskový výměník, je schopen zchladit za užití studené vody z vodovodní sítě mladinu na požadovanou teplotu během několika málo minut.

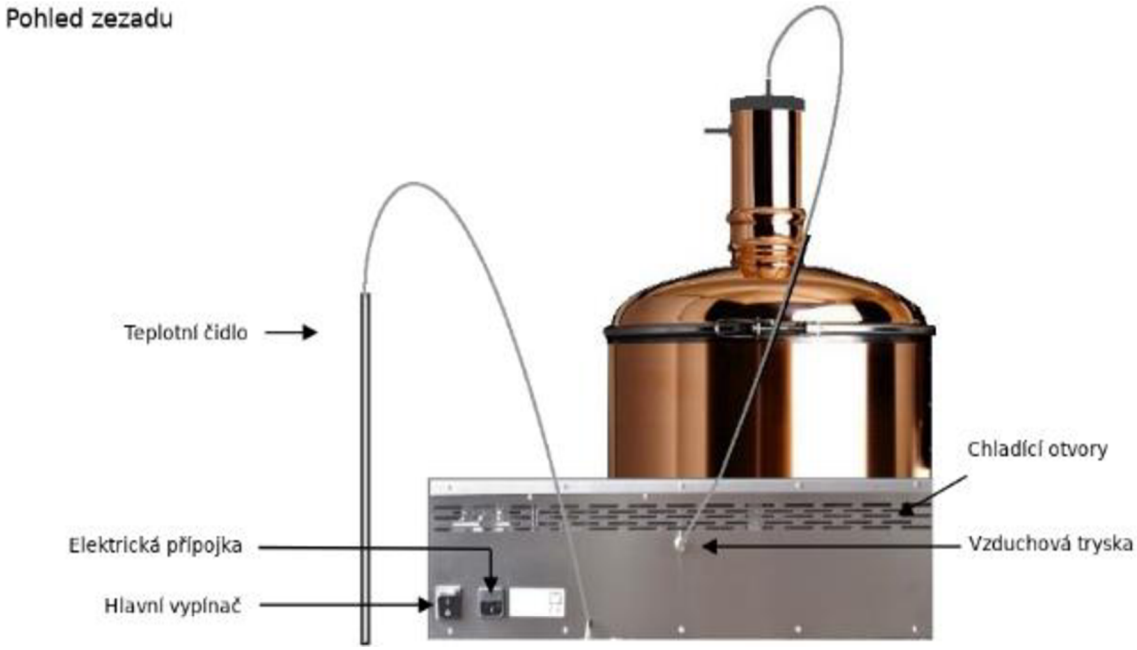
4.1.1.2.2 Technická specifikace

Výroba piva technologií BrauEule II Pro Autobrew umožňuje dosáhnout výsledného produktu s kvalitou, která se rovná, ne-li překoná, kvalitu piva vyráběného velkými pivovary. Systém BrauEule II Pro Autobrew využívá přímý vstřik páry k ohřevu rmutu, což z něj činí funkční alternativu k tradiční metodě vaření (dekokčnímu rmutování). Pára prostupující dvojitým dnem hrnce ohřívá hustší část rmutu u dna, přičemž rozpouští škrob, vytváří pražené aroma a nakonec ohřívá již řidší rmut. Tento styl vaření se osvědčil jako velmi vhodný pro mnoho klasických evropských pivních typů. Postup vaření pomocí technologie BrauEule II Pro Autobrew probíhá bez vnějšího zásahu podobně jako u dekokční metody. Kdy pára vzniká vařením vody v pánvi, smíchá se s vzduchem vháněným vzduchovou pumpou a dopravuje se parní hadičkou do dvojitého dna hrnce. Vzhledem k tomu, že hustší část rmutu se nachází ve spodní části hrnce, kudy se pára do hrnce vhání, horké bublinky s hustším rmutem stoupají nahoru a ohřívají horní část řidšího rmutu. Během ohřevu může ojediněle docházet ke skokovým změnám teploty na teplotním senzoru kvůli horkým bublinkám hustšího rmutu. Ovladač vestavěný v systému BrauEule II Pro Autobrew umožňuje udržovat předepsané pauzy a teploty. Pokud by uživatel chtěl spíše infuzní proces, musel by v průběhu rmutování intenzivně a nepřetržitě míchat celé dílo. (Rothbauer, 2015)

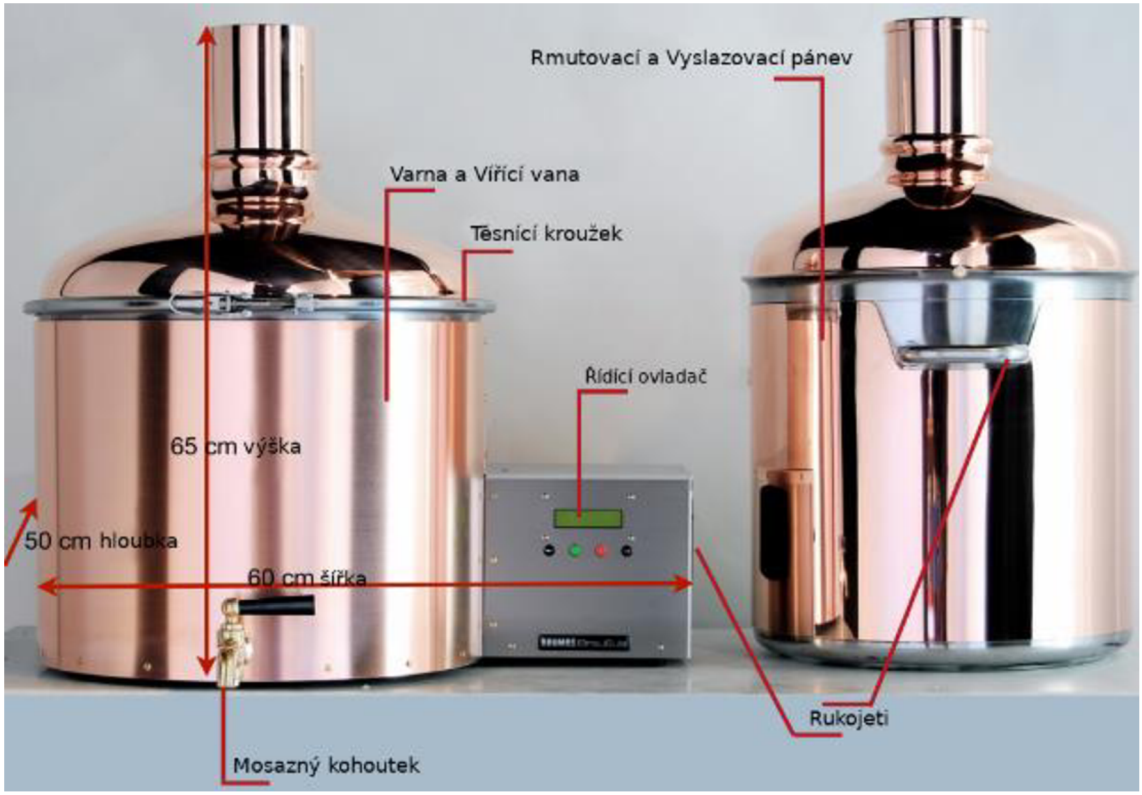


Obrázek 23: Princip ohřevu sladiny za pomocí vodní páry, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/

Obrázek 24: BrauEule pohled zepředu, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/



Obrázek 25: BrauEule pohled zezadu, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/



Obrázek 26: BrauEule výčet komponent, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/

4.2 Ekonomické porovnání systémů Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew

V prvé řadě je nutno konstatovat několik výchozích parametrů pro porovnání. Obalový materiál je stejný, který se používal v minulé práci, tudíž cena zůstává stejná. Obal je skleněný a opětovaně používaný. Dalším faktorem je množství vařeného piva za rok. Z vyhlášky Celního úřadu (Čermák, 2020) smí každá fyzická osoba pro domácí spotřebu uvařit za jeden kalendářní rok 2000 litrů piva. Jeden z aspektů hodnocení varen bude, která varna bude ekonomičtější z hlediska náročnosti a délky výroby piva do splněného limitu 2000 litrů. Rozšířením bude, jaký vliv má technologie kvašení na dobu výroby piva, a která kvasící metoda vychází z ekonomického hlediska optimálně s přihlédnutím k senzorickému profilu výsledného produktu.

Jsou použity stejné varny, které byly použity autorem práce v předešlé bakalářské práci tudíž, odpisy dosahují totožných hodnot.

Ceny za obal odpovídají v době pořízení cenám z roku 2021. Nákupní cena varen odpovídá z doby pořízení tzn 2019.

Tabulka 2: Společné vstupní hodnoty

Nákladové položky – jednotné	Ceny včetně DPH
Láhev – typu longneck	6,19 [Kč]
Korunky	0,57 [Kč]
Elektrická energie*	6,56 [Kč·kWh^{-1}]
Voda**	128,18 [Kč·m^{-3}]
Sanitace	15 [Kč]

Zdroj 2: vlastní práce autora

Vysvětlivka 1:

*Elektrická energie – cena za spotřebovanou elektrickou energii včetně regulovaných služeb a ostatních daní – sazba D56d, zastropovaná cena vládou

** Veolia, pražské vodovody a kanalizace cena pro rok 2023, zdroj: https://pravdaovode.cz/cena-vody-praha/

Tabulka 3: Ceny sladů, chmele a kvasnic

Použité slady:	Ceny včetně DPH [Kč·kg^{-1}]
Plzeňský	25,22
Bavorský	29
Vídeňský	28,69
Carapils	34,5
Použité chmele:	**[Kč·g^{-1}]**
Žatecký poloraný červeňák	1,78
Premiant	1,35
Použité kvasnice:	**Na jednu várku [Kč·ks^{-1}]**
SafBrew S-33	59
Saflager S-23	105

Zdroj 3: https://eshop.sladovna-kounice.cz/, ks^{-1} - jedno balení

4.2.1 Ekonomická specifikace systému Braumeister EXTEDED

Ekonomická specifikace faktorů pokračuje v trendu započatém v předešlé práci autora.

- Průměrná doba potřebná k dokončení jedné várky činí 8 hodin.
- Použitý směnný kurz EUR/Kč (rok 2021): 26,10 Kč
- Roční lineární odpis varního systému pro 2000 litrů piva ročně, po dobu 5 let činí 350 EUR přepočteno na český kurz 9 135 Kč.
- Jsou použity prosté náklady, které jsou pro účel práce adekvátní, s tím souvisí započítání hodnoty peněz jako za statickou hodnotu neboli bez časové změny.
- Cena každého půllitrového piva zahrnuje fixní náklady ve výši 2,28 Kč, což představuje roční odpisy.
- Používá se stejný varní list na výrobu piva o specifické hustotě 1,049 Premium Pilsner Lager a piva o specifické hustotě 1,049 Premium Pilsner Ale. Oba styly piva se liší pouze technologií kvašení. (přepočteno: 12° pivo)

Tabulka 4: Vstupní neměnné faktory ve výrobě piva

Výčet použitých vstupních prvků včetně DPH: [Kč]	
Braumeister EXTENDED	1750 EUR = 45 675
Cena vody na várku	3,85

Zdroj 4: vlastní práce autora

4.2.2 Ekonomická specifikace systému BrauEule II Pro Autobrew

Ekonomická specifikace faktorů pokračuje v trendu započatém v předešlé práci autora.

- Průměrná doba potřebná k dokončení jedné várky činí 10 hodin.
- Použitý směnný kurz EUR/Kč (rok 2021): 26,10 Kč
- Roční lineární odpis varního systému pro 2000 litrů piva ročně, po dobu 5 let činí 570 EUR přepočteno na český kurz 14 877 Kč.
- Jsou použity prosté náklady, které jsou pro účel práce adekvátní, s tím souvisí započítání hodnoty peněz jako za statickou hodnotu neboli bez časové změny.
- Cena každého půllitrového piva zahrnuje fixní náklady ve výši 3,72 Kč, což představuje roční odpisy.
- Používá se stejný varní list na výrobu piva o specifické hustotě 1,049 Premium Pilsner Lager a piva o specifické hustotě 1,049 Premium Pilsner Ale. Oba styly piva se liší pouze technologií kvašení. (přepočteno: 12° pivo)

Tabulka 5: Vstupní neměnné faktory ve výrobě piva

Výčet použitých vstupních prvků včetně DPH: [Kč]	
BrauEule II Pro Autobrew	2 850 EUR = 74 385
Cena vody na várku	5,13

Zdroj 5: vlastní práce autora

4.3 Varní list (viz Přílohy)

K vytvoření receptu na výrobu piva o specifické hustotě 1,049 (12° pivo) Plzeňského stylu byl jako základ použit varní list, který byl uživatelem OK1DDA zveřejněn na internetové stránce (Ok1dda). Pro účely autora práce bylo rozhraní varního listu použitého v předešlé práci dostatečné k pokračujícímu zaměření práce. Provedené změny byly v optimalizaci excelovské tabulky od minulých úprav autorem. Varní list je založen mimo jiné na množství potřebného sladu, kdy sládek zadá procentní podíl z celku a tabulka vypočítá množství sladu pro to potřebné. Další důležitý aspekt tabulky je výpočet dávkování dvou druhů chmele: Premiantu s vysokým obsahem α hořkých kyselin pro první, druhé chmelení a Žateckého poloraného červeňáku, aromatického chmele pro třetí chmelení, s cílem dosáhnout požadované hořkosti piva. Dále vypočítává stupňovitost uvařeného piva na základě specifické hustoty odečtené refraktometrem a určí následně množství vody potřebné pro dosažení požadované stupňovitosti. Závěrem se počítá potřebný objem mladiny, který je důležitý pro zamražení a na sekundární kvašení v láhvi. Varní listy dal autor do přílohy.

4.4 Proces výroby piva v domácích podmínkách

Souhrn stručných poznámek autora práce a technologických postupů, které jsou nezbytné v případě výroby piva o specifické hustotě 1,049 (12° pivo) Plzeňského stylu v domácích podmínkách, za předpokladu, že pro výrobu piva se používá varní systém typu Braumeister EXTENDED či BrauEule II Pro Autobrew. Rozdíly mezi systémy jsou, ale ze základního hlediska se procesy výroby piva neliší. Sled činností z podstaty věci na sebe navazují.

1) První činností je navážit slad, dle vybraného varního listu.
2) Naplnit vodu do varné pánve, dle instrukcí výrobce.
3) Zahájit čistící proces varny. Varna má v základu čistící program, tím se zbaví napečených látek a zbytků, které v minulém procesu nebyly dostatečně odstraněny. Ohřátá voda varnou vyčistí zbylé nečistoty a účinně dojde k sanitaci varny.
4) Po dokončení čistícího procesu, se horká voda používá na desinfekci okolních nádob, nástrojů, ale hlavně k desinfekci a proplachu deskového výměníku.
5) Naplnit varnou pánev
6) Naplnit vystírací/rmutovací káď (v případě BrauEule)
7) Zahájení varního procesu
8) Navážit si granulovaný chmel do tří krabiček
9) Našrotovat slad:
   9.1. Při rozemletí zrna sladu vzniká sladový šrot. Účelem procesu mletí je dosáhnout optimálního poměru mezi jemnými a hrubými částmi vnitřní části semene (endospermu) sladových zrn a zároveň udržet celistvost obalové slupky (pluch). Šrotováním se urychlují fyzikální, chemické a biochemické změny, které následně probíhají při rmutování a dalších fázích vaření mladiny. (Basařová, 2010) (Kunze, 2004)

   Pro dosažení optimální senzorické stability piva by měl být slad na každou várku našrotován až těsně před samotným vystíráním, aby se zabránilo negativním oxidačním změnám způsobeným vzdušným kyslíkem, který difunduje spolu se sladovým šrotem a ovlivňuje výslednou senzorickou stabilitu piva. (Basařová, 2010) (Kunze, 2004)
10) Vystírání – zastavuje se na teplotě 38 °C. Na tzv. teplotu zapářky, slad se dává do rmutovací kádě a průběžně se míchá mokrou dřevěnou vařečkou z důvodu, aby vařečka neabsorbovala rozpouštějící slad.
11) Na rmutování se nepoužívala tepelná izolace vystírací kádě, což udrželo přesný výrobní proces. Izolace urychlovala ohřev a nezpřesňovala teplotní čidlo.
    11.1. V hlavním procesu rmutování dochází ke štěpení škrobů na zkvasitelné sacharidy pomocí enzymatického děje. Cílem rmutování je rozštěpení

polysacharidů / škrobů a následné převedení do roztoku (rmutu), aby se připravily zkvasitelné cukry pro další technologický postup. Štěpení škrobů probíhá ve třech fázích, a to bobtnání, zmazovatění, ztekucení. Zejména bobtnání a zmazovatění jsou důležité fyzikálně-chemické děje, které závisí na rychlosti ohřevu, teplotě a druhu ječmene. Pro účely práce byly použity teploty 52 °C, 65 °C pro prvotní zcukření a 72 °C pro druhotné zcukření, včetně s tím spojených technologických přestávek, které mají vliv na výsledný charakter piva. (Kunze, 2004)

12) Umýt kvasné kádě, nebo dočistit je. V případě výroby ležáku navíc napojit na chladící médium.
13) Po dokončení rmutování nastává vyslazování: v případě BrauEule dolít jeden až tři litry studené vody do varné kádě, aby teplota klesla na 78 °C. U Braumeisteru vytáhnout sladový koš a postavit na úchyt a nechat odkapávat do várenské nádoby.
    13.1. Při separaci pevných částí (mláta) od roztoku obsahujícího sladové látky se využívá scezování, které se skládá ze dvou částí. První částí je oddělení předku bohatého na sladový extrakt filtrací. Druhá část spočívá v separaci zbylého sladového extraktu (výstřelku) od mláta principem vylouhování horkou vodou o teplotě 78 °C. Sladina je vytvořena spojením předku s výstřelkem, přičemž cílem je extrahovat optimální množství čisté sladiny z dodaných prvotních surovin. Pro vyslazování je ideální teplota varné vody v rozmezí 75-78 °C, přičemž vyšší teplota umožňuje lepší extrakci díky snížení viskozity, ale může způsobit nežádoucí vyluhování látek z pluch. Naopak pokles teploty pod 75 °C snižuje schopnost extrakce sladu. Důležité je také zabránit oxidaci, což se dosahuje postupným doplňováním ohřáté vody pro co nejdůkladnější vyslazení. Nedostatek průběžného dolévání vody by způsobil vytvoření vzduchových kapes, které by blokovaly protečení a vedly k nechtěné oxidaci vyslazujícího extraktu (Basařová 2010, Kunze 2004).
    13.2. U BrauEule vrátit alespoň 0,5 litru sladiny, pakliže je čirá, je stáčena do varné pánve, ze které se předtím varná voda odčerpala do přenosných plastových nádob o objemu 10 litrů, která je v tento moment použita na vyslazování. U Braumeisteru je potřeba nechat uvařit na 80 °C odděleně vodu na vyslazení. Poté co manipulací klesne na 78 °C, může se začít vyslazovat.
    13.3. U BrauEule čirá sladina teče z rmutovací kádě do varné pánve hadičkou, kterou byla předtím vháněna pára na ohřívání rmutu. Poté, co klesne průtok, sladina odčerpá do čistých přenosných plastových nádob o objemu 10 litrů a z těch je sladina přemístěna do varné pánve.
    13.4. Vystírá se tak dlouho dokud je ještě vystírací voda. Je kontinuálně doplňována, aby nad vrchní vrstvou šrotovaného sladu byla zhruba 30 milimetrů vyslazovací voda. Vyslazování dále končí v případě, kdy se začne kalit tzv. zadek.
    13.5. U Braumeisteru se vyndá sladový koš mimo varnu a muže se z něj šrot vyjmout, přendat do přepravní plastové nádoby, umýt a očistit, podobně tak i rmutovací káď.
14) Po dokončení se na varné jednotce potvrdí dokončení vyslazovacího procesu a začíná chmelovar.
15) U BrauEule se varná pánev uzavře a zajistí, očistí se konec hadičky a napojí zpět na víko pánve. Na Braumeister se nasadí víko EXTENDED, které se následně upevní. Před zavřením se již vhodí první dávka chmele do pánve.
16) Potvrdí se začátek chmelovaru na jednotce. Chmelovar probíhá 75-90 minut.
    16.1. Vaření sladiny s chmelem je klíčovým procesem při výrobě piva, a to jak z hlediska fyzikálního, chemického, biochemického, tak i mechanického. Proces zvaný chmelovar slouží k odpaření nadbytečné vody, těkavých látek, inaktivaci enzymů, sterilizaci mladiny, zničení mikroflóry a vytvoření sraženin dusíkatých látek. Kromě toho se v tomto procesu rozpouštějí hořké látky z chmele. Sladina se poté vaří

dle zvolené receptury, v průběhu chmelovaru se přidávají předem odměřené dávky chmele, většinou v podobě granulátu, a to jednou až třikrát, v závislosti na receptu. Trojí chmelení má výhodné technologické a senzorické vlastnosti, protože první dodá pivu hořkost, má charakter technologické stabilizace, druhé dodá chuť a třetí vůni. (Basařová, 2010)

17) V průběhu chmelovaru se přidá v určených časových intervalech druhá a třetí dávka chmele.
18) Příprava kvasinek, pro Ale autor používá SafBrew S-33 a pro ležák Saflager S-23: Dá se do nádoby 200 mililitrů převařená voda o teplotě 20 °C, kvasinky se s vodou důkladně promíchají kroužením nádoby. Dochází k hydrataci, nejdéle dvě hodiny.
19) Konec chmelovaru, U BrauEule se počká pět minut, poté se hadička odpojí a varná pánev se nechá samovolně ochladit na 85 °C, až poté se začne s chlazením pomocí deskového výměníku.
20) Chlazení: U Braumeisteru a BrauEule se mladina schladí na zákvasnou teplotu s použitím deskového výměníku. Mladina protéká chladícím médiem a přes jemné síto, které zachytává chmelové vločky a jiné nečistoty teče do XXX, ze kterého je mladina vylita do kvasné nádoby. Snahou je, aby se mladina co nejvíce pro bezproblémové kvašení prokysličila.
    20.1. Po dokončení procesu vaření sladiny s chmelem, následuje chlazení mladého piva, které začíná od teploty 100 °C. U klasických spodně kvašených ležáků končí chlazení při teplotě 5-6 °C, zatímco u svrchně kvašených piv končí při teplotě 12-16°C. Během procesu chlazení dochází k oddělení hrubých kalů od mladiny a je důležité před zakvašením řádně prokysličit zchlazenou mladinu.
    20.2. Tento proces je velmi náchylný na biologické znečištění v podobě mikrobiální infekce, proto je nezbytné od procesu chlazení nastolit takové podmínky, které zaručí maximální možnou čistotu prostředí a použitých nástrojů.
21) Dle receptu se část mladiny odleje do PET láhve a nechá zamrazit.

22) Hlavní kvašení autor práce nechává podle podmínek kvasného procesu 10-20 dní. V případě silných piv může kvasný proces trvat i přes měsíc. V průběhu kvašení se odebere deka a na kvasné zátce se sleduje aktivita a stádium kvasícího procesu.

Obrázek 27: Začátek, průběh, vrchol a konec tvorby deky primárního zakvašení, Zdroj: archiv autora

22.1. Hlavní kvašení je proces, při kterém dochází za pomoci pivovarských kvasnic k přeměně cukernatých látek, obsažených v mladinovém extraktu, na alkohol, oxid uhličitý a vedlejší metabolity. Po dokončení hlavního kvašení vzniká tzv. mladé pivo.

22.2. Kvasné nádoby jsou buď aktivně chlazeny, nebo jsou ochlazovány pasivně okolním prostředím. U spodně kvašených piv, kde kvasinky Saccharomyces cerevisiae var. uvarum kvasí na dně kádě při teplotách 4–6 °C, je nutné použít aktivní chlazení. Naopak u svrchně kvašených piv s kvasinkami Saccharomyces cerevisiae jsou kvasinky vynášeny na hladinu uvolněným CO_2 při teplotě 15–18 °C. Pro domácí vaření se doporučuje nechat svrchně kvašené pivo kvasit ve sklepních prostorách. (Basařová, 2010)

Obrázek 28: Hlavní kvašení, várka z každé varny rozdělena na svrchní a spodní kvašení, Zdroj: archiv autora

23) Stáčení: Nechají se rozmrazit PET láhve s mladinou a ta se přidá do kvasné kadě, opatrně se promíchá, aby se moc nezčeřil spodek kádě.
24) Umyté, vydesinfikované láhve jsou stočeny a zazátkovány.
    24.1. U výroby piva v domácích podmínkách je mladé pivo přímo stáčeno nejčastěji do láhví. Před samotným lahvováním se přidá zpět do kvasné kádě část nezkvašené mladiny, aby se dodala cukerná složka pro druhotné kvašení a saturaci piva oxidem uhličitým v láhvi. Při druhotném kvašení jsou kvasinky schopny spotřebovat všechen kyslík v láhvi. Kvalitním skladováním v temném prostředí při teplotách do 20 °C umožňuje archivaci tímto způsobem vyrobeného piva po dobu několika let, kdy pivo plně dozrává tzn. "leží". (Basařová, 2010)
25) Mladé pivo je čtyři dny necháno v lahvích při 16 °C, aby se rozjelo zrání. Poté Ale je dán do ležáckého sklepa o 16 °C a ležák uskladněn do lednice o teplotě 2 °C.
26) Zrání trvá tři měsíce, po třech měsících je pivo v nejlepší senzorické formě.
    26.1. Doba trvání procesu zrání piva se liší v závislosti na jeho stylu. Piva typu Ale vyžadují minimální dobu zrání jednoho měsíce, zatímco český ležák potřebuje až tři měsíce. Pivo typu Imperial Stout vyžaduje dokonce, až dvouleté zrání pro dosažení plné vyzrálosti. Po dodání cukrů těsně před lahvováním pokračují kvasnice obsažené v mladém pivu ve zrání. Zrání se zastavuje úplným využitím kyslíku a živin potřebných pro kvasný proces. To má za následek konzervaci piva uvnitř lahve a sedimentaci kvasnic na dno lahve.

4.4.1 Kontrola šrotování

Kontrola jemnosti mletí a zrnitosti šrotu našrotovaného sladu představuje podstatný proces v postupu výroby piva. K tomuto účelu se obvykle používají speciální zařízení, jako jsou síta s různou velikostí ok. Existují ruční metody, které rámcově určí procenta šrotu, v nouzových případech splní účel. Ale nejčastěji se využívají profesionální zařízení, mezi která patří i Pfungstadtské prosévadlo. Disponuje pěti síty s definovanými rozměry ok pletiva. Tyto síta jsou následně využívána k analýze procenta šrotu, který prochází konkrétní velikostí síta. Například, pro výrobu některých druhů piva se požaduje, aby nejméně 80 % šrotu procházelo sítem o velikosti otvoru 1,7 mm.

Změření našrotovaného sladu je důležité pro zajištění konzistence kvality výsledného piva. Pokud je šrot příliš hrubý nebo příliš jemný, může to vést k nedostatečné extrakci cukrů ze škrobu, nechtěnému ucpávání v potrubí, špatné možnosti míchání nebo přílišnému uvolňování tříslovin a hořkosti, což může negativně ovlivnit chuť a aroma piva. (Kosař, 2000)

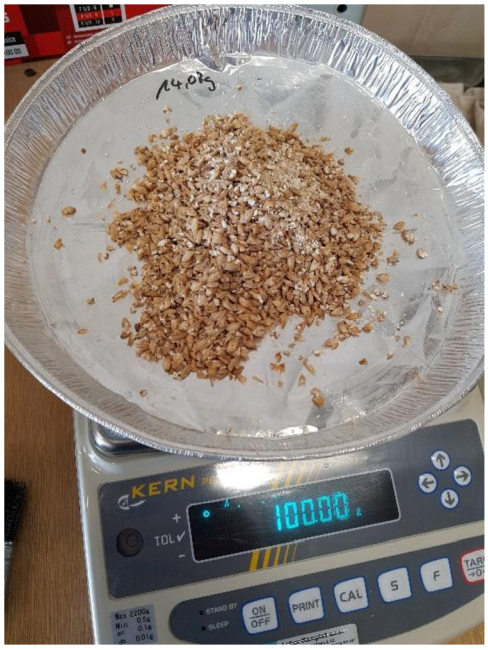
4.4.1.1 Použití šrotovníků a Pfungstadtského prosévadla

Autor pro účely práce použil zařízení Sieve Shaker od značky Haver & Boecker, se kterým analyzoval sypání pro výrobu piva v domácích podmínkách. Byl zkoumán ruční, polomechanizovaný a školní šrotovník z České zemědělské univerzity v Praze z pivovaru Jeník. Výsledné hodnoty se porovnávaly mezi sebou.

Obrázek 30: Z leva – šrotovník Maltmill, školní šrotovník KVM a ruční šrotovník Schmildling, Zdroj: archiv autora

Obrázek 30: Z leva – váha od značky Kern&Sohn, sladový šrot, Sieve Shaker se síty od značky Haver & Boecker, Zdroj: archiv autora

Obrázek 32: Z leva – pomůcky, jednotlivá síta (milimetrů), Zdroj: archiv autora



Obrázek 32: 100 gramů naváženého sladového šrotu, Zdroj: archiv autora

Metodika:

- Nastavit váhu a Sieve Shaker
- Odvážit vzorek 100 gramů sladového šrotu pomocí lopatky.
- Nastavit na Sieve Shaker čas 5 minut, Amplitudu 1,5.
- Použít na test Sieve Shaker a jednotlivá síta dle průměru ok (milimetrů).
- Ve spodu dno a pak síta od jemných po hrubá.
- Po ukončení síta postupně odebírat z měřícího zařízení a podíl vzorku změřit na váze.
- Změřenou hmotnost podílu vzorku zapsat do tabulky a pokus opakovat. Opakovat třikrát pro jednotlivé šrotovníky.

Vstupní zákonitosti:

Slad byl šrotován v domácích podmínkách a v pivovaru Jeník na Technické fakultě České zemědělské univerzity v Praze. Pro účely zkoušky bylo použito půl kila sladu Pale Ale.

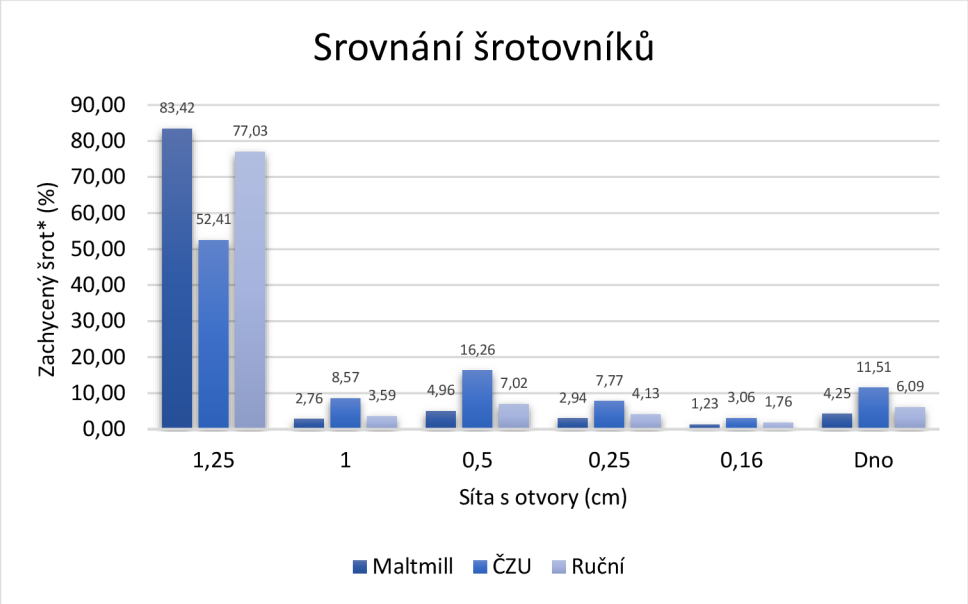
- Vzorek měřeného šrotovaného sladu – 100 gramů

Tabulka 6: Analýza sypání pro výrobu piva v domácích podmínkách v porovnání se šrotovníkem z pivovaru.

	Maltmill šrotovník Maltmill.de			ČZU šrotovník KVM			ruční šrotovník Schmildling.com		
Pokus	1.	2.	3.	1	2.	3	1.	2.	3.
Síta otvory [mm]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
1,25	84,57	82,70	82,98	57,92	49,41	49,89	77,41	81,52	72,15
1	2,69	2,76	2,84	8,16	8,76	8,79	3,43	3,17	4,17
0,500	4,64	5,05	5,19	15,12	16,90	16,77	6,93	5,69	8,43
0,250	2,64	3,15	3,03	6,59	8,42	8,30	4,11	3,20	5,09
0,160	1,11	1,36	1,22	2,4	3,37	3,40	1,72	1,37	2,20
Dno	3,93	4,6	4,21	9,39	12,64	12,49	5,84	4,77	7,66

Zdroj 6: vlastní práce autora

Graf 1:Kontrola šrotování na základě porovnání šrotovníků



Zdroj grafu 1: vlastní práce autora
*Vysvětlivka 2: *Procentuální množství šrotu zachyceného na sítě*

4.4.1.2 Závěr měření:

Výsledkem měření je porovnání šrotovníků. Nelze vyvodit definitivní závěr z měření poněvadž, každý pivovar pro své účely vyžaduje specifický šrotovník upravený pro své účely. Domácí varní systémy vyžadují větší množství neporušených pluch, které fungují jako přírodní filtr, zamezují shlukování a příznivě zabraňují ucpávání cirkulovaného sladového extraktu při rmutování. (Basařová, 2010)

Z grafu číslo 1 vyplívá, že šrotovník, který se nejvíce přibližuje školnímu šrotovníku z Technické fakulty je ruční šrotovník. Ten autor pro účel diplomové práce nepoužil, z důvodu časové a fyzické náročnosti procesu ručního našrotování sladu pomocí ruční páky. Proto byl použit německý šrotovník od značky Maltmill. Proces šrotování je jednoduchý a rychlý. Za použití vrtačky, která se zapojí pomocí imbusové hlavice do samotného šrotovníku. Autor si z měření odnesl, že před příštím šrotováním se pokusí zmenšit otvor mezi válci a bude sledovat případné komplikace ve výrobě piva. Případně až senzoricky hodnotit rozdíly novým způsobem vyrobené pivo.

4.5 Senzorický test vyrobeného piva

Autor vyhotovil na základě doporučené literatury se senzorickou tématikou jednoduchý test. Z literatury si autor vzal příklad z Párové zkoušky a upravil pro své potřeby. Hodnotící kritéria byla použita následující: varní technologie a technologie kvašení. Současně se vyrábělo pivo v obou varních systémech současně dle stejného varního receptu, část várky byla zkvašena svrchně a zbytek spodně. Popsaný postup byl ještě jednou zopakován, z důvodu nízké kapacity v lednici, kam se ukládalo vyrobené pivo na zrání se nemohl pokus opakovat vícekrát. Várky jsou od sebe dvacet dní. Zhodnocení výsledků z degustace jsou uvedena v kapitole 4.17.

V následující kapitole 4.18. je popisován výsledek soutěže Kostelecký chmelovárek, které se zúčastnil autor se svým interně vybraným, vlastně vyrobeným pivem. Bylo přihlášeno do kategorie 35A) Světlé pivo spodně kvašené, bez rozdílu stupňovitosti.

4.6 Stárnutí piva

Bylo řečeno v kapitole 4.4 Proces výroby piva v domácích podmínkách, že v případech domácí výroby piva je zakončující technologií „zrání v lahvi“. Je možné pivo skladovat delší dobu v okruhu několika let, ovšem pivo, které je pouze za řádného skladování zůstává senzoricky stabilní. Do jisté míry to pravda je, ale korunkové zátky o průměru 26 milimetrů, co se běžně používají od průmyslových po domácí pivovary, neuchovají pivo chuťově dobré déle než tři až pět let. Záleží na více faktorech, na hustotě mladinového extraktu, skladování a stylu vyrobeného piva. Ze zkušenosti autora, se od druhého roku řádného skladování, začne pivo samovolně a pozvolně oxidovat. Těsnost zátky není neomezená. Za předpokladu, kdy je pivo vyrobeno v nejpřísnějších sanitačních podmínkách, může staré pivo být v rámci chuťového profilu pouze oxidací znevýhodněno. Nezkušený uživatel rozdíl nepozná, za to zkušený degustátor z důvodu oxidace negativní hodnocení udělí. Starší pivo autora práce má pouze oxidační znevýhodnění. Pokud by bylo pivo vyrobeno bez náležitého sanitačního standardu, by pak bylo pivo po několika letech, v každém případě nepitelné a v horším případě by konzument odešel s náběhem střevních potíží.

4.7 Hygiena a sanitace

Při výrobě piva autor práce dbá na sanitační standardy, díky kterým vyrobené pivo disponuje i po několika letech ležení nezávadných výsledků. Před samotným varním procesem jsou varny napuštěny vodou z vodovodní sítě a s detergentem spuštěny v čistícím režimu. Voda s detergentem dosahuje teploty okolo 75 °C a má sanitační účinek. Jsou vodou umyty hlavní části varních systémů, deskový výměník a pomocné nástroje. Ostatní povrchy jsou dezinfekčním prostředkem průběžně a pravidelně čištěny.

Ve fázi chlazení mladiny jsou požadavky na čistotu nejvíce vyžadovány, veškeré nástroje, které přijdou do kontaktu s mladinou jsou předtím sanitovány, opláchnuty studenou tekoucí vodou a v dostatečném množství. Všechny operace poté ohledně hlavního kvašení nejsou ze stejného důvodu zanedbány. Důraz na čistotu nástrojů a pomocných nádob je neustále kontrolován opětovným čištěním.

V případě výroby piva autorem práce jsou před lahvováním všechny láhve sanitovány, očištěny tlakovou vodou a nechány odkapat gravitací.

4.8 Náklady

V kapitole náklady a v navazujících kapitolách bude kalkulována spotřeba surovin a energií potřebných pro výrobu svrchně a spodně kvašených piv.

Veškeré nákladové položky pro jednoduchost a přehlednost jsou rozpočítány na jedno půllitrové pivo. Byl použit stejný varní list na výrobu piva o specifické hustotě 1,049 (12° pivo) Plzeňského stylu pro oba systémy. Množství sladu potřebného k uvaření jedné várky je pro obě varny přibližně stejný. Chlazení mladiny probíhalo stejným způsobem za využití nerezového deskového protiproudého výměníku, kterým protékala chlazená mladina přímo do zákvasné kádě. Část mladiny z obou systémů byla kvašena svrchně při teplotě okolo 16 °C. Zbytek byl zakvašen spodně při 10°C a aktivně chlazen průtokovým chladičem AS-40 Glycol Green Line od českého výrobce Lindr. Po dvaceti dnech hlavního kvašení, byly po stočení do půllitrových láhví, všechny druhy piv na čtyři dny nechány při teplotě 16 °C. Poté svrchně kvašená piva byla uložena do ležáckého sklepa na zrání po dobu třech měsíců při 16 °C. Spodně kvašená piva byla uložena do ležácké lednice ERF4114AOW od značky Elektrolux na tři měsíce při 2 °C. Svrchně kvašená piva jsou energeticky náročná pouze při výrobě mladiny, po zchlazení mladiny nejsou nadále aktivně chlazena, tudíž netvoří další výrobní náklady. Opačně u spodně kvašený piv k výrobě, k zchlazení mladiny, ale také dále potřebují aktivní chlazení pro hlavní kvašení a zrání.

Celkové množství lahvovaného piva bylo v případě varny Braumeister EXTENDED z důvodů ztrát a nižší výtěžnosti vyrobeno 28 litrů mladiny, z toho se lahvovalo po hlavním kvašení 52 půllitrových lahví piva. Naopak v případě varny BrauEule, která má vyšší výtěžnost, bylo nutno naředit 25 litrů mladiny 11,9 litry vody na výsledný objem mladiny 36,9 litrů. Po hlavním kvašení se stáčelo do lahví 74 půllitrových lahví.

4.9 Náklady na výrobu várky piva technologiemi Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew

V následující kapitole byly kalkulovány nákladové položky veškerých vstupních surovin, energií, vody a pracovních nákladů potřebných na výrobu jedné várky domácího piva zvlášť oběma varními systémy.

Související kapitoly o kalkulaci nákladů pro varny Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew byly rozděleny do dvou částí podle data výroby piva. Výrobní dny byly od sebe nákladově odděleny a na konci kapitoly zprůměrovány. Ve výrobní den se vařily dvě várky, každá z várek byla rozdělena na dvě části, část se zkvasila svrchně a zbytek spodně.

4.9.1 Náklady na výrobu várky piva technologií Braumeister EXTENDED

První datum výroby piva bylo 18.9.2022 a druhé bylo 8.10.2022. Pro účely svrchního kvašení se oddělilo 10 litrů mladiny z celkového množství 28 litrů, zbytek se dal spodně zkvasit. Várka nebyla potřeba ředit vodou, poněvadž refraktometr naměřil specifickou hustotu 1,049 odpovídající 12° pivu. Spotřeba elektrické energie varny činí 7,4 $kW \cdot h^{-1}$, s časovou dotací 8 hodin je vyrobená hotová mladina.

Předpis surovin:

Tabulka 7: Množství a typ použitého sladu

Typ sladu	Hmotnost [kg]	Procento [%]
Plzeňský	5,35	82
Bavorský	0,33	5
Vídeňský	0,65	10
Carapils	0,20	3
Celkem	6,52	100

Zdroj 7: vlastní práce autora

Tabulka 8:Vlastnosti použitých chmelů

Vlastnosti chmele	Množství	Měrná jednotka
Obsah AHK Premiant	10,02	[%]
Obsah AHK Žatecký poloraný červeňák	2,9	[%]
Výtěžnost chmele	28	[%]
Izosloučeniny na ° (stupeň piva)	3,35	[$mg \cdot l^{-1}$ na °]
Požadovaný obsah izosloučenin	40,2	[$mg \cdot l^{-1}$]
Hmotnost chmelového granulátu	77	[g]

Zdroj 8: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Cesky-chmel-c8_0_1.htm

Tabulka 9: Celkové náklady na várku piva po zchlazení deskovým výměníkem na zákvasnou teplotu

Položka	Cena	Měrná jednotka
Plzeňský slad	25,22	[Kč·kg^{-1}]
Bavorský slad	29	[Kč·kg^{-1}]
Vídeňský slad	28,69	[Kč·kg^{-1}]
Carapils slad	34,5	[Kč·kg^{-1}]
Žatecký poloraný červeňák	1,78	[Kč·g^{-1}]
Premiant	1,35	[Kč·g^{-1}]
Kvasnice SafBrew S-33	59	[Kč·ks^{-1*}]
Kvasnice SafBrew S-23	105	[Kč·ks^{-1*}]
Elektrická energie – spotřeba	7,4	[kWh]
Elektrická energie – cena	6,56	[Kč·kWh^{-1}]
Sanitace	15	[Kč]
Práce	8	[h]
Cena za hodinu práce	200	[Kč·h^{-1}]
Cena vody	128,18	[Kč·m^{-3}]
Cena vody na várku (30 l)	3,85	[Kč]
Chladící voda – deskový výměník	158	[l]
Cena vody na chlazení várky	20,25	[Kč]
Náklady práce na várku	1600	[Kč]
Náklady celkem na várku, **	348,18	[Kč]
Celkové náklady na várku	1948,18	[Kč]

*Zdroj 9: vlastní práce autora, * ks^{-1} – jedno balení, ** – bez započítání práce*

4.9.2 Náklady na výrobu várky piva technologií BrauEule II Pro Autobrew

První datum výroby piva bylo 18.9.2022 a druhé bylo 8.10.2022. Pro účely svrchního kvašení se oddělilo 10 litrů mladiny z celkového množství naředěných 36,9 litrů, zbytek se dal spodně zkvasit. Várka byla potřeba ředit vodou, poněvadž na refraktometru se ukázala měrná hustota odpovídající specifické hustotě 1,062 odpovídající 15° pivu. Bylo k základu 25 litrů dodáno 11,9 litrů vody z vodovodní sítě, aby se celková specifická hustota snížila na 1,049. Spotřeba elektrické energie varny činí 11,4 kW·h^{-1}, s časovou dotací 10 hodin je hotová vyrobená mladina.

Předpis surovin:

Tabulka 10: Množství a typ použitého sladu

Typ sladu	Hmotnost [kg]	Procento [%]
Plzeňský	8,91	82
Bavorský	0,54	5
Vídeňský	1,09	10
Carapils	0,33	3
Celkem	10,87	100

Zdroj 10: vlastní práce autora

Tabulka 11:Vlastnosti použitých chmelů

Vlastnosti chmele	Množství	Měrná jednotka
Obsah AHK Premiant	10,02	[%]
Obsah AHK Žatecký poloraný červeňák	2,9	[%]
Výtěžnost chmele	28	[%]
Izosloučeniny na ° (stupeň piva)	3,35	[$mg \cdot l^{-1}$ na °]
Požadovaný obsah izosloučenin	40,2	[$mg \cdot l^{-1}$]
Hmotnost chmelového granulátu	128	[g]

Zdroj 11: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Cesky-chmel-c8_0_1.htm

Tabulka 12: Celkové náklady na várku piva po zchlazení deskovým výměníkem na zákvasnou teplotu

Položka	Cena	Měrná jednotka
Plzeňský slad	25,22	[$Kč \cdot kg^{-1}$]
Bavorský slad	29	[$Kč \cdot kg^{-1}$]
Vídeňský slad	28,69	[$Kč \cdot kg^{-1}$]
Carapils slad	34,5	[$Kč \cdot kg^{-1}$]
Žatecký poloraný červeňák	1,78	[$Kč \cdot g^{-1}$]
Premiant	1,35	[$Kč \cdot g^{-1}$]
Kvasnice SafBrew S-33	59	[$Kč \cdot ks^{-1*}$]
Kvasnice SafBrew S-23	105	[$Kč \cdot ks^{-1*}$]
Elektrická energie – spotřeba	11,4	[kWh]
Elektrická energie – cena	6,56	[$Kč \cdot kWh^{-1}$]
Sanitace	15	[Kč]
Práce	10	[h]
Cena za hodinu práce	200	[$Kč \cdot h^{-1}$]

Cena vody	128,18	[Kč·m^{-3}]
Cena vody na várku (40 l)	5,12	[Kč]
Chladící voda – deskový výměník	198	[l]
Cena vody na chlazení várky	25,4	[Kč]
Náklady za práci na várce	2000	[Kč]
Náklady celkem na várku, **	430,78	[Kč]
Celkové náklady na várku	2430,78	[Kč]

*Zdroj 12: vlastní práce autora, * ks^{-1} – jedno balení, ** – bez započítání práce*

4.10 Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologiemi Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew v přepočtu na 0,5 litr

Podkapitoly pojednávají o zakvašení 10 litrů mladiny kvasnicemi pro svrchní kvašení. Výsledné náklady jsou znázorněny v ceně za várku a přepočet na půllitrové pivo.

4.10.1 Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií Braumeister EXTENDED v přepočtu na 0,5 litr

Pro účely práce autora, bylo z celkového množství vyrobené mladiny odděleno z celku, pro účel svrchního kvašení 10 litrů. Výrobní náklady svrchně kvašeného piva od nákladů na várku se z podstaty moc nemění. V případech kdy hlavní kvašení a zrání svrchně kvašeného piva probíhá ve sklepních prostorách, kde je standardní teplota okolo 16 °C, tak není vyžadovaná instalace aktivního chlazení. Jediné navýšení nákladů činí pořízení kvasnic a nákup obalu.

Tabulka 13:Kalkulace nákladů přepočteno na 0,5 litrové pivo.

Cena položek vztažených na 0,5 litr piva	Cena [Kč]
Láhev	6,19
Korunka	0,57
Celkem za obal	6,76
Kvasnice SafBrew S-33	59
Fixní náklady (amortizace)	2,28
Cena práce	30,77
Cena vody	0,06
Náklady na 10 litrů várky, **	107,92
Náklady na 10 litrů várky	679,35
Celková cena za 0,5 litr, **	14,85
Celková cena za 0,5 litr	45,62

*Zdroj 13: vlastní práce autora, ** – bez započítání práce*

Náklady na práci přepočteno na 0,5 litr piva:

1) $$\frac{200 \cdot 8}{52} = 30{,}77 \text{ Kč} \quad (2)$$

2) $$\frac{128{,}18}{1000} = 0{,}128 \text{ Kč} \quad (3)$$

3) $$\frac{128{,}18 \cdot 158}{1000} = 20{,}25 \text{ Kč} \quad (4)$$

4) $$\frac{20{,}25}{52} = 0{,}39 \text{ Kč} \quad (5)$$

1) Výpočet ceny práce
2) Cena jednoho litru vody
3) Cena chladící vody na várku
4) Cena chladící vody deskovým výměníkem přepočteno na 0,5 litr piva

4.10.2 Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií BrauEule II Pro Autobrew v přepočtu na 0,5 litr

Nákladová kalkulace probíhala podobně jako v předešlé kapitole. Z celkové várky bylo stejným způsobem odděleno 10 litrů mladiny. Část várky byla svrchně zkvašena stejným způsobem. Hlavní kvašení a zrání probíhalo ve sklepních prostorách o teplotě 16 °C.

Tabulka 14:Kalkulace nákladů přepočteno na 0,5 litrové pivo.

Cena položek vztažených na 0,5 litr piva	Cena [Kč]
Láhev	6,19
Korunka	0,57
Celkem za obal	6,76
Kvasnice SafBrew S-33	59
Fixní náklady (amortizace)	3,72
Cena práce	27,03
Náklady na 10 litrů várky, **	103,99
Náklady na 10 litrů várky	644,53
Celková cena za 0,5 litr, **	15,68
Celková cena za 0,5 litr	42,71

*Zdroj 14: vlastní práce autora, ** – bez započítání práce*

Náklady na práci přepočteno na 0,5 litr piva:

1) $\frac{200 \cdot 10}{74} = 27{,}03$ Kč (6)

2) $\frac{128{,}18}{1000} = 0{,}128$ Kč (7)

3) $\frac{128{,}18 \cdot 198}{1000} = 25{,}38$ Kč (8)

4) $\frac{25{,}38}{74} = 0{,}34$ Kč (9)

1) Výpočet ceny práce
2) Cena jednoho litru vody
3) Cena chladící vody na várku
4) Cena chladící vody deskovým výměníkem přepočteno na 0,5 litr piva

4.11 Náklady na výrobu spodně kvašeného piva technologiemi Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew v přepočtu na 0,5 litr

Po oddělení 10 litrů mladiny pro účel svrchního kvašení, je zbylý objem zkvašen spodně. Kdy do započítání nákladů v rámci hlavního kvašení a zrání bylo připočteno pouze pořízení pivovarnických kvasnic. Do nákladů spodního kvašení se musely započítat položky obsahující aktivní chlazení při hlavním kvašením a zráním. Pro tyto účely autor práce použil průtokový chladič, použitý pro hlavní kvašení a lednici pro zrání.

Náklady na výrobu spodně kvašeného piva byly totožné jako u výroby svrchně kvašeného piva s tím rozdílem, že se ještě připočítají náklady na chlazení. Z toho důvodu v kapitole 4.11 byly počítány pouze náklady na chlazení.

4.11.1 Náklady na výrobu spodně kvašeného piva technologií Braumeister EXTENDED v přepočtu na 0,5 litr

Zbylý objem várky po oddělení činil 18 litrů, který se poté zkvasil kvasnicemi spodního kvašení. Hlavní kvašení probíhalo v kvasné kádi, aktivní chlazení bylo za pomoci průtokové spirály umístěné do kvasné kádě napojené na průtokový chladič. Mladé pivo bylo aktivně chlazeno na 4 °C po dobu 20 dní. Zrání bylo po stočení do láhví v lednici chlazeno konstantní teplotou 2 °C po dobu 3 měsíců.

Tabulka 15:Kalkulace nákladů přepočteno na 0,5 litrové pivo.

Cena položek vztažených na 0,5 litr piva	Hodnoty	Značky
Láhev	6,19	[Kč]
Korunka	0,57	[Kč]
Celkem za obal	6,76	[Kč]
Kvasnice SafBrew S-23	105	[Kč]
Fixní náklady (amortizace)	2,28	[Kč]
Cena práce	30,77	[Kč]
Cena vody	0,06	[Kč]
Průtokový chladič		
Spotřeba elektrické energie za 24 h	3,085	[kWh]
Spotřeba elektrické energie za 20 dní	61,7	[kWh]
Objem chlazené mladiny	45	[l]
Cena za aktivní chlazení HK* za 20 dní	4,50	[Kč]
Lednice		
Spotřeba elektrické energie za 24 h	0,317	[kWh]
Spotřeba elektrické energie za 90 dní	28,53	[kWh]
Cena spotřeby energie za 90 dní	178,84	[Kč]
Cena spotřeby energie za 90 dní na 18 litrů	71,54	[Kč]
Cena za aktivní chlazení pro L* (3 měsíce)	1,99	[Kč]
Náklady na 18 litrů várky, **	457,27	[Kč]
Náklady na 18 litrů várky	1485,84	[Kč]
Celková cena za 0,5 litr, **	22,22	[Kč]
Celková cena za 0,5 litr	52,99	[Kč]

Zdroj 15: vlastní práce autora, HK - hlavní kvašení, L* - ležení, ** – bez započítání práce*

4.11.1.1 Náklady na chlazení přepočteno na 0,5 litr piva:

Průtokovým chladičem se chladily obě várky najednou:

A) $61{,}7 \cdot 6{,}56 = 404{,}75$ Kč (10)

B) $\frac{404{,}75}{90} = 4{,}50$ Kč (11)

A) Spotřeba energie za 20 dní
B) Přepočet spotřeby energie na 0,5 litru piva

V lednici se chladily obě várky najednou:

A) $0{,}317 \cdot 6{,}56 = 2{,}08$ Kč (12)

B) $2{,}08 \cdot 90 = 178{,}84$ Kč (13)

C) $\frac{178{,}84}{90} = 1{,}99$ Kč (14)

A) Cena spotřeby energie na den
B) Cena spotřeby energie na 3 měsíce
C) Přepočet spotřeby energie na 0,5 litru piva

4.11.2 Náklady na výrobu spodně kvašeného piva technologií BrauEule II Pro Autobrew v přepočtu na 0,5 litr

Zbylý objem várky po oddělení činil 27 litrů, který se poté zkvasil spodně. Hlavní kvašení probíhalo v kvasné kádi, aktivní chlazení bylo za pomoci aktivně chlazeného pláště kvasného tanku napojený na průtokový chladič. Mladé pivo bylo aktivně chlazeno na 4 °C po dobu 20 dní. Zrání bylo po stočení do láhví v lednici chlazeno konstantní teplotou 2 °C po dobu 3 měsíců.

Tabulka 16:Kalkulace nákladů přepočteno na 0,5 litrové pivo.

Cena položek vztažených na 0,5 litr piva	Hodnoty	Značky
Láhev	6,19	[Kč]
Korunka	0,57	[Kč]
Celkem za obal	6,76	[Kč]
Kvasnice SafBrew S-23	105	[Kč]
Fixní náklady (amortizace)	3,72	[Kč]
Cena práce	28,6	[Kč]
Cena vody	0,06	[Kč]
Průtokový chladič		
Spotřeba elektrické energie za 24 h	3,085	[kWh]
Spotřeba elektrické energie za 20 dní	61,7	[kWh]
Objem chlazené mladiny	45	[l]
Cena za aktivní chlazení HK* za 20 dní	4,50	[Kč]
Lednice		
Spotřeba elektrické energie za 24 h	0,317	[kWh]
Spotřeba elektrické energie za 90 dní	28,53	[kWh]
Cena spotřeby energie za 90 dní	178,84	[Kč]
Cena spotřeby energie za 90 dní na 27 litrů	107,30	[Kč]
Cena za aktivní chlazení pro L* (3 měsíce)	1,99	[Kč]
Náklady na 27 litrů várky, **	745,45	[Kč]
Náklady na 27 litrů várky	2204,91	[Kč]
Celková cena za 0,5 litr, **	22,78	[Kč]
Celková cena za 0,5 litr	49,81	[Kč]

Zdroj 16: vlastní práce autora, HK - hlavní kvašení, L* - ležení, ** – bez započítání práce*

4.11.2.1 Náklady na chlazení přepočteno na 0,5 litr piva:

Průtokovým chladičem se chladily obě várky najednou:

A) $61{,}7 \cdot 6{,}56 = 404{,}75$ Kč (15)

B) $\frac{404{,}75}{90} = 4{,}50$ Kč (16)

A) Spotřeba energie za 20 dní
B) Přepočet spotřeby energie na 0,5 litru piva

V lednici se chladili obě várky najednou:

A) $0{,}317 \cdot 6{,}56 = 2{,}08$ Kč (17)

B) $2{,}08 \cdot 90 = 178{,}84$ Kč (18)

C) $\frac{178{,}84}{90} = 1{,}99$ Kč (19)

A) Cena spotřeby energie na den
B) Cena spotřeby energie na 3 měsíce
C) Přepočet spotřeby energie na 0,5 litru piva

4.12 Ekonomické porovnání systémů Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew – porovnání svrchního kvašení proti spodnímu

Následující tabulky 17 a 18 znázorňují výrobu piva v případě, že hotová a zchlazená mladina je rozdělena a zakvašena rozdílně. Tabulka 17 značí náklady na výrobu svrchně kvašeného piva dvěma varními systémy a tabulka 18 znázorňuje náklady na výrobu spodně kvašeného piva stejnými dvěma varními systémy použitými v tabulce 17.

Tabulka 17: Ekonomické porovnání varních systémů v případě svrchního kvašení

Braumeister EXTENDED	Cena [Kč]	BrauEule II Pro Autobrew	Cena [Kč]
Náklady na 10 litrů várky, **	107,92	Náklady na 10 litrů várky, **	103,99
Náklady na 10 litrů várky	679,35	Náklady na 10 litrů várky	644,53
Celková cena za 0,5 litr, **	14,85	Celková cena za 0,5 litr, **	15,68
Celková cena za 0,5 litr	45,62	Celková cena za 0,5 litr	42,71

*Zdroj 17: vlastní zpracování autorem, ** – bez započítání nákladů za práci*

Tabulka 18: Ekonomické porovnání varních systémů v případě spodního kvašení

Braumeister EXTENDED	Cena [Kč]	BrauEule II Pro Autobrew	Cena [Kč]
Náklady na 18 litrů várky, **	457,27	Náklady na 27 litrů várky, **	745,45
Náklady na 18 litrů várky	1485,84	Náklady na 27 litrů várky	2204,91
Celková cena za 0,5 litr, **	22,22	Celková cena za 0,5 litr, **	22,78
Celková cena za 0,5 litr	52,99	Celková cena za 0,5 litr	49,81

*Zdroj 18: vlastní zpracování autorem, ** – bez započítání nákladů za práci*

Z tabulek 17 a 18 lze vyčíst, že náklady na svrchně kvašená piva v porovnání se spodně kvašenými pivy jsou znatelně nižší.

Největším výrobním nákladem u svrchně kvašených piv lze nejvíce spatřit ve finančním ohodnocení lidské práce. Autor nastavil hypotetickou cenu za práci na 200 $Kč \cdot h^{-1}$. Do ležáků se promítá chlazení, které opticky snižuje nejvýznamnější náklad u výroby piva.

Další významný faktor je objem zkvašené mladiny. S větším množstvím v absolutním měřítku klesají jednotkové náklady na vyrobené půllitrové pivo.

4.13 Ekonomické porovnání systémů Braumeister EXTENDED a BrauEule II Pro Autobrew – roky 2021/2023

V následující kapitole autor srovná náklady na výrobu svrchně kvašeného piva v roce 2021 a 2023. Spodně kvašené pivo pro účely autora práce s časovým odstupem nelze porovnávat, poněvadž autor v roce 2021 nedisponoval zázemím adekvátním pro výrobu ležáků.

Pro potřeby autora práce byl použit komparační matematický vzorec na výpočet procentuální diference ze základu aritmetického průměru obou hodnot, kterým se vypočítá rozdíl (dvou kladných čísel větších 0) mezi náklady a uvede výsledek v procentech.

$$\left[\frac{[A-B]}{\left[\frac{[A+B]}{2}\right]}\right] \times 100 \qquad (20)$$

Tabulka 19: Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií Braumeister v roce 2023–září/říjen

Technologie Braumeister EXTENDED – 2023	Hodnoty	Jednotky
Plzeňský slad	25,22	[Kč·kg^{-1}]
Bavorský slad	29	[Kč·kg^{-1}]
Carapils slad	34,5	[Kč·kg^{-1}]
Vídeňský slad	28,69	[Kč·kg^{-1}]
Žatecký poloraný červeňák	1,78	[Kč·g^{-1}]
Premiant	1,35	[Kč·g^{-1}]
Kvasnice	59	[Kč·ks^{-1*}]
Spotřeba elektrické energie varny	7,4	[kWh]
Cena elektrické energie	6,56	[kWh·Kč$^{-1}$]
Sanitace	15	[Kč]
Práce	8	[h]
Cena za hodinu práce	200	[Kč·h^{-1}]
Cena vody	128,18	[Kč·m^{-3}]
Chlazených litrů – deskový výměník	158	[l]
Náklady celkem na várku bez chlazení mladiny, **	281,93	[Kč]
Náklady celkem na várku, **	302,18	[Kč]
Cena za 0,5l pivo bez chlazení mladiny	36,19	[Kč]
Cena za 0,5l bez obalu, S chlazením deskovým výměníkem	36,58	[Kč]
Cena za 0,5l bez obalu, S chlazením, **	8,09	[Kč]
Cena várky	1902,18	[Kč]

*Zdroj 19: vlastní zpracování autorem, *ks^{-1} – jedno balení, ** – bez započítání práce*

Tabulka 20: Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií Braumeister v roce 2021

Technologie Braumeister EXTENDED – 2021	Hodnoty	Jednotky
Plzeňský slad	21	[Kč·kg^{-1}]
Bavorský slad	27,4	[Kč·kg^{-1}]
Carapils slad	34,5	[Kč·kg^{-1}]
Vídeňský slad	27,4	[Kč·kg^{-1}]
Žatecký poloraný červeňák	1,78	[Kč·g^{-1}]
Premiant	1,35	[Kč·g^{-1}]
Kvasnice	59	[Kč·ks^{-1*}]
Spotřeba elektrické energie varny	7,4	[kWh]
Cena elektrické energie	2,821	[kWh·Kč$^{-1}$]

Sanitace	10	[Kč]
Práce	8	[h]
Cena za hodinu práce	150	[Kč·h^{-1}]
Cena vody	101,6	[Kč·m^{-3}]
Chlazených litrů – spirálou	792	[l]
Náklady celkem na várku bez chlazení mladiny, **	255,09	[Kč]
Náklady celkem na várku, **	335,56	[Kč]
Cena za 0,5l pivo bez chlazení mladiny	36,38	[Kč]
Cena za 0,5l bez obalu, S chlazením spirálou	38,39	[Kč]
Cena za 0,5l bez obalu, S chlazením, **	10,67	[Kč]
Cena várky	1535,56	[Kč]

*Zdroj 20: vlastní zpracování autorem, *ks^{-1} – jedno balení, ** – bez započítání práce*

Tabulka 21: Rozdílné vstupní významné položky na výrobu piva s časovým odstupem 2 let

Změna nákladových položek	2021	2023	Značky
Plzeňský slad	21	25,22	[Kč·kg^{-1}]
Bavorský slad	27,4	29	[Kč·kg^{-1}]
Vídeňský slad	27,4	28,69	[Kč·kg^{-1}]
Cena elektrické energie	2,821	6,56	[kWh·Kč$^{-1}$]
Sanitace	10	15	[Kč]
Cena za hodinu práce	150	200	[Kč]
Cena pitné vody	101,6	128,18	[Kč·m^{-3}]
Náklady na várku, **	335,56	302,18	[Kč]
Náklady na várku	1535,56	1902,18	[Kč]
Náklady na 0,5 litr	47,43	45,62	[Kč]
Náklady na 0,5 litr, **	10,67	8,09	[Kč]

*Zdroj 21: vlastní zpracování autorem, ** – bez započítání práce*

Tabulka 22: Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií BrauEule v roce 2023–září/říjen

Technologie BrauEule II Pro Autobrew – 2023	Hodnoty	Jednotky
Plzeňský slad	25,22	[Kč·kg^{-1}]
Bavorský slad	29	[Kč·kg^{-1}]
Carapils slad	34,5	[Kč·kg^{-1}]
Vídeňský slad	28,69	[Kč·kg^{-1}]
Žatecký poloraný červeňák	1,78	[Kč·g^{-1}]
Premiant	1,35	[Kč·g^{-1}]
Kvasnice	59	[Kč·ks^{-1*}]
Spotřeba elektrické energie varny	11,4	[kWh]
Cena elektrické energie	6,56	[kWh·Kč$^{-1}$]
Sanitace	15	[Kč]
Práce	10	[h]
Cena za hodinu práce	200	[Kč·h^{-1}]
Cena vody	128,18	[Kč·m^{-3}]
Chlazených litrů – deskový výměník	158	[l]
Náklady celkem na várku bez chlazení mladiny, **	359,39	[Kč]
Náklady celkem na várku, **	384,77	[Kč]
Cena za 0,5l pivo bez chlazení mladiny	31,88	[Kč]
Cena za 0,5l bez obalu, S chlazením deskovým výměníkem	32,23	[Kč]
Cena za 0,5l bez obalu, S chlazením, **	8,92	[Kč]
Cena várky	2384,78	[Kč]

*Zdroj 22: vlastní zpracování autorem, * ks^{-1} – jedno balení, ** – bez započítání práce*

Tabulka 23: Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií BrauEule v roce 2021

Technologie BrauEule II Pro Autobrew – 2021	Hodnoty	Jednotky
Plzeňský slad	21	[Kč·kg^{-1}]
Bavorský slad	27,4	[Kč·kg^{-1}]
Carapils slad	34,5	[Kč·kg^{-1}]
Vídeňský slad	27,4	[Kč·kg^{-1}]
Žatecký poloraný červeňák	1,78	[Kč·g^{-1}]
Premiant	1,35	[Kč·g^{-1}]
Kvasnice	59	[Kč·ks^{-1*}]
Spotřeba elektrické energie varny	11,4	[kWh]
Cena elektrické energie	2,821	[kWh·Kč$^{-1}$]

Sanitace	10	[Kč]
Práce	10	[h]
Cena za hodinu práce	150	[Kč·h^{-1}]
Cena vody	101,6	[Kč·m^{-3}]
Chlazených litrů – spirálou	198	[l]
Náklady celkem na várku bez chlazení mladiny, **	321,45	[Kč]
Náklady celkem na várku, **	341,56	[Kč]
Cena za 0,5l pivo bez chlazení mladiny	24,61	[Kč]
Cena za 0,5l bez obalu, S chlazením spirálou	24,89	[Kč]
Cena za 0,5l bez obalu, S chlazením, **	8,33	[Kč]
Cena várky	1841,56	[Kč]

*Zdroj 23: vlastní zpracování autorem, * ks-1 – jedno balení, ** – bez započítání práce*

Tabulka 24: Rozdílné vstupní významné položky na výrobu piva s časovým odstupem 2 let

Změna nákladových položek	2021	2023	Značky
Plzeňský slad	21	25,22	[Kč·kg^{-1}]
Bavorský slad	27,4	29	[Kč·kg^{-1}]
Vídeňský slad	27,4	28,69	[Kč·kg^{-1}]
Cena elektrické energie	2,821	6,56	[kWh·Kč$^{-1}$]
Sanitace	10	15	[Kč]
Cena za hodinu práce	150	200	[Kč]
Cena pitné vody	101,6	128,18	[Kč·m^{-3}]
Náklady na várku, **	341,56	384,78	[Kč]
Náklady na várku	1841,56	2384,78	[Kč]
Náklady na 0,5 litr	35,37	42,71	[Kč]
Náklady na 0,5 litr, **	8,33	8,92	[Kč]

*Zdroj 24: vlastní zpracování autorem, ** – bez započítání práce*

V roce 2021 bylo vyráběno pivo o stejné receptuře. Pro účel práce se vyráběné pivo stanovilo na specifickou hustotu 1,054. Oproti tomu v navazující práci se autor rozhodl vyrábět pivo o specifické hustotě 1,049. Z toho důvodu jsou nákladové kalkulace vyšší u piva vyrobeného v roce 2021 než u piva z roku 2023. Vzhledem k tomu, že s nižší SG klesá celkový objem uvařeného piva (nelze efektivně ředit, pro docílení požadované SG) a autor dělil jednotlivé várky na části, tak potřeboval mít jistotu dostatečného objemu várky pro účel práce.

Dalším důvodem vyšších nákladů na výrobu piva v předešlé práci (2021) je skutečnost, že díky vyšší SG klesl celkový objem vyrobeného piva, tím se i přepočet práce významně podepsal na vyšších nákladech přepočtených na jedno půllitrové pivo.

Rozdílné výsledné náklady mají podstatu v principu obou technologiích. Jedna technologie disponuje vyšší výtěžností (BrauEule) před druhou (Braumeister). Díky tomu množství ředění mladiny na stejnou SG je rozdílné.

V následující podkapitole dochází ke korekci vstupních nákladů, aby se daly objektivně porovnat (z důvodu rozdílné finální SG).

4.13.1 Porovnání po korekci – přepočet nákladů na historické ceny

Pro objektivní zhodnocení změn ve dvouletém časovém rozmezí, autor práce aktuální náklady na vyrobené pivo změnil na náklady, které byly v roce 2021 a srovnal výslednou SG dle výroby piva pro účely diplomové práce.

Následující tabulky 25 a 26 znázorňují růst cen vstupních položek. Tabulka 27 hodnotí procentuální navýšení nákladů na výrobu piva. V souvislosti s SG velikost várky přepočtena na půllitrové pivo s náklady na práci významně ovlivňují celkovou cenu. Časová dotace je v případě autora práce u všech stylů a výši SG stejná. Tudíž, s vyšším objemem klesá jednotková cena práce přepočtena na jedno půllitrové pivo.

Tabulka 25: Korekce výroby piva současné receptury na cenu vstupních surovin po časové změně

	Změna nákladových položek	2023	2023 – po korekci	Značky
Braumeister EXTENDED	Plzeňský slad	25,22	21	[Kč·kg^{-1}]
	Bavorský slad	29	27,4	[Kč·kg^{-1}]
	Vídeňský slad	28,69	27,4	[Kč·kg^{-1}]
	Cena elektrické energie	6,56	2,821	[kWh·Kč$^{-1}$]
	Sanitace	15	10	[Kč]
	Cena za hodinu práce	200	150	[Kč]
	Cena pitné vody	128,18	101,6	[Kč·m^{-3}]
	Náklady na várku, **	302,18	243,01	[Kč]
	Náklady na várku	1902,18	1443,01	[Kč]
	Náklady na 0,5 litr	45,62	36,79	[Kč]
	Náklady na 0,5 litr, **	8,09	6,96	[Kč]

*Zdroj 25: vlastní zpracování autorem, ** – bez započítání práce*

Tabulka 26: Korekce výroby piva současné receptury na cenu vstupních surovin po časové změně

	Změna nákladových položek	2023	2023 – po korekci	Značky
BrauEule	Plzeňský slad	25,22	21	[Kč·kg^{-1}]
	Bavorský slad	29	27,4	[Kč·kg^{-1}]
	Vídeňský slad	28,69	27,4	[Kč·kg^{-1}]
	Cena elektrické energie	6,56	2,821	[kWh·Kč$^{-1}$]
	Sanitace	15	10	[Kč]
	Cena za hodinu práce	200	150	[Kč]
	Cena pitné vody	128,18	101,6	[Kč·m^{-3}]
	Náklady na várku, **	384,78	302,42	[Kč]
	Náklady na várku	2384,78	1802,42	[Kč]
	Náklady na 0,5 litr	42,71	34,84	[Kč]
	Náklady na 0,5 litr, **	8,92	7,81	[Kč]

*Zdroj 26: vlastní zpracování autorem, ** – bez započítání práce*

Tabulka 27: Znázornění procentuálního navýšení vstupních nákladů po dvouletém rozestupu na výrobu piva

Braumeister EXTENDED	2023	2023 – po korekci	[%]
Náklady na 0,5 litr	45,62	36,79	**21,43**
Náklady na 0,5 litr, **	8,09	6,96	**15,02**
BrauEule II Pro Autobrew	**2023**	**2023 – po korekci**	**[%]**
Náklady na 0,5 litr	42,71	34,84	**20,30**
Náklady na 0,5 litr, **	8,92	7,81	**13,27**

*Zdroj 27: vlastní zpracování autorem, ** – bez započítání práce*

Nárůst cen za vstupní suroviny lze zejména vidět v souvislostech událostí, které se odehrály před první výrobou pro předchozí práci autora a po výrobě současné. Za dva roky se navýšily náklady na výrobu piva v domácích podmínkách v případě technologie Braumeister při započítání práce o 21,43 %. V případě, kdy se práce zanedbá činí nárůst nákladů na výrobu piva o 15,02 %. V obdobném případě lze konstatovat, že pro technologický systém BrauEule růstový trend nákladů přetrvává. Mírný nárůst lze spatřit v tom, že díky vyšší výtěžnosti technologie, je i vyšší objem mladiny po naředění na požadovanou SG. V číslech, nárůst nákladů v případě druhé technologie dosahují s přičtením nákladů za práci 20,30 %. Bez nákladů na práci se navýšení cen na výrobu piva v domácích podmínkách zvýšilo o 13,27 %.

4.14 Zhodnocení ekonomických nákladů

V následující kapitole budou hodnoceny různé scénáře v případech pozměnění vstupních faktorů na vliv ceny celkového výrobku. Mezi hlavní faktory, které významně ovlivňují náklady na výrobu piva v domácích podmínkách je v prvé řadě cena za práci. Cena práce je konstantní, časová dotace na výrobu piva je pro všechny objemy od výroby piva ve velkých pivovarech,

až po malé pivovary v domácích podmínkách stejná. Čím větší je objem vyrobeného piva, tím jsou nižší jednotkové náklady za práci na jeden půllitr. Související faktor k předešlé problematice je technologická výtěžnost varny. Autor práce má k dispozici varny o stejném objemu díla, rozdíl ovšem spočívá ve výtěžnosti. Čím koncentrovanější výsledná sladina vznikne, tím více dochází k naředění, navýší se objem a jednotkové náklady se sníží. Třetím významným faktorem je aktivní chlazení. V případech, kdy sládek je schopný využívat sklepní prostory o teplotě 12-18 °C pro výrobu svrchně kvašeného piva, nemusí vynakládat finance na její chlazení. Pro výrobu spodně kvašených piv naopak aktivní chlazení je podmínkou.

4.14.1 Ekonomické náklady svrchně kvašeného piva

Významným faktorem u výpočtu nákladů u svrchně kvašených piv v domácích podmínkách činí výlohy za práci. Aktivní chlazení u pasivně chlazených sklepních prostor není nezbytnost. Ideální teplotní podmínky okolo 16 °C zajistí jakostní hlavní kvašení a zrání.

4.14.1.1 Porovnání přímých nákladů BEZ započítání práce svrchně kvašeného piva

Technologický rozdíl mezi varnami Braumeister a BrauEule významným způsobem ovlivňují koncovou jednotkovou cenu za půllitr piva. V případě, kdy se jedná o stejné množství zakvašené mladiny je o 5,44 % více ekonomicky levnější výroba systémem Braumeister. Vliv na to má kratší výroba, méně vody na zchlazení a jiné.

Tabulka 28: Porovnání cen vyrobeného svrchně kvašeného piva rozdílnými technologiemi

Technologie	[Kč]
Braumeister EXTENDED	
0,5 litr	14,85
BrauEule II Pro Autobrew	
0,5 litr	15,68

Zdroj 28: vlastní zpracování autorem

4.14.1.2 Porovnání přímých nákladů se započítáním práce svrchně kvašeného piva

Rozpočítaná cena za práci výhodněji upřednostňuje varnu BrauEule II Pro Autobrew, poněvadž byla cena práce počítaná na celkovou várku. Kdy díky vyšší výtěžnosti se více ředila várka vyrobená varnou BrauEule II Pro Autobrew. Nákladový rozdíl činí 6,59 %. Na stejnou výslednou specifickou hustotu, by bylo zapotřebí menší množství vstupních surovin, z důvodu vyšší výtěžnosti. Varna BrauEule vyrobí díky většímu objemu levnější pivo, když se připočítávají náklady na práci.

Tabulka 29: Porovnání cen vyrobeného svrchně kvašeného piva rozdílnými technologiemi

Technologie	[Kč]
Braumeister EXTENDED	
0,5 litr	45,62
BrauEule II Pro Autobrew	
0,5 litr	42,71

Zdroj 29: vlastní zpracování autorem

4.14.2 Ekonomické náklady spodně kvašeného piva

V případě výroby spodně kvašeného piva je debata o nepoužití chladícího média irelevantní. Poněvadž kvasnice spodního kvašení pro svoji činnost potřebují aktivní chlazení, pokud se spilka nenachází v chlazené místnosti nebo výroba není v zimních podmínkách, je aktivní chlazení podmínkou.

4.14.2.1 Porovnání přímých nákladů BEZ započítání práce spodně kvašeného piva

V případě, kdy se nezapočítá práce do výroby spodně kvašeného piva, vychází ekonomicky výhodněji Braumeister EXTENED o 2,49 % na půllitr piva.

Tabulka 30: Porovnání cen vyrobeného spodně kvašeného piva rozdílnými technologiemi

Technologie	[Kč]
Braumeister EXTENDED	
0,5 litr	22,22
BrauEule II Pro Autobrew	
0,5 litr	22,78

Zdroj 30: vlastní zpracování autorem

4.14.2.2 Porovnání přímých nákladů se započítáním práce spodně kvašeného piva

Po započítání práce se efektivněji přepočítá cena práce na jedno půllitrové pivo pro varnu BrauEule. Pro Braumeister hraje v neprospěch menší výtěžnost. Pro účely spodního kvašení se zakvasilo 18 litrů z Braumeisteru a 27 litrů z BrauEule. BrauEule vychází z ekonomického hlediska úsporněji o 6,19 % v přepočtu na půllitrové pivo.

Tabulka 31: Porovnání cen vyrobeného spodně kvašeného piva rozdílnými technologiemi

Technologie	[Kč]
Braumeister EXTENDED	
0,5 litr	52,99
BrauEule II Pro Autobrew	
0,5 litr	49,81

Zdroj 31: vlastní zpracování autorem

4.14.2.3 Význam chlazení z nákladového hlediska

U spodně kvašených piv v případě domácí výroby je chlazení významnou položkou. Autor práce měl k dispozici průtokový chladič pro účely hlavního kvašení a lednici na zrání.

Hlavní kvašení trvalo 20 dní za pomoci průtokového chladiče, zrání v lahvi v lednici 90 dní.

Cena za chlazení pro hlavní kvašení činilo na várku od varny Braumeister 161,9 Kč. Pro zrání v lednici se částka sjednotila pro obě várky na hodnotě 1,99 Kč. Celkové náklady na chlazení hlavního kvašení u technologie BrauEule činilo 323,8 Kč. Rozdílná cena za chlazení spočívá v objemu chlazeného mladého piva.

4.14.3 Porovnání přímých nákladů na způsobu kvašení

Hlediska vstupující do nákladů na způsobu kvašení nejsou zanedbatelná. Počínaje náklady na pořízení vhodných pivovarských kvasnic. Konče nutností využívat chladícího média.

Tabulka 32: Význam chlazení ve výrobě piva v domácích podmínkách

Technologie	Porovnání	Spodní kvašení [Kč]	Svrchní kvašení [Kč]	[%]
Braumeister EXTENDED	Bez[1]	22,22	14,85	**39,76**
	S[2]	52,99	45,62	**14,95**
BrauEule II Pro Autobrew	Bez[1]	22,78	15,68	**36,92**
	S[2]	49,81	42,71	**15,35**

Zdroj 32: vlastní zpracování autorem, 1 – bez započítání práce, 2 – se započítáním nákladů na práci

Aktivní chlazení má značný dopad na náklady pro výrobu piva v domácích podmínkách. Z tabulky 32 lze vidět navýšení výdajů z důvodů aktivního chlazení. Nárůst nákladů na jednotkové náklady na výrobu půllitrového piva se navýšily v případě Braumeister EXTENDED o 39,76 % a u BrauEule II Pro Autobrew o 36,92 %.

4.15 Porovnání výtěžnosti

Technologie varních systémů zkoumaných v práci se liší ve výtěžnosti. V tabulce 33 je výčet složení sladového šrotu (sypání) na výrobu piva Plzeňského stylu o specifické hustotě 1,049. V přepočtu na 12 ° pivo.

Tabulka 33: Složení sypání pro várku

Typ sladu	Braumeister EXTENDED [kg]	BrauEule II Pro Autobrew [kg]
Plzeňský	4,99	6,60
Bavorský	0,30	0,40
Vídeňský	0,61	0,80
Carapils	0,18	0,24
Celkem	6,09	8,04
Velikost várky [l]	28	37
Počet stočených [0,5 l]	52	74
Výtěžnost sladu [0,5 l]	0,117	0,108

Zdroj 33: vlastní zpracování autorem

Množství sladu (sypání) nezbytného na výrobu sladového extraktu pro jedno půllitrové pivo technologií Braumeister EXTENDED činí 0,117 Kg. Pro výrobu extraktu technologií BrauEule je zapotřebí 0,108 Kg na půllitr piva. Varní systém BrauEule II Pro Autobrew má o 7,44 % vyšší výtěžnost než technologie Braumeister EXTENDED.

4.16 Zhodnocení nákladů s přihlédnutím na limitaci maximální roční produkce

V případě domácí výroby piva se aplikuje zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, který v § 80 definuje maximální povolený objem výroby piva pro vlastní potřebu. (Čermák, 2020) V současném znění toto ustanovení umožňuje domácnosti uvařit až 2 000 litrů piva za kalendářní rok.

S ohledem na výše uvedené ustanovení lze dále zkoumat situaci výroby piva z perspektivy časového omezení. Jak dlouho by trvalo jedné z metod výroby dosáhnout stanoveného limitu, lze to tedy považovat za relevantní otázku.

4.16.1 Stanovení fixních veličin

Vaření piva bude prováděno jednou denně bez ohledu na možné technické limitující faktory, jako je nedostatek kapacit kvasných kádí nebo nedostatečné místo na spilce. V této souvislosti bude limitujícím faktorem maximální objem uvařeného piva, stanovený na 2 000 litrů (resp. 4 000 půl litrových lahví) za kalendářní rok.

4.16.2 Technologie Braumeister EXTENDED

Jedna várka piva představuje 52 lahví o objemu 0,5 litru na jeden pracovní den. S ohledem na tuto výrobní kapacitu by roční limit domácí výroby piva ve výši 2 000 litrů byl vyčerpán během (po zaokrouhlení) 77 pracovních dnů.

Výpočet: $\frac{4000}{52} = 76{,}92$ dní (21)

4.16.3 Technologie BrauEule II Pro Autobrew

Jedna várka piva představuje 74 láhví o objemu 0,5 litrů na jeden pracovní den. Tento výrobní výkon implikuje, že stanovený roční limit uvařeného piva ve výši 2 000 litrů byl vyčerpán během 54 dnů.

Výpočet: $\frac{4000}{74} = 54$ dní (22)

4.16.4 Výsledek fixních veličin

Po zohlednění uvedených faktorů lze konstatovat, že technologie BrauEule II Pro Autobrew vyžaduje pouze 70 % času, kterého je nutno pro dosažení limitu stanoveného zákonem v porovnání s technologií Braumeister EXTENDED. Tohle zjištění znamená výhodu pro varní systém BrauEule II PRO Autobrew, neboť při jedné várce se vyrobí více 0,5 litrových piv než u Braumeister EXTENDED, konkrétně o 22 × 0,5 litrových piv.

4.17 Párová porovnávací zkouška

Autor práce navazuje na teoretické zkušenosti posbírané předešlou prací na bakalářské práci a využívá je při tvorbě senzorického testu, který použil ve své diplomové práci.

Pro účely diplomové práce hodnotící senzorické parametry vyrobeného piva autorem práce bude vzhledem k rozsahu vyrobených druhů piv vhodné použít autorem práce vyrobený preferenční test.

V literatuře se o párové zkoušce praví, jako o testu, který je ze znaleckého pohledu pro degustátora nejpřívětivější. Osoba provádějící výběr obdrží dva vzorky, a je na ní rozeznat buď rozdíly mezi těmito vzorky nebo vybrat si preferenci. Poté je tázána prostřednictvím párového preferenčního testu, vybrat si vzorek, který se jí nejvíce zamlouvá nebo vypsat rozdíly. Po výběru je favorizující vzorek nebo rozdíly zaznamenány do jednoduchého archu. Používají se dva typy zkoušek oboustranný rozdílový test a oboustranný preferenční test. (Olšovská, 2017)

Porovnává se vždy, který vzorek hodnotiteli více chutná. Vyrobená piva jsou od sebe odlišena pouze technologií varny a stylem kvašení.

Test se skládá ze čtyř segmentů.

1. Který ze vzorků je více preferován, když budou různé technologie, ale stejný způsob kvašení (svrchní a spodní)
2. Který ze vzorků je více preferován, když bude stejná technologie, ale různý způsob kvašení.

Párová zkouška – preferenční test

Jméno: Datum:

Cíl: určení obliby vzorku – spodní kvašení

A: BrauEule B: Braumeister

Úkol: u předložené dvojce vzorků rozhodněte, který vzorek vám více chutná; tento vzorek označte křížkem.

A ……. B …….

Párová zkouška – preferenční test

Cíl: určení obliby vzorku – svrchní kvašení

A: BrauEule B: Braumeister

Úkol: u předložené dvojce vzorků rozhodněte, který vzorek vám více chutná; tento vzorek označte křížkem.

A ……. B …….

Párová zkouška – preferenční test

Cíl: určení obliby vzorku – technologie BrauEule

A: spodní kvašení B: svrchní kvašení

Úkol: u předložené dvojce vzorků rozhodněte, který vzorek vám více chutná; tento vzorek označte křížkem.

A ……. B …….

Párová zkouška – preferenční test

Cíl: určení obliby vzorku – technologie Braumeister

A: spodní kvašení B: svrchní kvašení

Úkol: u předložené dvojce vzorků rozhodněte, který vzorek vám více chutná; tento vzorek označte křížkem.

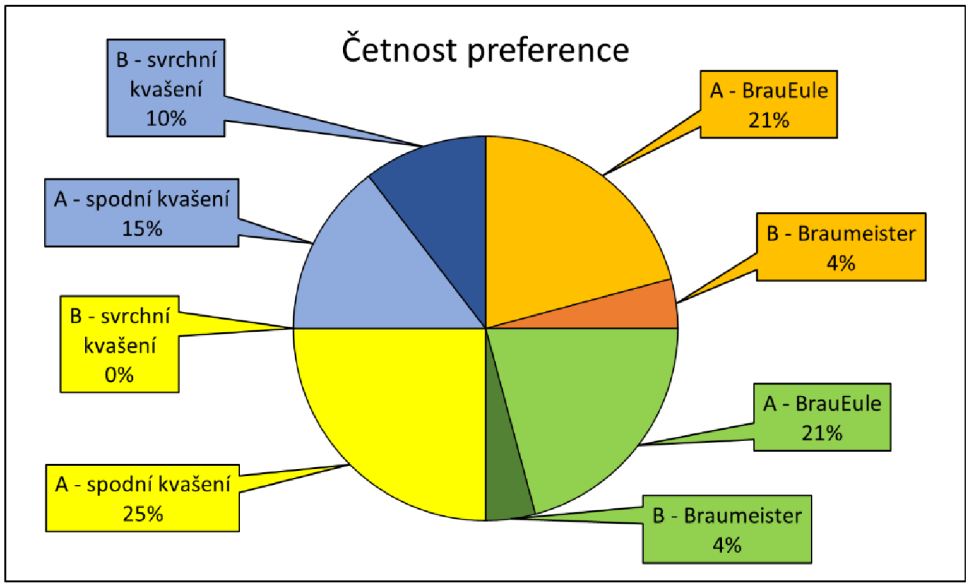
A ……. B …….

Obrázek 33: Autorem práce vypracovaný senzorický test na porovnání vzorků vyrobeného piva, Zdroj: vlastní zpracování autora

4.17.1 Zhodnocení senzorických testů

Respondenti obdrželi preferenční test a dle své osobní preference vybírali vzorky, ke kterým se senzoricky více přiklonili. Senzorického testu se zúčastnilo na dvanáct degustátorů. Bylo hodnoceno párově spodní kvašení a svrchní kvašení od obou varen. Poté se hodnotily samotné varny. Vybíralo se, jestli spodní nebo svrchní kvašení dané varny má celkově lepší aromatický, chuťový a vzhledově lepší senzorický profil.

Graf 2: Výsledné měření párové zkoušky



Zdroj grafu 2: vlastní zpracování autora

Tabulka 34: Číselné zhodnocení obliby vyrobeného piva, hodnoceno na základě párové zkoušky

Párová zkouška - preferenční test: vyhodnocení - četnost preference			
Spodní kvašení		Svrchní kvašení	
A - BrauEule	B - Braumeister	A - BrauEule	B - Braumeister
10	2	10	2
Technologie BrauEule		Technologie Braumeister	
A - spodní kvašení	B - svrchní kvašení	A - spodní kvašení	B - svrchní kvašení
12	0	7	5

Zdroj 34: vlastní zpracování autora

4.18 Soutěž - Kostelecký chmelovárek 2023

Vyrobené pivo technologií BrauEule II Pro Autobrew v první várce 18.9.2023 bylo vybráno autorem a v soutěži obdrželo bodové hodnocení 49/100 (1 – nejlépe/100 – nejhůře hodnocené). Zvýrazněný žlutý řádek, viz tabulku č. 34, náleží vyrobenému pivu autora práce. Pivo dle hodnocení má střední aroma, výborný vzhled, střední chuť, 3/5 - dobrý pocit po napití a celkový charakter je hodnocen jako středně dobré pivo.

V poznámkách degustátor píše zelené jablko, nakyslé. Může to mít více příčin:

- přítomnost polyfenolových látek a jejich oxidace (svíravá)
- přítomnost glykoproteinů
- Přílišné vyluhování pluh při vystírce
- Oxidace na varně
- Oxidační produkty chmele
- Staré kvasnice (Olšovská, 2017)

Autor práce použil sušené kvasnice z roku 2021, to může být důvod, proč degustátor použil nižší hodnocení autorem vyrobeného piva.

KOSTELECKÉ CHMELOVÁREK – 2023											SOUHRN BODŮ ZA KOMISI
Skupina A - kategorie: světlé pivo spodně kvašené											
senzorická kritéria		**Aroma**	**Vzhled**	**Chuť**	**Pocit po napití**	**celkový charakter**	**součet bodů**	**vynásobení krát 2**	**pořadí**	**medaile**	**slovní hodnocení**
počet bodů		**0-12**	**0-3**	**0-20**	**0-5**	**0-10**	**0-50**	**0-100**			
nápověda pravidel udílení bodů		0-puch	0-nepěkné	0-odporné	0-nepitné	0-nepitelné		celkový součet bodů x2	1- první místo	71-80 bronz 81-89 stříbro 90-100 zlato	stručně popsat charakter, vady, nebo naopak harmonii, případně proč není vzorek ve správné kategorii
		12-čistá / příjemná / ve stylu	3-nádherné	20-boží	5-bez vad / čisté	10-boží			atd		
číslo vzorku	13	7	3	9	2	6	27	54	42		vůně fenolová, esterová, oxidační, kontaminace, chuť dr
	14	9	3	17	4	8	41	82	5	**stříbro**	chmelová vůně i v chuti, vyvážená vůně i chuť, vyšší příjemná hořkost i v doznívání
	15	7	2	12	3	5	29	58	36		kontaminace, sirupová vůně, nakyslá chuť ulpívající trpk
	16	7	1	7	3	6	24	48	56		DMS, stájové aroma
	17	9	3	13	4	7	36	72	14	**bronz**	sladovější
	18								76		11°, ibu 42
	19	6	3	9	3	5	26	52	49		zelné jablko, nakyslé
	20								76		Český prémiový světlý ležák 11°
	21	7	3	15	4	7	36	72	14	**bronz**	lepenka (mírná oxidace), malinko máslo
	22	6	2	11	3	5	27	54	42		výrazná oxidace,
	23								76		nehodnoceno, kyselé, výrazná kontaminace
	24	8	3	12	4	7	34	68	18		Vysoké estery, nedokvašené

Obrázek 34: Pivní soutěž Kostelecký chmelovárek 2023, hodnocení piva autora práce. Zdroj: https://soutez.cech-pivo.cz/2023chmelovarek/

5 Výsledky

Kapitola 5 je věnována stručnému zhodnocení výsledků, se kterými přišel autor práce na základě zjištění, popsanými v předešlé kapitole.

5.1 Výsledné náklady na výrobu várky

Technologií Braumeister bylo celkem vyrobeno 28 litrů mladiny. Várka nebyla potřeba ředit vodou, poněvadž na refraktometru se ukázala specifická hustota 1,049 odpovídající 12° pivu. Technologie BrauEule vyrobila 36,9 litrů mladiny. Várka byla potřeba ředit vodou, poněvadž na refraktometru se ukázala měrná hustota odpovídající specifické hustotě 1,062 odpovídající 15° pivu. Bylo k základu 25 litrů dodáno 11,9 litrů vody z vodovodní sítě, aby se celková specifická hustota snížila na 1,049.

Tabulka 35: Výsledné náklady na várku technologií Braumeister EXTENDED

Braumeister EXTENDED	Cena [Kč]
Celkové náklady, **	348,18
Celkové náklady	1948,18

*Zdroj 35: vlastní zpracování autorem, ** – bez započítání práce*

Tabulka 36: Výsledné náklady na várku technologií BrauEule II Pro Autobrew

BrauEule II Pro Autobrew	Cena [Kč]
Celkové náklady, **	430,78
Celkové náklady	2430,78

*Zdroj 36: vlastní zpracování autorem, ** – bez započítání práce*

Náklady na várku bez započítání práce u technologie BrauEule jsou vyšší o **21,21** % oproti varnímu systému Braumeister. Náklady na várku s prací u technologie BrauEule jsou vyšší o **22,04** % oproti technologii Braumeister. Uvedené hodnoty byly zpracovány z tabulek 9 a 12. Do nákladů na várku vstupují pouze základní suroviny bez amortizace za varní systémy

5.2 Výsledná zjištění nárůstu cen po dvou letech

Za dva roky se navýšily náklady na výrobu piva v domácích podmínkách v případě technologie Braumeister při započítání práce o **21,43** %. V případě, když se neuvažuje cena práce, činí nárůst nákladů na výrobu piva o **15,02** %. V obdobném případě lze konstatovat, že pro technologický systém BrauEule růstový trend nákladů přetrvává. Mírný nárůst lze spatřit v tom, že díky vyšší výtěžnosti technologie, je i vyšší objem mladiny po naředění na požadovanou SG. V číslech, nárůst nákladů v případě druhé technologie dosahují s přičtením nákladů za práci **20,30** %. Bez nákladů na práci se navýšení cen na výrobu piva v domácích podmínkách zvýšilo o **13,27** %. Hodnoty byly použity z tabulky 27.

Tabulka 37: Výsledné procentuální navýšení vstupních nákladů po dvouletém rozestupu

Braumeister EXTENDED	2023	2023 – po korekci	[%]
Náklady na 0,5 litr	45,62	36,79	**21,43**
Náklady na 0,5 litr, **	8,09	6,96	**15,02**
BrauEule II Pro Autobrew	2023	2023 – po korekci	[%]
Náklady na 0,5 litr	42,71	34,84	**20,30**
Náklady na 0,5 litr, **	8,92	7,81	**13,27**

*Zdroj 37: vlastní zpracování autorem, ** – bez započítání práce*

5.3 Výsledek přímých nákladů na způsobu kvašení

V tabulce 38 lze spatřit navýšení výdajů z důvodů aktivního chlazení. Nárůst nákladů v případě jednotkových nákladů na výrobu půllitrového piva se navýšily v případě Braumeister EXTENDED o **39,76** % a u BrauEule II Pro Autobrew o **36,92** %. Hodnoty byly použity z tabulky 32. Při uvážení, že se započítají náklady na práci pro oba způsoby kvašení, je v případě varny Braumeister EXTENDED nárůst nákladů o **14,95 %** pro spodně kvašené pivo. Podobně u varny BrauEule II Pro Autobrew jsou náklady navýšeny o **15,35 %** pro spodně kvašené pivo.

Přepočet práce na půllitrové pivo hraje v neprospěch varny Braumeister z důvodu menšího objemu vyrobeného piva i přes to, že varna vyrobí mladinu o dvě hodiny rychleji. O 22 půllitrových piv vyrobí méně varna Braumeister EXTENDED. Velikost várky významně určí výsledné náklady na výrobu piva.

Tabulka 38: Výsledné náklady na způsobu kvašení v přepočtu na 0,5 litrové pivo

Technologie	Porovnání	Spodní kvašení [Kč]	Svrchní kvašení [Kč]	[%]
Braumeister EXTENDED	Bez[1]	22,22	14,85	**39,76**
	S[2]	52,99	45,62	**14,95**
BrauEule II Pro Autobrew	Bez[1]	22,78	15,68	**36,92**
	S[2]	49,81	42,71	**15,35**

Zdroj 38: vlastní zpracování autorem, 1 – bez započítání práce, 2 - se započítáním nákladů na práci

5.4 Výsledek výtěžnosti

Technologie varních systémů zkoumaných v práci se liší ve výtěžnosti. V tabulce 39 je výčet nejdůležitějších parametrů pro kalkulaci výtěžnosti sladu na výrobu piva Plzeňského stylu o specifické hustotě 1,049. V přepočtu na 12 ° pivo. Hodnoty byly použity z tabulky 33.

Tabulka 39: Porovnání výtěžnosti

Položky	Braumeister EXTENDED [kg]	BrauEule II Pro Autobrew [kg]
Celkem sladu	6,09	8,04
Velikost várky [l]	28	37
Počet stočených piv [0,5 l]	52	74
Výtěžnost sladu [0,5 l]	0,117	0,108

Zdroj 39: vlastní zpracování autorem

Množství sladu (sypání) nezbytného na výrobu 0,5 l sladiny technologií Braumeister EXTENDED činí 0,117 Kg. Pro výrobu technologií BrauEule II Pro Autobrew je zapotřebí 0,108 Kg na půllitr sladiny. Varní systém BrauEule II Pro Autobrew má o **7,44 %** vyšší výtěžnost než technologie Braumeister EXTENDED.

5.5 Výsledek limitace maximální roční produkce

Po zohlednění uvedených faktorů z kapitoly 4.16 lze konstatovat, že technologie BrauEule II Pro Autobrew vyžaduje pouze 70 % času, kterého je nutno pro dosažení limitu stanoveného zákonem v porovnání s technologií Braumeister EXTENDED. Tohle zjištění znamená výhodu pro varní systém BrauEule II PRO Autobrew, neboť při jedné várce se vyrobí více 0,5 litrových piv než u Braumeister EXTENDED, konkrétně o 22 × 0,5 litrových piv.

6 Diskuse

Byly zkoumány dvě odlišné varní technologie pro výrobu piva v domácích podmínkách. Hodnotily se ekonomické, senzorické a technologické vlastnosti vyráběného piva a porovnávaly se mezi sebou. V kapitole 6 autor diskutuje poznatky s recenzí a výrobcem.

Technologie Braumeister od značky Speidel na základě americké recenze (Bogner, 2016) je kompaktní, lehké konstrukce, zdroj ohřevu rychlý, příprava varny na výrobu snadná, varna dobře udržovala teplotu varu a posléze sanitace jednoduchá. Mezi nevýhody kritik uvádí původ varny, jedná se o německou technologii a pro fungování v Americe je nutný konvertor. Manuál byl obtížně pochopitelný a bylo zapotřebí dalšího dotazování na internetu.

V souladu s výhodami co recenze praví, autor diplomové práce souhlasí. Největší výhody spatřuje v souladu s recenzí v jednoduchosti ovládání a úspoře energie z důvodu rychlého ohřevu. Oproti technologii BrauEule je popisovaná varna o dvě hodiny rychlejší a o 4 kWh úspornější.

Dle recenzenta byly instrukce výroby piva, dodané výrobcem, obtížně srozumitelné, pro autora diplomové práce však tyto instrukce byly zcela srozumitelné, ten neměl ani problémy se zdrojem napájení.

Na webových stránkách Brumas (Rothbauer, 2015) byly vyzdviženy přednosti varny BrauEule. Autor ze své zkušenosti s výrobou piva s technologií BrauEule je v souladu s výrobcem v uživatelské jednoduchosti ovládání systému, ve spolehlivosti a kvalitě vyrobeného zařízení. Autor nesouhlasí s tvrzením výrobce BrauEule, že se varní systém díky programu sám čistí. V porovnání se systémem Braumeister, kdy jeho varna disponuje čistícím programem, tento však druhá varna systému Speidel nemá. I přesto je na uživateli, aby varní systém po provedené sanitaci ještě mechanicky dočistil a zkontroloval.

7 Závěr

V diplomové práci byly zkoumány dvě technologie vaření piva vhodné pro domácí podmínky. Byly srovnávány technologie Braumeister a BrauEule, které se liší infuzním a dekokčním způsobem vaření piva. Dále byly hodnoceny ekonomické aspekty výroby piva Plzeňského-stylu s ohledem na rozdílné způsoby kvašení a jejich dopad na cenu vztaženou na objem půllitrového piva. Vyrobené pivo bylo senzoricky hodnoceno pomocí párové zkoušky.

Cílem práce bylo porovnat ekonomické náklady spojené se dvěma různými způsoby výroby piva Plzeňského-stylu s rozdílným způsobem kvašení. Použitý technologický proces je shodný s procesem, používaným ve velkých pivovarech, rozdíl spočíval pouze v podmínkách práce s ohledem na zachování časové náročnosti, preciznosti přípravy a dodržení hygienických předpisů. Dále práce řeší nákladovou stránku výroby piva Plzeňského stylu v domácích podmínkách a senzorické hodnocení výsledného piva. Zahrnuta je také kalkulace nákladů na výrobu piva s cenami z roku 2021, které se porovnaly s cenami současnými.

Při domácí výrobě piva Plzeňského-stylu bylo vycházeno ze zkušeností otce autora, který ho naučil vařit domácí pivo s dodržením principů stanovených v zákoně z roku 1516 zvaném "Reinheitsgebot" neboli zákon o čistotě piva, který určuje, že pivo lze vařit pouze ze základních surovin – sladu, chmele a vody. Kvasnice tehdy ještě nebyly známy.

Pivo Plzeňského-stylu bylo vařeno podle stejného složení surovin dvěmi různými technologickými způsoby ohřevu a dvěma rozdílnými způsoby kvašení. Byly zaznamenávány veškeré vstupní veličiny, jako je spotřeba elektřiny, vody, surovin a chlazení (v případě spodního kvašení) a přepočítány všechny náklady na půllitrové pivo.

Závěrem lze konstatovat, že způsob kvašení měl významný vliv na výslednou cenu půllitrového piva, což je důležitý aspekt ekonomického hlediska. U svrchního kvašení náklady na výrobu končí zchlazením várky na zákvasnou teplotu, zatímco u spodního kvašení bylo nutné aktivně chladit během hlavního kvašení a zrání v lahvi. Hodnocení vyrobeného piva nebylo pouze na základě nákladů a velikosti várky, ale také na základě senzorických testů, pro které byla použita párová preferenční zkouška.

Obě použité technologie mají své výhody a nevýhody. U varního systému Braumeister EXTENDED převládá rychlejší, kompaktnější a zjednodušená manipulace při výrobě, což vede k dobrému výsledku vyrobeného piva. Nicméně, v porovnání s BrauEule II Pro Autobrew je kvalita piva jednoznačně ze senzorického hlediska o třídu nižší. Díky lepší výtěžnosti sladu dokáže varna BrauEule II Pro Autobrew produkovat více a větší množství jakostnějšího piva. Při chuťové komparaci na základě párové zkoušky jednoznačně vítězí technologie BrauEule II Pro Autobrew. U svrchně kvašených piv má jemnější a rozvinutější paletu jednotlivých chutí, zatímco u spodně kvašených piv převládá plná chuť, správný říz a charakteristický styl Plzeňského piva. V oblasti senzorických testů vede BrauEule II Pro Autobrew nad technologií Braumeister EXTENDED.

Varna BrauEule je oproti varně Braumeister ekonomičtější, nicméně technologický proces má obdobnou časovou náročnost. Pouze délka počátečního nahřívání varné pánve, kdy se musí celý objem uvést do varu, pro začátek generace páry, která teprve poté ohřívá vystírací a rmutovací pánev, je delší. Na druhé straně Braumeister EXTENDED s topnou spirálou dokáže přímo vyhřívat celé dílo. Pokud neuvažujeme nad náklady na práci, je Braumeister srovnatelný, ale pokud zahrneme i náklady na práci, je pivo BrauEule levnější, kvůli zmíněným důvodům v předchozím odstavci.

Na základě získaných zkušeností lze konstatovat, že pro domácího začátečníka je jednoznačné doporučení pořídit nejprve systém Braumeister a kvasit dílo svrchně. U spodního kvašení jsou totiž vstupní náklady na zázemí nákladnější. Pokud by se člověk cítil na to pozvednout své umění výše i přes větší prvotní investice, autor práce může pouze doporučit technologii BrauEule a k ní technické zázemí pro spodní kvašení. Český ležák má své nezastupitelné místo po celém světě a ta možnost výroby doma je minimálně na zamyšlení.

8 Literatura

Basařová, et all. 2010. *Pivovarnictví teorie a praxe výroby piva.* Praha : VŠCHT Praha, 2010. ISBN 978-80-7080-734-7.

Bogner, Jamie. 2016. Brew Test: Electric All-In-One Brewing Systems (2016 Update). *Craft beer & Brewing.* [Online] 20. Červenec 2016. [Citace: 18. Březen 2023.] https://beerandbrewing.com/brew-test-electric-all-in-one-brewing-systems-2016-update/.

Brožek, K., Kostečka, J. 1961. *Technologie výroby sladu pro III. ročník průmyslových školnpotravinářské.* Praha : SPN, 1961.

Čermák. 2020. Celní správa ČR. *Celní správa ČR.* [Online] 1. Říjen 2020. [Citace: 21. Únor 2023.] https://www.celnisprava.cz/cz/dane/spotrebni-dane/ostatni/Informace/Informace_20_49171.pdf.

Daněk, J., Brožek, K. 1980. *Technologie sladu a piva pro 4. ročník SPŠ potravinářské technologie.* Praha : SNTL, 1980.

Faměra, Jiří. 2012. *Výroba piva.* Pivovarská škola školící a informační středisko projekt č. JPD 3/263. 2012.

Havrda, Dušan. 2023. Ministerstvo zemědělství ČR. *eagri.cz.* [Online] 2023. [Citace: 29. Březen 2023.] https://eagri.cz/public/web/mze/zemedelstvi/publikace-a-dokumenty/statistika/obiloviny/bilance-zdroju-a-uziti-obilovin-a-repky-46.html.

Chládek, Ladislav. 2011. *Pivovarnictví.* Praha : Grada Publishing, a.s., 2011, 2011. 978-80-247-6623-2.

—. 2000. *Užitný vzor č. CZ 104 09 U1/2000. 10409* Česká republika, 18. červenec 2000. Užitný vzor.

Kořen, Jiří. 2012. Český chmel má hlavu na slunci a kořeny ve vodě. Proto je nejlepší na světě. *Víkend.* Praha : Hospodářské Noviny, 17. Květen 2012.

Kosař, K., Procházka, S., et all. 2000. *Technologie výroby sladu a piva. 1. vydání.* Praha : VÚPS, 2000. ISBN 80-902658-6-3.

Kunze, Wolfgang. 2004. *Technology Brewing and Malting.* Berlín : Westkreuz-Druckerei Ahrens KG Berlin/Bonn, 2004. ISBN 3-921690-49-8.

Mark, Joshua J. 2019. World history encyclopedia. *Worldhistory.org.* [Online] 9. Říjen 2019. [Citace: 15. Leden 2023.] https://www.worldhistory.org/Sumerians/.

Millgan, Markus. 2020. Heritage daily. *www.heritagedaily.com.* [Online] 11. Březen 2020. [Citace: 15. Leden 2023.] https://www.heritagedaily.com/2020/03/history-of-mead/126299.

Moštek, J. 1975. *Sladařství. Biochemie a technologie sladu. 1. vydání.* Praha : SNTL, 1975.

Ok1dda, J. https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls. *www.hobby.framax.cz.* [Online] [Citace: 17. Únor 2023.]

Olšovská, Jana, et all. 2017. *Senzorická analýza piva.* Praha : Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s., 2017. 978-80-86576-74-9.

Prokeš, Josef. 2012. *Druhy sladů.* Praha : Pivovarská škola školící a informační středisko Projekt č. JPD 3/263, 2012.

Rothbauer, Volker. 2015. Brumas. *https://www.brumas.com/.* [Online] 2015. [Citace: 16. Leden 2023.] https://www.brumas.com/brumas/BRUMAS-Breweries:::1.html.

Speidel, Mr. 2018. pivovary-braumeister.cz. *www.speidel-behaelter.de/en.* [Online] 2018 - tvorba webu HLT creation, 2018. [Citace: 16. Leden 2023.] https://www.pivovary-braumeister.cz/vyhody/.

—. Speidels Braumeister. *www.speidels-braumeister.de.* [Online] [Citace: 16. Leden 2023.] https://www.speidels-braumeister.de/de/service/broschuere.html.

—. 2018. speidels-braumeister.de/. *Speidel.* [Online] Březen 2018. [Citace: 17. Únor 2023.] https://www.speidels-braumeister.de/en/service/downloads.html?file=files/braumeister/downloads/service/downloads/betriebsanleitung/en/Anleitung%20LO-Brewing-Juni-2018-EN.pdf.

Svaz pěstitelů chmele. 2021. czhops.cz. *Svaz pěstitelů chmele České republiky.* [Online] Joomla!, Design: Lukas Hajek - Imemine, 2021. [Citace: 29. Leden 2023.] http://www.czhops.cz/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=35&Itemid=65&lang=cs.

9 Seznam obrázků

Obrázek 1: Přední a zadní pohled na sladovnu Kounice, zdroj: archiv autora 11
Obrázek 2: Schéma výroby sladu, zdroj: (Kosař, 2000) 13
Obrázek 3: Příjem ječmenného sladu, zdroj: archiv autora 14
Obrázek 4: Čištění a třídění ječmene, zdroj: archiv autora 15
Obrázek 5: Uskladnění ječmene, zdroj: archiv autora 15
Obrázek 6: Proces máčení, průběh máčení a fáze po namočení v náduvníku, zdroj: archiv autora 16
Obrázek 7: Sladovna Kounice disponuje humny, ve kterých se řízeným způsobem nechá naklíčit ječmen, zdroj: archiv autora 17
Obrázek 8: Princip a fungování Saladinové skříně, Zdroj: (Kosař, 2000) 18
Obrázek 9: Schéma bubnového klíčidla, 1- ocelový plášť, 2- ložní deska, 3- klíčené zrno, 4- vlhký vzduch, 5- odpadní vzduch, 6- rotační válce, 7- ozubené pohonné koleso, Zdroj: (Kunze, 2004) 18
Obrázek 10: Charakter chmelového aroma, zdroj: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Zatecky-polorany-cervenak-200g-d8.htm 25
Obrázek 11: Charakter chmelového aroma, zdroj: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Sladek-200g-d11.htm 26
Obrázek 12: Charakter chmelového aroma, zdroj: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Premiant-200g-d9.htm 26
Obrázek 13: Charakter chmelového aroma, zdroj: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Agnus-100g-d309.htm 27
Obrázek 14: Charakter chmelového aroma, zdroj: https://eshop.sladovna-kounice.cz/Kazbek-200g-d191.htm 27
Obrázek 15: Tabulka pro přepočet stupňovitosti, specifické hustotu a % alkoholu byla autorem sestavena na základě informací získaných z webové stránky: https://www.brewersfriend.com/ 31
Obrázek 16: Z leva BrauEule II Pro Autobrew (vyslazovací/rmutovací káď a varní pánev) a Braumeister EXTENDED, Zdroj: archiv autora 32
Obrázek 19: A) chmelovar 34
Obrázek 19: B) technologie cirkulace vody se sladem 34
Obrázek 19: C) proces vyslazování 34
Obrázek 20:Varna Braumeister a její kombinované využití, Zdroj: https://www.speidels-braumeister.de/en/service/brochures.html 34
Obrázek 21: Nadstavba Low oxygen brewing umístěna na varní systém Braumeister, zdroj: https://shop.speidels-braumeister.de/en/accessories/brewing/low-oxygen-brewing-kit-20-litre-braumeister 35
Obrázek 22: Proces vyslazování, Zdroj: archiv autora 37
Obrázek 23: Princip ohřevu sladiny za pomocí vodní páry, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/ 38
Obrázek 24: BrauEule pohled zepředu, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/ 39
Obrázek 25: BrauEule pohled zezadu, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/ 39
Obrázek 26: BrauEule výčet komponent, Zdroj: https://www.brumas.com/brumas/ 40
Obrázek 27: Začátek, průběh, vrchol a konec tvorby deky primárního zakvašení, Zdroj: archiv autora 46
Obrázek 28: Hlavní kvašení, várka z každé varny rozdělena na svrchní a spodní kvašení, Zdroj: archiv autora 46
Obrázek 30: Z leva – šrotovník Maltmill, školní šrotovník KVM a ruční šrotovník Schmildling, Zdroj: archiv autora 48

Obrázek 30: Z leva – váha od značky Kern&Sohn, sladový šrot, Sieve Shaker se síty od značky Haver & Boecker, Zdroj: archiv autora 48
Obrázek 32: Z leva – pomůcky, jednotlivá síta (milimetrů), Zdroj: archiv autora 49
Obrázek 32: 100 gramů naváženého sladového šrotu, Zdroj: archiv autora 49
Obrázek 33: Autorem práce vypracovaný senzorický test na porovnání vzorků vyrobeného piva, Zdroj: vlastní zpracování autora 75
Obrázek 34: Pivní soutěž Kostelecký chmelovárek 2023, hodnocení piva autora práce. Zdroj: https://soutez.cech-pivo.cz/2023chmelovarek/ 77

10 Seznam tabulek

Tabulka 1: Meze tvrdosti vody 10
Tabulka 2: Společné vstupní hodnoty 41
Tabulka 3: Ceny sladů, chmele a kvasnic 41
Tabulka 4: Vstupní neměnné faktory ve výrobě piva 42
Tabulka 5: Vstupní neměnné faktory ve výrobě piva 42
Tabulka 6: Analýza sypání pro výrobu piva v domácích podmínkách v porovnání se šrotovníkem z pivovaru. 50
Tabulka 7: Množství a typ použitého sladu 53
Tabulka 8:Vlastnosti použitých chmelů 53
Tabulka 9: Celkové náklady na várku piva po zchlazení deskovým výměníkem na zákvasnou teplotu 54
Tabulka 10: Množství a typ použitého sladu 55
Tabulka 11:Vlastnosti použitých chmelů 55
Tabulka 12: Celkové náklady na várku piva po zchlazení deskovým výměníkem na zákvasnou teplotu 55
Tabulka 13:Kalkulace nákladů přepočteno na 0,5 litrové pivo. 56
Tabulka 14:Kalkulace nákladů přepočteno na 0,5 litrové pivo. 57
Tabulka 15:Kalkulace nákladů přepočteno na 0,5 litrové pivo. 59
Tabulka 16:Kalkulace nákladů přepočteno na 0,5 litrové pivo. 61
Tabulka 17: Ekonomické porovnání varních systémů v případě svrchního kvašení 63
Tabulka 18: Ekonomické porovnání varních systémů v případě spodního kvašení 63
Tabulka 19: Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií Braumeister v roce 2023–září/říjen 64
Tabulka 20: Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií Braumeister v roce 2021 64
Tabulka 21: Rozdílné vstupní významné položky na výrobu piva s časovým odstupem 2 let 65
Tabulka 22: Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií BrauEule v roce 2023–září/říjen 66
Tabulka 23: Náklady na výrobu svrchně kvašeného piva technologií BrauEule v roce 2021 .66
Tabulka 24: Rozdílné vstupní významné položky na výrobu piva s časovým odstupem 2 let 67
Tabulka 25: Korekce výroby piva současné receptury na cenu vstupních surovin po časové změně 68
Tabulka 26: Korekce výroby piva současné receptury na cenu vstupních surovin po časové změně 69
Tabulka 27: Znázornění procentuálního navýšení vstupních nákladů po dvouletém rozestupu na výrobu piva 69
Tabulka 28: Porovnání cen vyrobeného svrchně kvašeného piva rozdílnými technologiemi ..70
Tabulka 29: Porovnání cen vyrobeného svrchně kvašeného piva rozdílnými technologiemi ..70
Tabulka 30: Porovnání cen vyrobeného spodně kvašeného piva rozdílnými technologiemi ...71
Tabulka 31: Porovnání cen vyrobeného spodně kvašeného piva rozdílnými technologiemi ...71
Tabulka 32: Význam chlazení ve výrobě piva v domácích podmínkách 72
Tabulka 33: Složení sypání pro várku 72
Tabulka 34: Číselné zhodnocení obliby vyrobeného piva, hodnoceno na základě párové zkoušky 76
Tabulka 35: Výsledné náklady na várku technologií Braumeister EXTENDED 78
Tabulka 36: Výsledné náklady na várku technologií BrauEule II Pro Autobrew 78
Tabulka 37: Výsledné procentuální navýšení vstupních nákladů po dvouletém rozestupu 79
Tabulka 38: Výsledné náklady na způsobu kvašení v přepočtu na 0,5 litrové pivo 79

Tabulka 39: Porovnání výtěžnosti 80

11 Přílohy

Použité varní listy na výrobu piva pro účel diplomové práce.

VARNÍ LIST	Braumeister Extended			Číslo várky	0	Rozdíl varna / laboratoř		11	%
- extraktová bilance varna - spilka			VZOR						
Datum				Druh piva	Premium Pilsner Ale Trilobit	Stupňovitost		12	°
Předpis surovin:			Lahvováno		52	Lahvi 0.5 L		28	litrů
Slad						Chmel			
typ	kg	%							
český/plzeňský	4,99	82	Objem horké mladiny po chmelovaru				32,2	litrů	
bavorský	0,30	5	Obsah AHK v chmelu (Premiant)				10,02	%	Upravit dle použité šarže
vídeňský	0,61	10	Výtěžnost chmele				28	%	
karamelový/carapils	0,18	3	Izosloučeniny na ° (stupeň piva)				3,35	mg/l na °	10°=30, 11°=35, 12°=40
barvící CARAFA III	0,00	0	Požadovaný obsah izosloučenin				40,2	mg/l	13°=45, 15°=50
Celkem slad	6,09	100	Hmotnost chmelového granulátu				44,3	g	
Provedení várky	Čas			Teplota °C		Množství			Poznámky
Operace	od	do	hh:mm						
Šrotování	12:50	12:50				Napustit do Braumeistra		30,2	Vystírka celkem
Mashing / Vystírka	12:50	13:00	0:10	38°C			25,0	litrů	počítána nasákavost sladu:
Prodleva	13:00	13:00							1kg = objem + cca 0,62l
přihřívání	13:00	13:15	0:15		Celk. Objem		30,2	litrů	Nárůst teploty 1st. - min.
Protein rest/zapářka	13:15	13:20	0:05	55°C		5 - 20 min	Proteasa		Modré pole = program Brau
přihřívání	13:20	13:31	0:11						
Maltose rest 1 zcukření	13:31	14:01	0:30	64°C		30 - 40 min	1. zcukření		
přihřívání	14:01	14:22	0:21						
Maltose rest 2 zcukření	14:22	14:52	0:30	73°C		25 - 40 min	2. zcukření		
přihřívání	14:52	14:57	0:05						
Odrmutováno	14:57	15:07	0:10	75°C		10 min			
Podrážení / Lauthering	15:07	15:07							
Stékání předku	15:07	15:22	0:15						
Výstřelek 1	15:22	15:32	0:10	75°C			10,0	litrů	1kg šrotu pojme (nasákne)
Výstřelek 2	15:32	15:42	0:10	75°C			6,3	litrů	asi 1l vody
poslední	15:42	15:42							
Pohromadě	15:42	15:42		Pridat 1. chmeleni			35,2	litrů	Potřeba na Chmelovar
Zahřívání do varu	15:42	16:02	0:20	100°C					
1. chmelení 25%	16:02	16:17	0:15	01:15		01:30	hh:mm		trvání chmelovaru
2. chmelení 50%	16:17	17:17	1:00	01:00					
3. chmelení 25%	17:17	17:27	0:10	00:10		3.chmel přepočítán na% α kyselin - na Žatecký p. Červeňák			
Chmel celkem							44	g	Chmel Premiant 2019 7.89%
1. chmel Premiant do předku					25 %		11	g	bitterness / hořkost
2. chmel Premiant do varu					50 %		22	g	flavor / chuť
3. chmel Ž.p.červeňák před koncem			α kyselin %	2,91	25 %		11	g	aroma / vůně
			Přidat Červeňáku g	38					
Dovařeno									
Chlazení	17:27	19:27	2:00		10°C	g/L cukru	g cukru na °		
Celkem čas na várku			06:37	Mladina L	27	8	10	1,89	L Zmrazit do PET
Výsledné parametry	Mladina	Úprava°	Po Spilce		Přidat L vody – úprava°		1,3	12	
Spec. Gravity SG =	1,0510	1,0485	1,0100				28,3	L Celkem uvařeno piva	
tupňovitost Plateau°=	12,6	12,0	2,5	3,9	5,0		Spotřeba vody	6,67	průtok L/min.
	OE orig.	OE adj.	AE	ABWt g/100g	ABV %		200	45	minut chlazení
Zakvašeno při	10°C	v	19:27	h spilka	18°C	Kvasnice	Svrchní kvašení SafBrew S-33		

Vysvětlivka 3: Varní list použitý pro technologii Braumeister EXTENDED, Zdroj: upravený varní list autorem, https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls

VARNÍ LIST	**Braueule II Pro Autobrew**		Číslo várky	**0**	Rozdíl varna / laboratoř		**11**	%
- extraktová bilance varna - spilka		*VZOR*						
Datum			Druh piva	**Premium ALE Trilobit**	Stupňovitost		**12**	°
Předpis surovin:			Lahvováno	**74**	Lahvi 0.5 L	40 původně	**37**	litrů

Slad			Chmel			
typ	kg	%				
český/plzeňský	**6,60**	**82**	Objem horké mladiny po chmelovaru	**42,6**	litrů	
bavorský	**0,40**	**5**	Obsah AHK v chmelu (Premiant)	**10,02**	%	**Upravit dle použité šarže**
vídeňský	**0,80**	**10**	Výtěžnost chmele	**28**	%	
karamelový/carapils	**0,24**	**3**	Izosloučeniny na ° (stupeň piva)	**3,35**	mg/l na °	10°=30, 11°=35, 12°=40
barvící	**0,00**	**0**	Požadovaný obsah izosloučenin	**40,2**	mg/l	13°=45, 15°=50
Celkem slad	**8,04**	**100**	Hmotnost chmelového granulátu	**58,5**	g	

Provedení várky	Čas			Teplota °C		Množství		Poznámky
Postup - ve vystírací kádi namíchat vodu na 38°C, nasypat našrotovaný slad, mezitím připravit hrnec a konev vařící vody do varné kádě - celkem 15 L a pak teprve pustit Autobrew pilota. Varianta - pustit Autobrew pilota a při 38°C vypnout, vystírat a zapnout.								
Operace	od	do	hh:mm					
Šrotování	**10:30**	11:00	**0:30**	**Namíchat 38°C vodu**		Napustit do vystírací kádě	**31,8**	Vystírka celkem
Mashing / Vystírka	11:00	11:10	**0:10**	38°C		**25 L 38°C vody**		počítána nasákavost sladu:
Prodleva	11:10	11:10						1kg = objem + cca 0,62l
přihřívání	11:10	11:25	**0:15**		Celk. Objem	**31,8**	litrů	Nárůst teploty 1st. - min.
Protein rest/zapářka	11:25	11:30	**0:05**	55°C		5 - 20 min	Proteasa	Modré pole = program Brau
přihřívání	11:30	11:41	**0:11**					
Maltose rest 1	11:41	12:11	**0:30**	64°C		30 - 40 min	1. zcukření	
přihřívání	12:11	12:32	**0:21**					
Maltose rest 2	12:32	13:02	**0:30**	73°C		25 - 40 min	2. zcukření	Test na zcukření – Jodisol
přihřívání	13:02	13:07	**0:05**					
Odrmutováno	13:07	13:17	**0:10**	75°C		10 min		
Podrážení	13:17	13:17						
Stékání předku	13:17	14:02	**0:45**					
Výstřelek 1	14:02	14:32	**0:30**	75°C		**10,0**	litrů	1kg šrotu pojme (nasákne)
Výstřelek 2	14:32	15:02	**0:30**	75°C		**6,3**	litrů	asi 1l vody
poslední	15:02	15:02						
Pohromadě	15:02	15:02		**Přidat 1. chmelení**		**33,2**	litrů	Potřeba na Chmelovar
Zahřívání do varu	15:02	15:24	**0:22**	100°C				
1. chmelení 25%	**15:24**	15:39	**0:15**	**01:15**		**01:15**	hh:mm	trvání chmelovaru
2. chmelení 50%	**15:39**	16:39	**1:00**	**01:00**				
3. chmelení 25%	**16:39**	**16:49**	**0:10**	**00:10**				
Chmel celkem						**59**	g	
1. chmel Premiant do předku - přidat před zahájením chmelovaru					**25 %**	**15**	g	Před zahájením chmelovaru
2. chmel Premiant po varu					**50 %**	**29**	g	
3. chmel Ž.p.červeňák před koncem			**α kyselin %**	**2,91**	**25 %**	**15**	g	
		Přidat Červeňáku g		**50**				

Po konci chmelovaru počkat cca 1h až klesne teplota pod 85°C - pak stočit přes chladič a filtrační pytlík do kvasné kádě. Deskový chladič dezinfikovat při čištění varné kádě průtokem čistící vody a při chlazení mladiny pustit chladící vodu skoro naplno.

Chlazení	**16:49**	**18:49**	**2:00**		**10°C**	g/L cukru	g cukru na °			
Celkem čas na várku			**08:19**	**Mladina L**	**25**	**8**	**10**	**2,46**	**L Zmrazit do PET**	
Výsledné parametry	**Mladina**	**Úprava°**	**Po Spilce**		**Přidat L vody – úprava°**		**11,9**	**12**		
Spec. Gravity SG =	**1,0730**	**1,0485**	**1,0100**				**36,9**	**L Celkem uvařeno piva**		
pňovitost Plateau°=	**17,7**	**12,0**	**2,5**	**3,9**	**5,0**		**Spotřeba vody**	**6,67**	**průtok L/min.**	
	OE orig.	**OE adj.**	**AE**	**ABWt g/100g**	**ABV %**		**200**	**45**	**minut chlazení**	
Zakvašeno při	**10°C**	v	**18:49**	h	spilka	18°C	Kvasnice	Svrchní kvašení SafBrew S-33		

Vysvětlivka 4: Varní list použitý pro technologii BrauEule II Pro Autobrew, Zdroj: upravený varní list autorem, https://www.hobby.framax.cz/vypocty/varnilist.xls