

Výroba a vybrané parametry piva s bazalkovým semínkem

Tereza Horáčková

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Tereza Horáčková
Osobní číslo:	T22154
Studijní program:	B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin
Specializace:	Technologie potravin
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Výroba a vybrané parametry piva s bazalkovým semínkem

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část:

Vypracujte literární rešerši týkající se následujících bodů:

Popište stručně výrobu světlého ležáku.

Charakterizujte způsoby ochucení piva v souvislosti se současnými trendy.

Charakterizujte rostlinu *Ocimum americanum*, zaměřte se na semena této rostliny, jejich potenciální zdravotní benefity a využití semen v potravinářském průmyslu.

II. Praktická část:

Vyrobte modelové vzorky.

Provedte vybrané analýzy.

Výsledky diskutujte a vyvoďte závěry.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] JASIM, Ahmed a Basu SANTANU, ed., 2023. *Advances in Food Rheology and its Applications – Development in Food Rheology*. In: *Advances in Food Rheology and its Applications – Development in Food Rheology*. 2nd Edition. Elsevier, s. 414–458. ISBN 978-0-12-823983-4.
- [2] CALDERÓN BRAVO, Héctor, Natalia VERA CÉSPEDES, Liliana ZURA-BRAVO a Loreto A. MUÑOZ, 2021. Basil Seeds as a Novel Food, Source of Nutrients and Functional Ingredients with Beneficial Properties: A Review. *Foods* [online]. 10(7) [cit. 2024-04-26]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods10071467
- [3] BHATEJA, Sumit a Geetika ARORA, 2012. THERAPEUTIC BENEFITS OF HOLY BASIL (TULSI) IN GENERAL AND ORAL MEDICINE: A REVIEW. *International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy* [online]. 2012-12-21, 3(6), 761-764 [cit. 2024-04-26]. ISSN 22774343. Dostupné z: doi:10.7897/2277-4343.03611
- [4] BASAŘOVÁ, Gabriela, 2010. *Přivovarství: teorie a praxe výroby piva*. Praha: Vydavatelství VŠCHT. ISBN 978-80-7080-734-7.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Eva Lorencová, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **1. ledna 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 28. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

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

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá výrobou nového výrobku. Jde o pivo s přídavkem semen *Ocimum americanum*. V teoretické části je za pomoci literární rešerše více přiblížen technologický proces výroby ležáku. Následuje popis aktuálních trendů ve výrobě piva. Práce také obsahuje popis rostliny *Ocimum americanum*, jejích semen a tvorby gelu. Na závěr teoretické části práce je uveden průzkum trhu. V praktické části práce byly analyzovány vzorky odebrané v různých technologických stádiích výroby piva (mladina, mladé pivo, zralé pivo). U vzorků byly provedeny vybrané analýzy (stanovení rozpustné sušiny, obsahu alkoholu, hustoty, pH, zákalu a barvy). Vypočtena byla hodnota extraktu vyrobeného piva. Dále byly hodnoceny vzorky s různou koncentrací semen rostliny *Ocimum americanum* za pomoci senzorické a reologické analýzy. Hodnotiteli byli jednotlivé vzorky piva s koncentrací semen 2 g/l, 4 g/l, 6 g/l a 8 g/l považovány za dobré. Za méně dobrý byl označen vzorek s koncentrací semen 10 g/l. Viskozita s přídavkem semen rostla. Výsledné vzorky měly diletantní charakter.

Klíčová slova: pivo, světlý ležák, *Ocimum americanum*, semena, gel, reologická analýza

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the production of a new beer product, with the use of basil seeds (*Ocimum americanum* seeds). In the theoretical part, the brewing process of the lager beer is presented, and a description of current trends in beer manufacturing follows. The thesis also includes a description of the *Ocimum americanum* plant, its seeds, and their gelling properties. In the practical part of the thesis, model samples were produced and analyzed (total soluble solids, ethanol content, density, turbidity, pH, and color) during different technological stages of the brewing process (wort, young beer, and beer after aging). The extract value of the beer produced was calculated. Furthermore, the developed samples were evaluated using sensory and rheological analyzes. The evaluators considered the individual beer samples with seed concentrations of 2 g/L, 4 g/L, 6 g/L and 8 g/L to be good. A sample with a seed concentration of 10 g/L was considered to be less tasty. The viscosity increased with the addition of seeds. The resulting samples were dilettantish in character.

Keywords: beer, lager, *Ocimum americanum*, seeds, gel, rheological analysis

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce Ing. Evě Lorencové, Ph.D. za její odborné vedení, cenné rady, trpělivost, vstřícnost, ochotu a pomoc při tvorbě této práce.

Dále bych ráda poděkovala rodině a přátelům, kteří mi byli po celou dobu studia neustálou oporou. Děkuji za jejich pochopení, trpělivost a toleranci.

OBSAH

ÚVOD.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	15
1 PIVO.....	16
1.1 SVĚTLÝ LEŽÁK	17
1.1.1 Suroviny pro výrobu světlého ležáku.....	17
1.2 TECHNOLOGIE VÝROBY SVĚTLÉHO LEŽÁKU	20
2 MODERNÍ TRENDY V TECHNOLOGII VÝROBY PIVA.....	25
2.1 TRENDY V OCHUCOVÁNÍ A KOŘENĚNÍ PIVA	25
2.1.1 Ovocná piva	26
2.1.2 Bylinná piva	27
2.1.3 Kořeněná piva	27
2.1.4 Netradiční slady	28
2.2 TRENDY V TECHNOLOGICKÝCH POSTUPECH VE VÝROBĚ PIVA	29
3 OCIMUM AMERICANUM	32
3.1 BOTANICKÁ CHARAKTERISTIKA	32
3.2 VYUŽITÍ BAZALKY K LÉČEBNÝM ÚČELŮM.....	33
3.3 CHEMICKÉ SLOŽENÍ SEMEN BAZALKY	34
4 APLIKACE SEMEN BAZALKY V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU	36
4.1 VYUŽITÍ SEMEN BAZALKY V NÁPOJÍCH.....	37
5 CÍLE PRÁCE	41
6 MATERIÁL A METODY	42
6.1 CHARAKTERISTIKA VZORKŮ.....	42
6.1.1 Použitá zařízení a suroviny pro výrobu modelového vzorku piva.....	42
6.1.2 Postup výroby modelových vzorků.....	43
6.2 POUŽITÉ METODY	44
6.2.1 Fyzikálně chemické analýzy	44
6.2.2 Chemické analýzy	44
6.2.3 Spektrofotometrické stanovení barvy	44
6.2.4 Turbidimetrické vyhodnocení zákalu.....	45
6.2.5 Reologické stanovení viskozity.....	45
6.2.6 Senzorická analýza.....	45
7 VÝSLEDKY A DISKUZE	46
7.1 FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÁ ANALÝZA MODELOVÉHO VZORKU PIVA	46
7.1.1 Stanovení hustoty modelového vzorku piva	46
7.1.2 Stanovení obsahu alkoholu modelového vzorku piva.....	47
7.1.3 Stanovení hodnoty skutečného extraktu modelového vzorku piva.....	47
7.1.4 Stanovení reálného stupně prokvašení	48

7.2	CHEMICKÁ ANALÝZA.....	49
7.2.1	Stanovení pH	49
7.2.2	Stanovení celkového obsahu rozpuštěných látek	50
7.2.3	Stanovení refraktometrické sušiny	51
7.3	STANOVENÍ ZÁKALU TURBIDIMETRICKOU METODOU	52
7.4	SPEKTOFOTOMETRICKÉ STANOVENÍ BARVY	52
7.5	REOLOGICKÉ STANOVENÍ VSKOZITY	53
7.6	SENZORICKÁ ANALÝZA	55
ZÁVĚR.....		57
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		59
SEZNAM OBRÁZKŮ		76
SEZNAM TABULEK.....		77
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		78
SEZNAM PŘÍLOH.....		79

ÚVOD

Tato práce se zabývá výrobou nového nápojového produktu – piva s přídavkem semen *Ocimum americanum*. Pivo je v současnosti nejkonzumovanějším alkoholickým nápojem na světě a zároveň třetím nejčastěji konzumovaným nápojem vůbec, po vodě a čaji (Gliszczyńska-Świgło et al., 2025). Zároveň se jedná o jeden z nejstarších nápojů, jehož historie sahá více než tři tisíciletí do minulosti (Santos et al., 2023). Pro účely této práce byl vyroben světlý ležák ze základních pivovarských surovin: ječmenného sladu, chmele, vody a pivovarských kvasnic. Technologický postup výroby piva je stručně uveden v kapitole 1 této práce.

Ocimum americanum, známá také jako bazalka citronová, je rostlina z čeledi hluchavkovitých (*Lamiaceae*), pocházející z tropických a subtropických oblastí Asie, Afriky a Ameriky. Do rodu *Ocimum* patří přibližně 150 botanicky popsanych druhů (Luanda et al., 2023). Jednotlivé části rostliny se využívají jak v potravinářství, tak i v tradičním léčitelství díky svým aromatickým a léčivým vlastnostem (Calderón Bravo et al., 2021; Wirtu et al. 2024).

Semena této rostliny jsou charakteristická schopností tvořit gel po kontaktu s vodou. Tento gel (někdy označovaný jako „sliz“) vzniká hydratací vnější vrstvy semene. Povrch semen je pokryt vrstvou polysacharidů, které jsou schopny mohutné hydratace (Munir et al., 2017; Zameni et al., 2015). Vzhledem k těmto „gelotvorným“ vlastnostem mohou semena bazalky fungovat jako přírodní zdroj hydrokoloidu s využitím například jako zahušťovadlo, emulgátor nebo náhrada tuku v potravinářských výrobcích (Lakshmanaraj et al., 2014; Calderón Bravo et al., 2021; Wirtu et al., 2024).

Vzhledem k rostoucí poptávce po nápojích s přidanou hodnotou, jako jsou nápoje obohacené o vitaminy, minerální látky či vlákninu, představují bazalková semena zajímavou alternativu. Díky vysokému obsahu rozpustné i nerozpustné vlákniny mohou být využita ke zvýšení nutriční hodnoty nápojů (Tamilselvan et al., 2019).

Semena, která se běžně využívají v nápojích, pocházejí zpravidla z jiného druhu bazalky – *Ocimum basilicum*. Použití semen *Ocimum americanum* v této práci tak představuje nejen inovativní přístup, ale i snahu ozvláštnit výsledný produkt novou ingrediencí. Z dostupné literatury vyplývá, že semena tohoto druhu zatím nebyla využita v komerčně distribuovaných nápojích, což podtrhuje originalitu tohoto experimentu.

Vzorky piv s přídavkem bazalkových semen byly vyrobeny za účelem sensorického hodnocení a posouzení jejich přijatelnosti spotřebiteli.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 PIVO

Pivo vyráběné na území naší Republiky je slabě alkoholický nápoj. Vzniká kvašením mladiny pomocí pivovarských kvasinek. Jejich druh se odvíjí od druhu výsledného piva a probíhá za příslušné teploty. Doba zrání v ležáckých tancích je také charakteristická pro jednotlivé druhy piva (Chládek, 2007).

Pivem, se dle vyhlášky č.248/2018 Sb. o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí, rozumí „pěnivý nápoj vyrobený zkvašením mladiny připravené ze sladu, vody, neupraveného chmele, upraveného chmele nebo chmelových výrobků, který vedle kvasným procesem vzniklého ethanolu a oxidu uhličitého obsahuje i určité množství neprokvašeného extraktu; slad lze do výše jedné třetiny hmotnosti celkového extraktu původní mladiny nahradit extraktem zejména cukru, obilného škrobu nesladovaných obilovin nebo rýže; u piv ochucených může být obsah alkoholu zvýšen přidavkem lihovin nebo ostatních alkoholických nápojů“ (Česko, 2018).

Legislativní požadavky na pivo se u různých druhů piv liší. Dle platné legislativy se člení na skupiny a podskupiny. Do skupin pivo řadíme dle několika kritérií jako je barva, extrakt původní mladiny (dále jen EPM), nebo technologický postup výroby (Basařová, 2010).

Barva piva je jednou ze základních vlastností, která může vést k předpokladu lidí ohledně vlastností piva před jeho samotnou konzumací (Nikolova et al., 2017). Vyjadřujeme ji za pomoci metody European Brewery Convention (dále jen EBC) a je měřená za vlnové délky 430 nm (Koren et al., 2020). Je ovlivněna surovinami použitými k výrobě a zvoleným technologickým postupem výroby. Barva tmavších piv je pak ovlivněna převážně melanoidiny. Ty vznikají při vaření mladiny Maillardovými reakcemi. Dále má na barvu vliv oxidace polyfenolů, či použití tmavých a karamelových sladů. Na barvu světlého piva pak má vliv použití sladu světlého, přídatných látek, nebo technologické operace jako filtrace (Boulton, 2013). Na základě složení sladů použitých k výrobě tak rozlišujeme piva světlá, polotmavá a tmavá (Mezerová, 2017).

EPM se rozumí údaj o množství látek ze sladu a chmele rozpuštěných v mladině před zkvašením, které přešly výrobním procesem do roztoku. Starým označením pro EPM je stupňovitost. Piva s vyšším EPM mají plnější a hutnější chuť (Mezerová, 2017).

Dle množství EPM a alkoholu piva dělíme podle vyhlášky č. 248/2018 následovně:

- Nealkoholické pivo – pivo s obsahem alkoholu nejvýše 0,5 % (v/v).
- Nízkoalkoholické pivo – s obsahem alkoholu více než 0,5 % objemových (dále jen % (v/v)) a nejvýše 1,2 % (v/v).
- Stolní pivo – s obsahem EPM maximálně 6 % hmotnostních (dále jen % hm.) s množstvím alkoholu více než 1,2 % (v/v).
- Výčepní pivo – s obsahem EPM 7–10 % hm. s množstvím alkoholu více než 1,2 % (v/v).
- Ležák – spodně kvašené pivo s EPM 11–12 % hm. s množstvím alkoholu více než 1,2 % (v/v).
- Plné pivo – svrchně kvašené s EPM 11–12 % hm. s množstvím alkoholu více než 1,2 % (v/v).
- Silné pivo – pivo s EPM minimálně 13 % hm. a vyšším s množstvím alkoholu více než 1,2 % (v/v) (Česko, 2018).

Základním rozdělením je rozlišení piv mezi ležáky a Ale, které pochází už z dob Pasteura na základě způsobu fermentace. Toto rozdělení pak zhruba odpovídá dělení na piva spodně a svrchně kvašená (Basařová, 2010).

1.1 Světlý ležák

Celosvětově převládajícím pivem je v současnosti spodně kvašený ležák plzeňského typu (Hasík, 2013). Za ležák považujeme světlé pivo spodně kvašené s extraktem původní mladiny 11 až 12 % hmotnostních. Světlým pivem se pak rozumí pivo vyrobené převážně ze světlých sladů (Česko, 2018). Světlý ležák se podobně jako ostatní druhy piv vyrábí převážně ze základních surovin pro výrobu piva, jako je voda, slad, chmel a pivovarské kvasnice (Granato et al., 2011).

1.1.1 Suroviny pro výrobu světlého ležáku

Slad

Při výrobě sladu se jedná o kontrolovaný přirozený proces. Obilná zrna ječmene nebo dalších obilovin během tohoto procesu klíčí za přísně definovaných podmínek za účelem zisku

specifických fyzikálních a chemických změn v znu. Obilné zno se máčí, klíčí a hvozdí (Hardwick, 1994).

Slad se vyrábí především z jarních ječmenů. Jednotlivé odrůdy svými vlastnostmi ovlivňují kvalitu výsledného sladu (Basařová et al., 2021). Mezi nejvyšší kvality patří dvouřadý nicí ječmen (*Hordeum distichum* var. *nutans*). Odrůdy sladovnických ječmenů jsou schvalovány a povoleny vždy na daný rok, a to na základě technologických zkoušek. Pro výrobu piva v České republice se používají zejména slady plzeňského typu. Mezi u nás méně používané slady pak patří slady bavorské, karamelové a barvicí (Kadlec et al., 2009).

Kromě sladu tradičně vyrobeného z ječmene se používají i různé sladové náhražky, při jejichž použití se musí brát v úvahu možné změny senzorických vlastností výsledného piva (Košír a Kočar Mlinarič, 2020). Náhražky sladu rozlišujeme na škrobnaté a neškrobnaté. V případě škrobnatých náhražek se jedná o obilí, které je nesladované nebo tepelně opracované (pšenice, ječmen triticales a další), pšeničné, ječmenné nebo ovesné vločky a přečištěné frakce obilných zrn. V případě cukerných náhražek se jedná o sacharózu, invertní cukr hydrolyzáty sladových výtažků a škrobů, mladinové extrakty (Kadlec et al., 2009). Sladové náhražky jsou používány z několika důvodů. Jedná se o snahu snížit náklady na výrobu piva a udržení konkurenceschopnosti pivovaru. Uspokojení poptávky spotřebitelů. Snaha o rozšíření nabídky o nové produkty (Bogdan a Kordialik-Bogacka, 2017).

Voda

Voda vhodná pro výrobu piva musí splňovat podmínky pro pitnou vodu. Kritériem pro vodu použitou při výrobě je její tvrdost. Tvrdost vody je součet všech iontů alkalických zemin, konkrétně vápníku, hořčíku, stroncia a barya (Eßlinger, 2009).

Celková tvrdost vody je součtem tvrdosti trvalé a dočasné. Trvalou tvrdost způsobují sírany, dusičnany a chloridy. Tyto sloučeniny zůstávají ve vodě přítomné i po jejím převaření. V případě dočasné tvrdosti se jedná především o hydrogenuhličitan vápníku a hořčíku. Ty se v případě převaření vody přemění na uhličitany. Vysoké koncentrace solí jsou typické pro vodu tvrdou. Zejména pak hydrogenuhličitan vápenatý nebo síran vápenatý. Naopak nízké koncentrace rozpuštěných solí (především solí hořčíku a vápníku) jsou typické pro vodu měkkou (Briggs, 2004).

Tvrdostí vody se běžně rozumí obsah Ca^{2+} a Mg^{2+} iontů. Vyjadřuje se v milimolech na litr (mmol/l) nebo ve stupních německých ($^{\circ}\text{N}$). Tyto dvě veličiny mezi sebou můžeme

převádět dle následujícího vztahu $1 \text{ mmol/l} = 5,6 \text{ }^{\circ}\text{n}$. Některé ionty, především ionty vápníku a hořčíku, způsobují snížení pH díky svým reakcím s fosforečnany sladu a zvyšují tak kyselost rmutů, sladiny a mladiny. Naopak negativně na varný proces působí ionty uhličitánové a hydrogenuhličitánové, jelikož zvyšují pH (Kadlec et al., 2009).

Chmel

Pro výrobu piva se používají usušené samičí chmelové hlávky chmele evropského (otáčivého) *Humulus lupulus* var. *europaeus* z čeledi konopovitých (*Cannabaceae*). Jedná se o dvoudomou rostlinu. Můžeme tak rozlišit květy samčí a samičí, které rostou na separátních rostlinách. Pro pivovarské účely se používají pouze neoplozené samičí rostliny. Chmel je pro výrobu piva důležitý zejména díky kyselinám, které obsahuje. Jsou nositelem chmelového aroma a typické hořké chuti. Při vylučování vysokomolekulárních dusíkatých látek mladiny působí jako srážecí činidlo. Dále mají baktericidní a konzervační účinek a v neposlední řadě ovlivňují i pěnivost piva. Kyseliny dělíme na α -hořké kyseliny zastoupené humulonem, adhumulonem a kohumulonem a β -hořké kyseliny, které jsou zastoupeny lupulonem, adlupulonem a kolupulonem (Chládek, 2007).

Rozlišujeme několik druhů chmele, a to například podle vegetační doby na rané, polorané a pozdní. Dalším rozdělením je dělení na zelenáky se zelenou révou, poločerveňáky se zelenou révou a načervenalými řapíky listů a červeňáky, které mají révu červenou až červenofialovou. Chmel se dále dělí dle oblasti původu (Hasík, 2013). V České republice se chmel pěstuje v oblasti Žatecka, Ústěcka a Tršicka u Olomouce. Největší oblastí je Žatecko (Potop, 2014). Žatecký poloraný červeňák je chráněné označení původu pro chmel pocházející z území Žatecka. Tento jemný aromatický chmel je celosvětově známý díky své vysoké kvalitě (Salaš, 2011). Chmel je také možné rozdělit dle obsahu pryskyřic a silic. Konkrétně na jemné aromatické chmele s obsahem α -hořkých kyselin 3 až 7 % hmotnosti. Mají tedy nižší obsah chmelových pryskyřic a příjemné aroma. Vysokoobsažné hořké chmele se vyznačují vysokým obsahem chmelových pryskyřic a hrubým aromatem (Basařová et al., 2021).

V současné době se chmel nahrazuje extraktem pro vyšší stabilitu chmelových látek při skladování a vyšší využitelnost hořkých látek. Mohou se využívat i pelety, což je namletý granulovaný chmel, nebo pastovité extrakty. Extrakty se získávají pomocí jedno nebo dvoustupňového vyluhování chmelu superkritickým oxidem uhličitým (Chládek, 2007).

Pivovarské kvasinky

Kvasinky určené pro výrobu piva je možné rozdělit do dvou skupin. Konkrétně je dělíme na kvasinky určené k svrchnímu kvašení (*Saccharomyces cerevisiae*), používané při výrobě piv typu Ale a na kvasinky pro spodní kvašení (*Saccharomyces pastorianus*), které se využívají při výrobě ležáků. Jedná se o dva rozdílné druhy kvasinek rodu *Saccharomyces*, které se liší fyziologickými a genetickými vlastnostmi (Dostálek et al., 2013).

Důležitou vlastností pivovarských kvasinek je jejich shlukování se a tvorba „floků“, které následně sedimentují (Kayacan et al., 2020). Tohoto jevu se využívá při separaci kvasinek z mladého piva. Pokud jsou ale v mladině přítomny zkvasitelné cukry, kvasinky neflokulují (Sigler a Matoulková, 2011).

1.2 Technologie výroby světlého ležáku

Suroviny pro výrobu piva (voda, slad a chmel) musí projít specifickými fázemi výroby (Obr. 1), aby bylo dosaženo optimálního a požadovaného složení extraktu, který je pak možné zakvasit a přeměnit v oblíbený pěnivý nápoj, pivo (Basařová et al., 2021). Tyto fáze jsou popsány níže.

Šrotování probíhá na začátku výroby piva (Obr. 1). Základním významem šrotování je rozmělnění endospermu zrna s minimálním poškozením pluch. Přispívá i k pozdější optimální extrakci materiálu při dalších technologických postupech výroby (Kosseva a Webb, 2020).

Šrotování může být prováděno za sucha, se zvlhčeným sladem nebo za mokra. Pro šrotování za sucha se používají dvou, čtyř až šesti válcová zařízení. Zařízení se liší například frekvencí otáček, velikostí štěrby mezi válci a množstvím sladu, která jsou schopna sešrotovat. Při šrotování se zvlhčeným sladem je cílem zvýšení pevnosti pluch, tedy obalů sladového zrna. Ke zvlhčení sladu dochází pomocí přívodu páry nebo vstřikování vody (30 °C) a provádí se těsně před mletím. Během šrotování za mokra sladové zrno prochází máčecí šachtou (teplota vody je 50-70 °C) po dobu padesáti až sedmdesáti sekund. Zrno je následně mleto dvouválcovým šrotovníkem a šrot pak převeden do rmutovací nebo vystírací kádě (Chládek, 2007).

Vystírání je důležitý krok, protože převod látek do roztoku při procesu vystírání ovlivní celý zbylý proces výroby piva a jeho kvalitu. Podstatný je také výběr surovin, jejich dávka a způsob zpracování. Při vystírání je tedy klíčové smíchání šrotu s varní vodou (je možné i

použití sladové náhražky) v příslušném poměru. Například světlá piva mají objemově větší množství nálevu varní vody, čímž docílíme zisku většího množství rmutu. Piva tmavá pak mají menší množství nálevu (Basařová, 2010).

Rmutování slouží k tomu, že se podíl extraktu surovin během této výrobní operace rozštěpí a následně převede do roztoku. Důležité je pak zastoupení jednotlivých složek, především zkvasitelných cukrů. Nejdůležitějšími enzymy jsou během rmutování almylytické, kyselinotvorné, proteolytické a oxidačně redukční (Basařová et al., 2021). Během rmutování musí dojít k degradaci škrobu na zkvasitelné cukry a dextriny. Samotný proces štěpení probíhá v několika fázích (Kadlec et al., 2009). První fází je fyzikálně chemický proces bobtnání a mazovatění škrobu. Původ, složení a struktura škrobu jsou při rmutování zásadními faktory, jelikož jednotlivé druhy škrobu (ječný, kukuřičný, rýžový) mazovají při jiných teplotách. V případě škrobu ječného dochází k mazovatění při 50–57 °C (Kadlec et al., 2009; Karabín et al. 2009). Ve druhé fázi dochází ke ztekucení škrobu za pomoci enzymů. Řetězec škrobu (amylóza a amylopektin) se vlivem enzymů zkracuje až dojde ke zcukření (Basařová et al., 2021). Ztekucení probíhá za přítomnosti α -amylázy, jejíž optimální teplota je 72–75 °C. Dochází k tvorbě kratších řetězců amyloextrinu. Nejdůležitější je však β -amyláza, která má své teplotní optimum při 60–65 °C a jejím úkolem je odštěpení maltózy od neredukujících konců dextrinu (Kadlec et al., 2009).

Mezi základní typy rmutování patří rmutování infuzní a dekokční. Využívání jednotlivých technik rmutování se liší v závislosti na místních zvyklostech, typech použitého sladu a používaném a dostupném technickém vybavení. Infuzního způsobu rmutování využívají především malé pivovary zejména při výrobě piv typu Ale (Nehra et al., 2023). Pro dekokční rmutování je typické, že část rmutu je povařována a část je ponechána stranou. Rozlišujeme tří, dvou a jednorumtové postupy (Doyle a Buchanan, 2013). Dekokční rmutování je tradiční metodou výroby českého piva (Engle et al., 2005).

Po rmutování následuje **scezování**. Jedná se o oddělení tekuté části, obsahující rozpuštěné extraktivní látky, od pevné části po rmutování, mláta. Mláto se dále využívá jako krmivo pro hospodářská zvířata. Tekutá část (sladina) se dále využívá v pivovarském procesu (Mezerová, 2017). Pro ochucení sladiny a výrobu mladiny je nutné sladinu povařit s chmelem v procesu zvaném **chmelovar**. V současné době se chmel pro výrobu mladiny používá v podobě šištic, pelet či chmelových extraktů (Doyle a Buchanan, 2013). V chmelu obsažené látky, které způsobují hořkost piva jsou iso- α -hořké kyseliny. Během výroby přechází z chmelu do mladiny a jsou obsaženy i v konečném výrobku. Obsah jejich

prekurzoru (α -hořkých kyselin) v rostlině závisí na odrůdě chmele a podmínkách jejího pěstování (Karabín et al., 2009). Přídavkem chmelu na začátku chmelovaru docílíme zisku hořkých látek. Izomerací α -kyselin na iso- α -kyseliny. Přídavkem chmelu na konci chmelení dostaneme do extraktu chmelové silice, nositelky charakteristického aroma, které se tak nestačí odpařit ani zoxidovat (Rutník, 2023). Var mladiny trvá 1-2 hodiny a dochází během něj k 5-15% odparu. Po ukončení procesu se odstraní zbytky chmele filtrací a kal za pomoci vířivého separátoru (Adams et al., 2016). Pokud se nežádoucí chmelové částice neodstraní, může docházet k rychlejší sedimentaci kvasinek během kvašení a následnému nižšímu stupni prokvašení. Tyto částice také způsobují tmavší barvu, hořkou chuť a špatnou stabilitu pěny (Hui, 2007).

Po ukončení chmelovaru je třeba vzniklou mladinu v případě ležáků vychladit na 4-7 °C (Rosentrater et al., 2018). Chlazení mladiny se provádí průchodem přes tepelný výměník. Během tohoto výrobního kroku dochází k dalšímu srážení nerozpustných bílkovin a lipidů (Bryce a Morris, 2000). Po této fázi přípravy může následovat ještě krátké provzdušnění a inokulace kvasnicemi. Celý proces kvašení začíná přidáním kvasinek do optimálně vychlazené mladiny (Eßlinger, 2009). Následuje fáze hlavní fermentace, změna mladiny na mladé pivo (Basařová et al., 2021). Pro výrobu spodně kvašených piv využíváme kvasinky *Saccharomyces pastorianus* (dříve nazývané jako *S. carlsbergensis*) fermentující při teplotě 8-12 °C (Adams et al., 2016).

Kvašením rozumíme přeměnu substrátu za pomoci mikroorganismů na produkty. Konkrétně dochází k přeměně zkvasitelných cukrů na ethanol a oxid uhličitý. Tento druh fermentace nazýváme jako ethanolové kvašení. Vznikají i vedlejší produkty fermentace, které mají vliv na organoleptické vlastnosti vznikajícího nápoje. Kvašení dále spočívá v regulaci růstu kvasinek a jejich metabolismu a v regulaci podmínek prostředí takovým způsobem, aby se docílilo vzniku produktu požadovaných vlastností konečného výrobku (Boulton, 2013).

Přeměna mladiny v pivo se děje ve dvou fázích. První fází je, jak bylo zmíněno výše, hlavní kvašení, které trvá přibližně 5-8 dní (Holzapfel, 2015). Druhou fází je pak zrání trvající až 10 týdnů (Kadlec, 2009). Během hlavního kvašení kvasinky prochází lag fází, exponenciální fází a končí stacionární fází růstu. Během stacionární fáze dochází k úpravě chuti snížením koncentrace diacetilu, který pivu dodává nežádoucí máslovou příchut'. První fáze kvašení končí spotřebováním všech zkvasitelných cukrů. Následná druhá fáze probíhá v ležáckých tancích (Boekhout a Robert, 2003; Briggs, 2004; Boulton, 2013).

Zrání může v některých případech probíhat v cylindrokónických tancích, ve kterých probíhala i samotná fermentace (některé styly pív). Tradičně se však u nás pro výrobu ležáků ke zrání využívají tanky ležácké (Cassano a Drioli, 2014). Při zrání dochází k číření piva sedimentací kvasinek (po primárním kvašení), bílkovin a polyfenolických komplexů (Briggs, 2004). Zrání ležáku probíhá za teplot od 0 °C do 3 °C (Goyal et al., 2023).

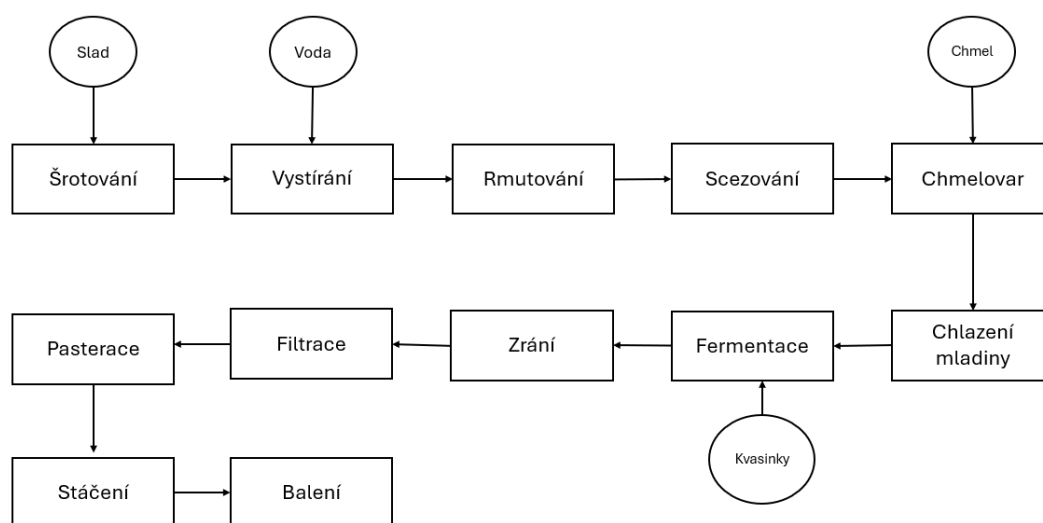
Po fázi zrání pivo může a nemusí projít úpravou „obchodních“ vlastností. Jedná se o filtraci a pasteraci, která má prodloužit trvanlivost, a stáčení do obalů. Případně může být pasterace provedena již v obalu (Basařová et al., 2021).

Filtrace piva přispívá k jeho delší trvanlivosti a vyšší stabilitě. Pokud filtrace nebyla provedena, jedná se o výrobek nazývaný jako nefiltrované pivo. Takové pivo pak obsahuje zbytkové kvasinky (Mezerová, 2017). Podstatou filtrace je tedy odstranění zbylých kvasinek, bílkovin a polyfenolů. Čím nižší je teplota, tím více se tvoří chladové kaly a zákal. Jde tak o důležitý faktor během filtrování piva (Briggs, 2004).

Hlavním účelem **pasterace**, jak bylo zmíněno výše, je prodloužení trvanlivosti výrobku. Během této operace dochází k inaktivaci nesporulujících mikroorganismů (Andersen et al., 2023). K těmto účelům se využívá průtokový (deskový pastér, Obr.1) nebo tunelový pastér (Doyle a Buchanan, 2013).

Pasterace průtoková probíhá za teploty 71 °C 15 s nebo 74 °C 10 s. Následuje chlazení piva, které probíhá za pomoci chladného piva, které je do pastéru přiváděno (ASHRAE, 2022). V případě výrobků pasterovaných v obalech samotný proces probíhá při teplotě 62 °C. Doba, po kterou je výrobek této teplotě vystavený, je delší než v případě kontinuálního pastéru. Jednotlivé pivovary si samy volí metodu, doby a teploty pasterace dle vlastních preferencí (Doyle a Buchanan, 2013).

Pivo je baleno do celé řady různých obalů jako jsou skleněné lahve, plechovky, polyetylentereftalátové lahve, soudky na domácí stáčení a sudy typu KEG. V případě restaurací je možný i prodej tankového piva. Materiály zvolené pro balení tohoto nápoje, musí splňovat požadavky na materiály určené pro styk s potravinou (Mezerová, 2017).



Obr. 1 Schéma výroby světlého ležáku (upraveno dle Kadlec)

2 MODERNÍ TRENDY V TECHNOLOGII VÝROBY PIVA

Současná situace na trhu podporuje rozmanitost piva, vysokou kvalitu a přidanou hodnotu. Tou mohou být například nejrůznější zdravotní benefity. Použitá výrobní technologie a výrobní suroviny mají totiž přímo podíl na nutričních a organoleptických vlastnostech výrobku (Abellán et al., 2021).

Zvyšuje se poptávka po nových druzích piva, a to zejména díky experimentální a řemeslné výrobě (Barbagallo et al., 2024). Zákazníci shání kvalitní a originální výrobky. Řemeslné pivovary na tuto skutečnost reagují úpravou chuti piva a používáním neobvyklých kombinací surovin jako je například ochucování kořením a ovocem. Řemeslné pivo jako takové nemá přesnou definici. Existuje více návrhů od různých autorů, jak tento produkt definovat. Jeden z nich zní následovně: „Řemeslné pivo je nefiltrovaný a nepasterovaný produkt vyráběný v malém, nezávislém a tradičním pivovaru, který se zaměřuje na chuť, použité technologie a na potřeby místního trhu.“ (Villacreces et al., 2022)

Dalším aktuálním trendem je využívání neobvyklých surovin. Nejčastěji používanou surovinou je, jak bylo zmíněno již výše v této kapitole, ovoce. Dalšími surovinami, tentokrát méně často používanými, jsou například různé zdroje škrobu, rostliny, koření či propolis. Jejich využitím dochází ke vzniku ojedinělých chuťových vlastností. Tyto neobvyklé suroviny lze přidávat do piva hned v několika krocích výroby. Jde především o přídavek v procesu rmutování, před nebo při kvašení piva, či při zrání v ležáckých tancích (Radu et al., 2024).

Trendem v technologické části výroby jsou pak alternativy k tepelnému ošetření piva. Příkladem může být pasterace. Výsledné pivo je tak nepasterované, ale ošetřené jinou metodou (Carvalho et al., 2023). V oblibě jsou aktuálně i piva nízkoalkoholická nebo nealkoholická (Salanță et al., 2020). Snahou je také zpřístupnit piva osobám trpícím celiakií, a to výrobou piv neobsahujících lepek. Bezlepková piva jsou vyráběna za pomoci netradičních sladů. Příkladem zrn rostlin, které lepek neobsahují, může být rýže nebo čirok (Gasiński et al., 2023).

2.1 Trendy v ochucování a kořenění piva

Pro výrobu nových a nevšedních piv se často používají směsi obilovin v různých poměrech, již běžně nevyužívané druhy obilovin, pseudocereálie, nové druhy kvasinek či chmele nebo

jeho náhražek, různé aromatické látky, ovoce, zelenina nebo koření (Dabija et al., 2022). Vybrané druhy těchto výrobků jsou popsány níže.

2.1.1 Ovocná piva

Ovocná piva patří mezi nejčastěji se vyskytující typ ochuceného piva. Důvodem je především dostupnost a pestrost nabídky této kategorie potravin. Výhoda přídavku ovoce spočívá především ve zlepšení nutričních a funkčních vlastností výrobku, jelikož obsahuje antioxidační a bioaktivní látky (Radu et al., 2024). Ovocné chuti je možné v pivu docílit využitím téměř všech druhů ovoce, a to hned několika způsoby. Jedním z nich je přímý přídavek ovoce, dalším způsobem je ochucení piva pomocí ovocného extraktu nebo zahuštěných šťáv. Poslední možností je přídavek aditiv s ovocnou příchutí (Zhao et al., 2023). Piva obsahující ochucovadla průmyslové výroby (aditiva) nenazýváme jako ovocná, ale označujeme je jako piva s ovocnou příchutí (Černá et al., 2023). Ovoce nebo výrobky z něj je možné přidat v těchto částech výroby: rmutování, hlavní fáze fermentace a sekundární fáze fermentace – zrání (Radu et al., 2024). Pro evropské chuťové pohárky je např. nevšedním výrobkem pivo, jehož ochucovací složkou je kaki (jinak také persimmon nebo tomel). Jde o ovoce oblíbené především v Asii, jež obsahuje organické kyseliny, vitamíny, fenoly a karotenoidy. Připisují se mu proto antioxidační a protizánětlivé účinky (Cho et al., 2018). Kaki je do piva přidáváno ve fázi fermentace v podobě čerstvých kousků (Radu et al., 2024). Pivo ochucené kaki obsahuje větší množství některých minerálních látek. Jde především o hořčík, draslík, vápník a sodík. Dalším důkazem o pozitivním vlivu přídavku khaki je například i zmíněné zvýšení antioxidačního potenciálu (Cho et al., 2018).

V Itálii dokonce vzniklo speciální pivo, jehož ochucovací složkou jsou hrozny odrůdy Lambrusco (modré bobule). Výrobek je nazýván jako Italian Grape Ale. Je vyráběno ze světlých sladů. Může být použit i slad plzeňského typu (Castro Marin et al., 2021). Do této kategorie výrobku patří také piva obohacená o hrozny jiných odrůd. Příkladem může být přídavek hroznů odrůdy Malvasia di Candia Aromatica. Jde o odrůdou s bílými hrozny. Konkrétně je zmíněná odrůda přidávána do mladiny před hlavním kvašením. Přídavek má za následek zvýšení hned několika parametrů. Jsou jimi koncentrace zkvasitelných cukrů a obsah organických kyselin. Dalším ovlivněným parametrem je vyšší titrační kyselost mladiny a výsledného piva (Becchi et al., 2025).

Příkladem dalšího ovocného piva je Fruli pocházející z Belgie. V jehož složení je obsaženo 30 % jahodové šťávy. Hlavní složku pak tvoří ze 70 % pšeničné pivo (Cho et al., 2018).

2.1.2 Bylinná piva

Bylinné pivo je možné vyrobit hned několika způsoby. Prvním je přidavek bylin během rmutování. Dále je možný přidavek během fermentace (hlavní i sekundární). Byliny se macerují nebo louhují. Využívá se hned několik částí bylin v sušeném i čerstvém stavu. Zúžitkovat lze části rostliny jako jsou květy nebo stonky, případně může být do piva přidán už hotový bylinný výtažek (Pluháčková et al., 2020). Přidavek bylin do piva může mít za následek hned několik změn. Jde o změnu chuti, zlepšení antioxidační schopnosti piva či zpomalení jeho stárnutí (Lin et al., 2024). Významné jsou i při výrobě řemeslných piv, která jsou nefiltrovaná a nepasterovaná. Přidavek bylin do takového piva ve formě extraktu může zlepšit jeho stabilitu (Coronas et al., 2024). Byliny obsahují polyfenolové sloučeniny, jsou dobrým zdrojem antioxidantů a mají i antibakteriální účinky (Lin et al., 2024).

Jelikož je trendem výroba piva jedinečných vlastností a chutí, v oblasti bylinných piv tak můžeme potkat např. výrobek, jehož součástí jsou olivové listy (Guglielmotti et al., 2020). Jako ochucující složky mohou být také použity bylinky s léčivými účinky. Příkladem je například meduňka lékařská (*Melissae folium*), která je používána jako antioxidant, stabilizátor či koření, nebo jako léčivka pro potlačení úzkostí, podpora léčby nespavosti a dalších zdravotních potíží. Pro výrobu piva se využívá již zralý světlý ležák, ke kterému je přidán extrakt z listu meduňky. Takto ochucené pivo leží už jen jeden den při 10 °C. Výsledkem je pivo vyvážené intenzivní chuti bohaté na antioxidanty (Djordjevic et al., 2016).

2.1.3 Kořeněná piva

Kořeněná piva ve světě dosáhla obliby. U nás moc rozšířena nejsou. Jsou spíše výrobky malých pivovarů, které je produkují jako pivní speciály v omezeném množství. Příkladem kořeněných piv je např. Belgian Witbier ochucený koriandrem nebo finské pivo Sahti. To je vařeno ze sladového ječmenu, dále sladového nebo nesladovaného žita, pšenice či ovsa. K ochucení se přidává jalovec (Ekberg et al., 2015; Cho et al., 2018;). Přidavek jalovce ve

formě větviček či bobulí způsobuje v tomto netradičním výrobku kořeněnou chuť a podporuje antimikrobní účinky (Ekberg et al., 2015).

Poslední dobou také stoupá obliba pív vyrobených z pšeničných sladů, jako příklad je možné uvést již zmíněné svrchně kvašené Belgian Witbier. Při výrobě piva tohoto typu je část sladu nahrazena sladem pšeničným. Pšenice pro výrobu tohoto piva je nesladovaná, slad je světlý plzeňského typu. Jako ochucující složka pro Belgian Witbier je používán koriandr a hořká pomerančová kůra (Belcar et al., 2022).

2.1.4 Netradiční slady

Obliba pív vyrobených ze sladů, jiných než ječmenných, se zvětšuje, a to jak kvůli chuťovým preferencím zákazníků, tak kvůli zdravotním benefitům. Nicméně jde už o zavedenější trend. Některé varianty sladů neobsahují gluten a jsou tak vhodné pro jedince trpící celiakií (Ceccaroni et al., 2019; Blšáková et al., 2022). Bezlepkové pivo je možné vyrobit díky změně surovin, nebo rozkladu lepku při vaření a úpravě výrobního procesu. Rozklad lepku je možný pomocí enzymů, jako je např. prolyl endopeptidáza. Jelikož je aktivní v širokém rozmezí pH 2-8, byla už k výrobě bezlepkového piva použita (Knorr et al., 2016). Technologie výroby bezlepkových pív, vyrobených změnou tradičních surovin, je rozdílná především v oblasti rmutování, scezování a kvašení. Změny souvisí s úpravou teplot a času. Slady u bezlepkových surovin mají jinou diastatickou aktivitu (aktivita β -amylázy). Při rmutování se tak často přidávají externí enzymy (například další amylázy, amyloglukosidázy nebo proteázy). Jejich přídavek způsobuje zlepšení přeměny zkvasitelných cukrů a zvyšuje obsah rozpustného dusíku. Samotná doba rmutování je u piva bez lepku obvykle delší oproti pivu klasickému. Teploty se upravují v závislosti na použitých přidaných externích enzimech (Rubio-Flores a Serna-Saldivar, 2016). Jelikož bezlepkové sladové suroviny neobsahují pluchy, prodlužuje se doba scezování. Samotné scezování pak probíhá při 65-70 °C (Serna-Saldivar, 2016). Fermentační proces při výrobě bezlepkového ležáku trvá několik dní při teplotě 8-13 °C za pomoci kvasinek spodního kvašení. Následujícím krokem je zrání při 0 °C (Stewart a Priest, 2006).

Bezlepkovým je například slad vyrobený z miličky habešské (*Eragrostis tef* (Zuccagni) Trotter). Milička je rostlinou patřící do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*) a rodu *Eragrostis* (Yang a Gao, 2022). Obliba miličky je na vzestupu především díky jejím nutričním vlastnostem. Obsahuje vlákninu, polyfenoly, minerální látky a dobře vyvážený obsah

aminokyselin (Di Ghionno et al., 2017). K dalším sladům vyrobených z bezlepkových surovin řadíme ovesný, kukuřičný, rýžový, čirokový, pohankový, quinoový a amarantový. (Yang a Gao, 2022).

2.2 Trendy v technologických postupech ve výrobě piva

Aktuálně v rámci výroby piva stoupá popularita využití netepelných technologií. Oblíbenost získávají především díky vysokému obsahu živin, které slibuje jejich použití. Možným příkladem takovéto metody je Pulsed Electric Field (dále jen PEF). Její využití je v pivovarství například při inaktivaci vegetativních mikroorganismů, kdy za pomoci elektrického impulsu dochází k poškození dvojvrstvy fosfolipidů cytoplazmatické membrány. Při poškození vzniknou v membráně póry, které mohou způsobit změnu propustnosti, případně vyvolat až lyzi buňky. Tomuto procesu se také říká elektroporace (Carvalho et al., 2023). Během elektroporace na potraviny působí krátkodobé pulzy o vysoké intenzitě 10-80 kV/cm. Doba vystavení potraviny těmto krátkodobým pulzům se pohybuje v řádech mikrosekund nebo milisekund. Produkt se během vystavení vysoké intenzitě pulzů nachází mezi dvěma elektrodami. Účinky metody jsou v případě inaktivace vegetativních mikroorganismů nevratné (Wantuch, 2019). Další výhodou metody PEF, kromě již výše zmíněných je možná změna senzorických a fyzikálních vlastností. Použití je vhodné především pro tekuté výrobky (např. ovocné a zeleninové šťávy) (Carvalho et al., 2023).

Jinou netepelnou metodou, kterou lze také v pivovarství využít místo klasické pasterace, je High Pressure Processing (dále jen HPP). Použitím této metody je možné dosáhnout inaktivace mikroorganismů či enzymů. V procesu HPP je působeno vysokým tlakem 100-800 MPa. Podobně jako u PEF dochází vlivem použití metody HPP k poškození membrány mikrobiální buňky a ke změně propustnosti membrány (Milani a Silva, 2016). Výhodou užití vysokého tlaku je, že výsledný produkt má téměř stejné vlastnosti, jako by byl čerstvý. Vysoký tlak, oproti jiným metodám využívajícím tepelný záhřev, téměř vůbec neovlivní chuť, aroma, barvu nebo obsah vitamínů (Santos et al., 2017). Účinností na mikroorganismy je metodu možno srovnat s pasterací. Na základní parametry piva, jako je hořkost, obsah etanolu nebo například pH nemá HPP vliv. Bylo také prokázáno, že při použití HPP v průběhu rmutování vlivem vysokého tlaku dochází ke zcukření škrobu (Štulíková et al., 2020).

Méně častým způsobem rmutování u nás je skoková metoda. Využívá se za účelem zisku mladiny s nízkou fermentovatelností. Pomocí této metody se vyrábí speciální druhy piv s nízkým obsahem alkoholu. Vystírá se při 30-40 °C. Následně dojde během 15 min k zahřátí na 70 °C. Dalším krokem je prodleva trvající 30 minut. V mladině vlivem přeskočení nižších cukrotvorných teplot zůstává vysoký podíl dextrinů (Kosař a Procházka, 2000). Studené zmutování je další netypickou technikou, která je používána především minipivovary. Rmutování probíhá 8 h při 10 °C. Následuje oddělení extraktu neboli sladiny od pivovarského zrna. Mladina se zahřívá až po scezování. Důvodem záhřevu je odstranění nežádoucích bakterií (Cappelin et al., 2024). Režim rmutování spolu s dalšími technologickými kroky se také upravuje při výrobě nealkoholického piva. Dochází k úpravě procesu rmutování tak, aby se omezila zkvasitelnost cukrů mladiny. Výsledkem je nízký obsah alkoholu. Beta-amyláza vytváří zkvasitelný cukr a maltózu, její optimální teplotou působení je 62-65 °C. Optimální teplota pro činnost α -amylázy je pak o něco vyšší 72-75 °C. Vytváří nezkvasitelné cukry a při delším působení teploty také ty zkvasitelné (Brányik et al., 2012). Během výroby nízkoalkoholického piva se pomocí teploty 75-80 °C inaktivuje β -amyláza. Alfa-amyláza je následně zodpovědná za zkapalnění škrobu. Touto úpravou dosáhneme přibližně 85% extrakce sladu a mladiny zkvasitelné na 25 % (Muller, 2000).

Stoupající poptávka zákazníků po nových druzích piva ovlivnila i chmelovar. Používají se nové chmelové odrůdy nebo se modifikuje průběh samotného chmelovaru (Hrabia et al., 2024; Oliveira et al., 2025). Energeticky nejnáročnějším krokem výroby piva je právě chmelovar. Rozlišujeme atmosférický a tlakový. Atmosférický probíhá při 100 °C za tlaku 2257 kJ/kg (Eßlinger, 2009). Atmosférický chmelovar trvá 90-100 minut a je prováděn v otevřených nádobách. Za účelem zkrácení doby chmelovaru byly zavedeny chmelovary využívající různé tlaky. Vysokotlaký chmelovar je prováděn za vysokého tlaku. Teploty se během tohoto procesu pohybují mezi 120-145 °C po dobu 5-15 min. Oproti tomu je za zvýšeného tlaku prováděn nízkotlaký chmelovar. Doba procesu je 30-45 min, teplota se pohybuje od 106 do 112 °C (Kadlec, 2002; Basařová, 2010). Vysoký tlak je také možno použít při dalším zpracování zbytků chmele po suchém chmelení. Zbytky chmele, které se v pivovarství již dále nezpracovávají, obsahují bílkoviny, esenciální oleje, pektin, sacharidy, vosky, xantahumulon, α a β -hořké kyseliny. Xantahumulon, α a β -hořké kyseliny, jsou látky s potencionálními léčebnými účinky. Esenciální olej z chmele má sedativní vlastnosti. Za účelem zisku těchto látek, z jinak již nevyužité suroviny, se používají dvě extrakční metody.

První metodou je tlaková kapalinová extrakce. Druhou metodou je superkritická kapalinová extrakce (Oliveira et al., 2025).

Mikrofiltrace je metodou, která byla dříve používána výhradně v chemickém a zdravotnickém průmyslu. Nyní se používá také v potravinářském průmyslu. Jejím cílem je získat stabilní, trvanlivější potraviny. Velikost kvasinkové buňky se pohybuje od 5 do 10 μm . Bakterie, které způsobují kažení piva jsou velké přibližně 0,45 μm . Díky této skutečnosti je možné mikrofiltraci využívat při výrobě piva, neboť póry membrány mají v průměru 0,2-1,3 μm . Dojde tak k zachycení nežádoucích bakterií na povrchu membrány a je tedy možné docílit mikrobiologické stability piva. Odstraněním vloček vzniklých při nízké teplotě koagulací bílkovinných a polyfenolových sloučenin, docílíme zase stability nemikrobiologické. V rámci stabilizace má tak mikrofiltrace podobné účinky jako pasterace (Liu et al., 2018).

3 OCIMUM AMERICANUM

Ocimum americanum, jinak známá jako Hoary basil (česky bazalka chrpová), Africká bazalka, Americká bazalka nebo bazalka citrónová, je bylinkou patřící do rodu *Ocimum* čeledi *Lamiaceae*. Rostlina pochází z tropických a subtropických oblastí Střední a Jižní Ameriky, Asie a Afriky. Rod *Ocimum* se skládá asi ze 150 druhů rostlin (Luanda et al., 2023). Identifikace rostliny čistě podle tvaru a velikosti listů je velice náročným úkonem. Vlivem křížení má totiž většina druhů bazalky rozsáhlou škálu identifikačních znaků (Patel et al., 2015). Rostliny rodu *Ocimum* obsahují jako hlavní složku silice, které se nachází téměř ve veškerých částech rostliny. Semena, listy i esenciální oleje se využívají při výrobě kosmetických a potravinových produktů. Dalším možným využitím této rostliny je v oblasti léčitelství (Luanda et al., 2023). Jedná se o rostlinu mající rozsáhlou škálu použití zejména pro své antioxidační, antimikrobiální, antiparazitické a antidiabetické vlastnosti (Bhatt et al., 2018).

3.1 Botanická charakteristika

Rostlina *Ocimum americanum* dorůstá výšky 15 až 60 cm. Má vzpřímený růst a její stonky jsou rozvětvené a pruhované. Listy jsou oválného (eliptického) tvaru s celokrajným nebo lehce zubatým okrajem. Celokrajný okraj je možno vidět na Obr. 2 vlevo a zubatý okraj na tomtéž obrázku vpravo. Barva květů se pohybuje od bílé, přes růžovou až po fialovou. Květy tvoří květenství tvaru hroznu s možným výskytem okolíků (Ramaiah et al., 2019; Kabore et al., 2024).

Semena rostou v semenných luscích, obsahujících rosolovitou hmotu (gel). Jeden lusk obsahuje 4-8 malých, 1-1,5 mm velkých, tmavých semen. S postupným dozráváním semen, dochází k zaschnutí slizu na jejich slupce (Levankumar et al., 2009). Pokud dojde k absorbování vody semenem, dojde opět k tvorbě gelu (Lakshmanaraj et al., 2014). Semena obklopena gelem, který se při hydrataci vytvoří během několika sekund, obsahují až čtyřikrát více vody než semena bez gelu (Guan et al., 2023). Hlavní funkcí semen je rozmnožování. Gel tvoří hydratační obal, který je užitečný při klíčení. Gel má důležitou roli při ochraně semen, jejich přichycení k povrchu a také pro šíření semen (Gorges et al., 2024). Při optimálních skladovacích podmínkách jsou schopna vyklíčit i po 4-5 letech (Naji-Tabasi a Razavi, 2017). Semena obsahují všechny základní makroživiny, tedy bílkoviny jejichž obsah činí $10,0 \pm 0,46$ %, tuky $33,0 \pm 0,61$ % a sacharidy $43,9 \pm 0,22$ % (Tamilselvan et al., 2019).

Bazalková semena jsou používána v potravinářství. Jsou přidávána například do nápojů, do zmrzliny nebo do pečiva, a to za účelem jejich nutričního obohacení. Jejich nesporným benefitem je, že obsahují vysoký podíl vlákniny (Calderón Bravo et al., 2021).



Obr. 2 *Ocimum americanum* s celokrajným okrajem listů vlevo (ROGERS GARDENS, 2025) a *Ocimum americanum* se zubatým okrajem listů vpravo (One,2025).

3.2 Využití bazalky k léčebným účelům

Bazalka je rostlinou, která je využívána i v léčitelství. Tradičně má uplatnění při léčbě méně i více závažných onemocnění. Například se používá k léčbě bolestí hlavy a migrén, kašle, průjmů, zácpy nebo poruch funkce ledvin. Její jednotlivé části mají jiná specifická využití (Naji-Tabasi a Razavi, 2017; Wirtu et al. 2024). Listy se uplatnily k léčbě migrény, bolesti zubů nebo průjmů. Malárii, horečku a krvácení z nosu je také možné léčit odvarem z jejich listů (Wirtu et al. 2024).

Semena jsou v rámci léčitelství používána dvěma způsoby. Prvním je aplikace v podobě masti. Je vyráběna z rozemletých semen bazalky přimíchaných do ghí nebo hořčičného oleje. Takto připravená mast slouží k léčbě několika druhů obtíží. Mohou jimi být rány způsobené pokousáním od zvířat, dále léčba artritidy, revmatizmu, vitiliga či ekzému. Dalším způsobem je vnitřní užití semen, například při léčbě běžného nachlazení,

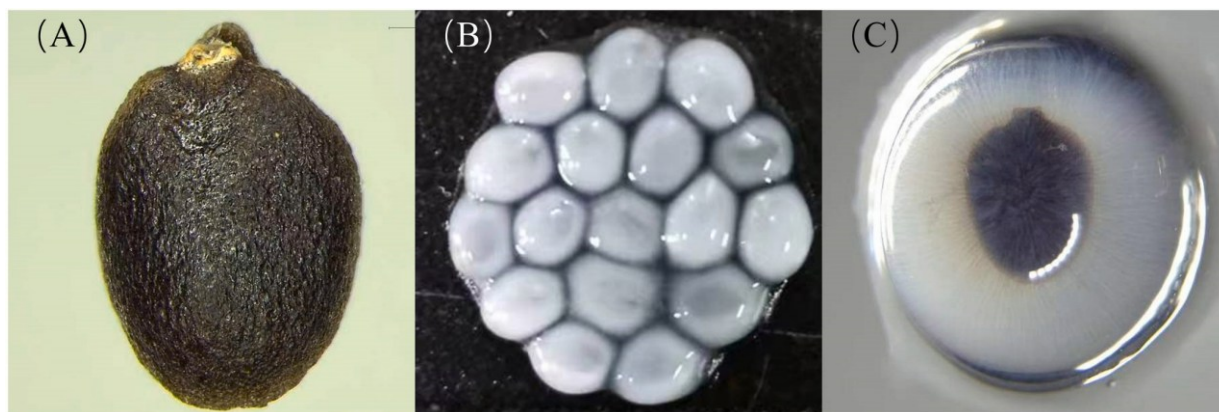
ale i při závažnějších onemocněních. Těmi mohou být hemoroidy, ledvinové kameny nebo bolesti žaludku (Guan et al., 2023). Mnoho benefitů má i olej vázaný v semenech bazalek. Mezi ně patří například antidepresivní, protizánětlivé, antimikrobní účinky. Průměrný obsah oleje v semenech rostlin rodu *Ocimum* je 22 %. Obsahuje mono-, di- a triacylglyceridy a organické kyseliny (Naji-Tabasi a Razavi, 2017). Při výrobě léků je sliz využíván jako pomocná látka, kdy jde o zahušťovací prostředek (Lakshmanaraj et al., 2014).

Význam mají i další části rostliny, jako je měkká dřevnatá část stonku a větvení. Obě tyto části se používají jako ochucovadlo (Calderón Bravo et al., 2021).

3.3 Chemické složení semen bazalky

V semenech bazalky je obsaženo poměrně velké množství bílkovin 11,4-22,5 g/100 g. Zastoupeny jsou téměř všechny esenciální aminokyseliny, výjimku tvoří tryptofan a aminokyseliny, jejichž součástí je síra (cystein a methionin). Dále je v semenech obsažena rozpustná i nerozpustná vláknina, konkrétně 7,11-26,2 g/100 g. Lipidy s kyselinou linolenovou 12-85,6 g/100 g a volná mastná kyselina linolenová v množství 0,3-75 g/100 g. Dále obsahují minerální látky a fenolové sloučeniny (orientin, vicentin, a kyselina rozmarýnová) (Calderón Bravo et al., 2021). Zastoupení minerálních látek je následující: železo 2,27 mg/100 g, mangan 1,01 mg/100 g, zinek 1,58 mg/100 g, hořčík 31,55 mg/100 g dále také vápník, sodík a draslík (Shahrajabian a Sun, 2023). Fenolové látky (kyselina rozmarýnová) a flavonoidy přispívají k antioxidační aktivitě semen (Nazir a Wani, 2021).

Gel, nebo podle některé literatury „sliz“, viditelný na Obr. 3 (část B a C), se tvoří po hydrataci semen rostliny bazalky. Konkrétně ho tvoří vnější stěna semena (epidermis) (Lakshmanaraj et al., 2014; Naji-Tabasi a Razavi, 2017). Na stěně je přítomna vrstva polysacharidu. Součástí polysacharidu bazalkových semen jsou dvě hlavní složky: glukomannan (43 %) s poměrem glukózy a mannózy 10:2 a (1-4)-vázaný xylan (24,29 %), dále je přítomna i malá část glukanu (2,31 %) (Munir et al., 2017; Zameni et al., 2015). Optimální podmínky pro abundantní tvorbu gelu jsou následující: teplota 69 °C, pH 8 a ideální poměr vody ku množství semen je 65:1 (Naji-Tabasi a Razavi, 2017).



Obr. 3 Semena bazalky: (A) semena v suchém stavu, (B) hydratovaná semena, (C) hydratované semeno pozorováno stereoskopickým mikroskopem (Guan et al., 2023).

4 APLIKACE SEMEN BAZALKY V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU

Semena bazalky mají využití hned v několika odvětvích potravinářského průmyslu. Oblíbenou součástí potravin jsou zejména v asijských zemích. Do potravin jsou přidávány za účelem zlepšení výživových, vizuálních a léčebných vlastností (Calderón Bravo et al., 2021). Gel vytvořený semeny je hydrokoloidní látkou, která má navíc pozitivní vliv na stabilitu potravin a texturní vlastnosti. Zvyšuje viskozitu, zabraňuje synerezi a přispívá k dosažení vhodných reologických vlastností (Zameni et al., 2015). Využívá se jako zahušťovadlo, emulgátor, stabilizátor a náhražka tuku (Calderón Bravo et al., 2021). Jelikož je tepelně stabilní je vhodné ho používat při výrobě tepelně zpracovaných potravinářských výrobků (Israr et al., 2017).

Za účelem zisku jemnější chuti a prodloužení doby trvanlivosti je možné gel přidávat do výrobků z mouky. Gel pozitivně ovlivňuje reologické vlastnosti těst. Ovlivňuje významně pružnost těsta. Bylo zjištěno, že přidavek gelu do chlebového těsta způsobuje zlepšení některých jeho vlastností. Dochází k pozitivní změně textury chleba, ztrát při pečení, hmotnosti chleba, pórovitosti, senzorických vlastností, objemu a poměru šířky a výšky bochníku chleba. Zlepšení parametrů je podmíněno přidavkem gelu do 2,0 % (w/w). Vyšší množství gelu naopak způsobí zhoršení parametrů (Israr et al., 2017). Díky schopnosti zadržovat vodu je gel možné využívat jako pojivo. Tato vlastnost je v masném průmyslu cenná především při výrobě uzenin. Je možné ho použít i pro výrobu jiných druhů masných výrobků. Gel kromě zmíněného ovlivní i pozitivně chuť a tím kvalitu produktu. Pokud při výrobě nízkotučných klobás dojde k použití kombinace želatiny a bazalkového gelu, vylepší se jejich strukturní vlastnosti (Lee a Chin, 2017). Pro snížení rychlosti tání, docílení krémové chuti a hladké konzistence, může být gel přidáván do zmrzliny jako stabilizátor (Guan et al., 2023). Semena bazalky, respektive jejich sliz, byl také použit při vývoji bezvaječné majonézy se sníženým obsahem tuku. Jelikož gel působí jako emulgační a stabilizační činidlo, došlo k několika změnám ve výrobku oproti kontrolnímu vzorku bezvaječné majonézy. Nahrazením oleje slizy mělo za následek zlepšení mrazuvzdornosti, tepelné a emulzní stability. Oproti kontrolnímu vzorku vykazovala majonéza s gelem hustou konzistenci, lepší texturu, ideální pevnost, lepší roztíratelnost, přilnavost a menší lepivost. Výsledná majonéza obsahovala vyšší množství popela, sacharidů, vlákniny a nižší množství tuku než majonéza bez přidavku slizu z bazalkových semínek. Použití gelu má také za

následek zvýšení obsahu bioaktivních složek polyfenolů ve zmíněné majonéze (Neeharika a Vijayalaxmi, 2024).

Pro zlepšení vzhledu za současného zvýšení obsahu vlákniny se semínka přidávají jako posypka do tradičního asijského mraženého dezertu zvaného Faloodeh (Calderón Bravo et al., 2021).

4.1 Využití semen bazalky v nápojích

V nápojovém průmyslu roste poptávka zákazníků po nápojích s přidanou hodnotou. Mohou jimi být nápoje fortifikované minerálními látkami, vitamíny nebo například obohacené o vlákninu. Jelikož semena bazalky vlákninu obsahují, mohou se tak k fortifikaci nápojů využívat (Tamilselvan et al., 2019). Příkladem tradičního nápoje s přídavkem semen bazalky je například Sharbat. Pochází z Asie, konkrétně z Iránu a Indie (Naji-Tabasi a Razavi, 2017).

Běžně se bazalková semínka přidávají do nápojů s ovocnou příchutí. Příkladem může být výrobek zvaný Basil Seed Drink značky CYTO (Obr. 4). Na trhu je několik variant tohoto výrobku s různými příchutěmi. V této práci bude blíže popsán produkt s příchutí jahody. Výrobce udává složení v následujícím znění: obsah vody 85 %, semínka bazalky 10 %, cukr 4 %, regulátor kyselosti (kyselina citronová) 0,13 %, příchut' jahodová (syntetické aroma), gelující látka (guma gellan), sladidlo (sukralosa).“ Drink je vyráběn v Thajsku, obal tvoří sklo (objem 290 ml) a skladovací teplota může být od 3 do 25 °C (Bimart 2025; CYTO, 2025).



Obr. 4 Basil Seed Drink značky CYTO (CYTO, 2025)

V následujícím textu budou popsány další konkrétní nápoje na trhu s obsahem bazalkových semínek.

Mléčný nápoj s přidavkem bazalkových semínek může být dalším příkladem aplikace bazalkových semínek. Existuje několik chuťových variant tohoto výrobku. Nápoje čisté mléčné chuti a nápoje obsahující tradičnější ochucovací složky, jako je jahodová, vanilková, banánová nebo mangová. Mezi méně tradiční příchutě mléčného nápoje s bazalkovými semínky patří příchut' růže (Rita, 2025).

Kokosový drink s bazalkovými semínky značky American Harvest (Obr. 5), přesným názvem American Harvest Coconut Milk With Basil Seed Original, je také původem z Thajska. Jde o další výrobek, ve kterém se semena mohou vyskytovat. Obsahuje vodu, kokosovou vodu, kokosové mléko, estery sacharózy s mastnými kyselinami, bazalkové semínko, kaseinát sodný, cukr, obsahuje mléko a siřičitan. Výrobce je výrobek deklarován, jako veganský. Baleno ve skle, objem lahve 250 ml. Přídavnou hodnotu dávají výrobku dle výrobce bazalková semínka, která jsou zdrojem vlákniny, antioxidantů a minerálů (Amazon, 2025).



Obr. 5 Mléčný kokosový nápoj s bazalkovými semínky (Amazon, 2025)

Thai tea (Obr.6) je dalším výrobkem, do kterého je semínka možné přidat. Jde o výrobek konzumovaný opět převážně v asijských zemích. Oproti ostatním výrobkům uvedených výše, obsahuje semínka bazalky, která byla vařená. Nápoj obsahuje 9 % (w/w) semen a jsou tak ve složení uvedena na druhém místě hned za vodou. Třetí v pořadí ve

složení je cukr, smetana, extrakt z Tai tea (3 %) a barvivo žlutý SY. Celý název nápoje je V Fresh Thai Tea Drink with Basil Seed – 290 ml. Výrobce je V Fresh. Zemí původu je Thajsko (Tradewinds, 2025).



Obr. 6 V Fresh Thai Tea Drink with Basil Seed – 290 ml (Tradewinds, 2025).

Lze zakoupit i ledový čaj s obsahem bazalkových semínek. Nápojem je Mr. Basil Green Tea Basil Seed Drink (Obr. 7), země původu Vietnam. Výrobce (Mr Basil) je tento produkt balen dvěma způsoby. První možností je skleněná lahev (290 ml) (Jalda, 2025). Druhou možností je plechovka (250 ml) (Mr.Basil, 2025). Semínka jsou i v tomto případě ve složení výrobku na druhém místě. Výrobek jich obsahuje 15 %. Voda tvoří 71,93 %. Následující složkou je cukr (10 %), želírující látka guma gellan (0,2 %), extrakt ze zeleného čaje (0,05 %) a barviva tartazin a brilantní modř FCF. Doporučené je užívat tento produkt jako směs pro přípravu koktejlů. Rovněž je doporučeno při přímé konzumaci produkt před konzumací vychladit (Jalda, 2025).



Obr. 7 Mr. Basil Green Tea Basil Seed Drink. Balen ve skle vlevo (Jalda, 2025).
Balen v plechovce vpravo (Mr.Basil, 2025).

Jinou možností balení, která je také hojně využívána, je polyethylentereftalátová lahev různých objemů. Výrobce Wana u svého nápoje s bazalkovými semínky a příchutí medu využívá lahví o objemu 360 a 500 ml. Na Obr. 8 je znázorněna varianta 500 ml lahve. Přesný název nápoje je Wana Basil Seed Drink With Honey, země původu Vietnam. Výrobce je dále udáno, že výrobek prošel procesem sterilace (Wana, 2025).



Obr. 8 Wana Basil Seed drink with honey (Wana, 2025)

5 CÍLE PRÁCE

Cílem této práce byla výroba nového produktu v podobě piva s bazalkovým semínkem z *Ocimum americanum*.

Dílčí cíle byly sestaveny následujícím způsobem:

- výroba modelového vzorku nefiltrovaného a nepasterovaného ležáku pro hydrataci semen,
- popis modelového vzorku piva pomocí vybraných analýz (TDS, hustota, refraktometrická sušina, obsah alkoholu, zákal, barva) v rámci několika fází výrobního procesu (mladina, mladé pivo, zralé pivo),
- posouzení viskozity vzorků s různou koncentrací hydratovaných semen za pomoci reometru,
- posouzení senzorických vlastností výrobků s přídavkem hydratovaných semen bazalky.

6 MATERIÁL A METODY

Tato kapitola bude věnována použitému materiálu, postupu výroby a metodám použitých při přípravě modelových vzorků.

6.1 Charakteristika vzorků

Byly analyzovány vzorky světlého ležáku odebrané v průběhu výroby piva. Konkrétně se jednalo o mladinu, mladé pivo a zralé pivo. Důvodem byla kontrola průběhu výroby piva o požadovaných vlastnostech. V průběhu výroby piva (hydratačního prostředí) nedošlo k pasteraci ani filtraci světlého ležáku. Vzorky byly připraveny ze zralého piva přidavkem semen rostliny *Ocimum americanum* v příslušných koncentracích a porovnány s kontrolním vzorkem (pivo bez přidavku semen). Koncentrace semen byly následující 2 g/l, 4 g/l, 6 g/l, 8 g/l, 10 g/l.

6.1.1 Použitá zařízení a suroviny pro výrobu modelového vzorku piva

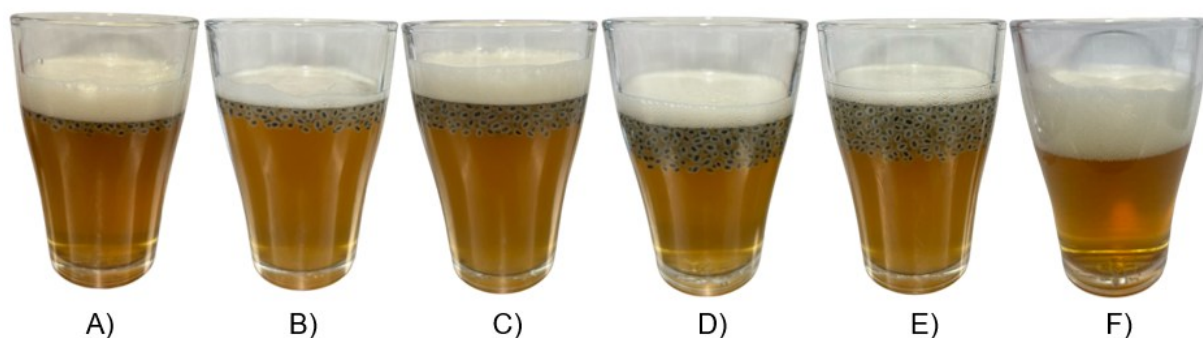
Pro výrobu piva byly využity následující suroviny a výrobní zařízení:

- Použité zařízení pro výrobu piva Pivovar Grainfather G30v3 s protiproudým chladičem (výrobce Grainfather, země původu Nový Zéland).
- Použitý slad plzeňský český 1 kg, výrobce Soufflet Agro a.s., země původu Česká republika. Celkem bylo použito 6 kg tohoto našrotovaného sladu.
- Použité kvasnice BrewMaster Pilsner style yeast, výrobce Brewmaster, země původu Německo, v doporučeném dávkování (50-100 g kvasinek na 100 l mladiny při teplotě 9-15 °C).
- Použitý chmel Eukanot (Equinox) USA 100g granule 90, výrobce Equinox USA země původu USA.
- Použitá semínka Heirloom Lemon Basil Seeds-*Ocimum americanum*-4,2K Seeds, B102, výrobce Zellajake Farm and Garden, země původu USA. Semena byla vysvícena UV světlem po dobu jedné hodiny. Následně spařena vždy stejným a přesně definovaným objemem horké vody a ihned aplikována. Hydratace semen probíhala ve vzorku již předem připraveného světlého ležáku. Parametry světlého ležáku jsou více popsány v kapitole 6.1.2.

- Voda pro výrobu modelových vzorků pocházela z vodovodního řádu. Voda byla ve varném procesu použita až po 24hodinovém odstátí za účelem odvětrání obsaženého chlóru.
- Dále bylo použito běžné kuchyňské vybavení a laboratorní sklo.

6.1.2 Postup výroby modelových vzorků

Modelový vzorek piva byl připraven ze sešrotovaného, světlého, plzeňského českého sladu (výrobce Soufflet Agro a.s., země původu Česká republika). Rmutování piva proběhlo infuzním způsobem v pivovaru Grainfather G30v3 s protiproudým chladičem (výrobce Grainfather, země původu Nový Zéland). Chmelovar probíhal 90 min. s dvojitým chmelením za použití chmelu Eukanot (výrobce Equinox, země původu USA). Následovala filtrace přes plátno, ochlazení na 10 °C a fermentace. Fermentační proces trval 10 dní při 10 °C za pomoci kvasinek spodního kvašení BrewMaster Pilsner style yeast (výrobce Brewmaster, země původu Německo). Následovalo desetitýdenní ležení piva při 4 °C a dosycení v polyethylentereftalátových lahvích o objemu jednoho litru (Pivotéka s.r.o., Česká republika). Semínka bazalky byla přidávána po UV ošetření trvajícím 1 hodinu a spaření horkou vodou. Hydratace semen rostliny *Ocimum americanum* (Heirloom Lemon Basil Seeds-*Ocimum americanum*-4,2K Seeds, B102, výrobce Zellajake Farm and Garden, země původu USA) probíhala v prostředí zralého piva. Semena byla hydratována vždy v příslušné koncentraci tedy 2 g/l, 4 g/l, 6 g/l, 8 g/l a 10 g/l po dobu 15 minut. Dále byl ponechán kontrolní vzorek zralého piva, který semena neobsahoval. Jednotlivé vzorky s příslušnými koncentracemi semen jsou zachyceny na fotce (Obr. 9).



Obr. 9 Různé koncentrace hydratovaných semen ve vzorcích piva a kontrolní vzorek bez semen. Koncentrace semen: A) 2 g/l, B) 4 g/l, C) 6 g/l, D) 8 g/l, E) 10 g/l a F) kontrolní vzorek. (Foto autor)

6.2 Použité metody

Pro analýzu světlého ležáku byly využity metody fyzikálně-chemické i chemické analýzy, optické metody stanovení barvy a vyhodnocení zákalu. V případě vzorků piva se semeny byla realizována také senzorická analýza a reologické stanovení viskozity. Vzorky se semínky nebyly hodnoceny pomocí optických, fyzikálně-chemických a chemických metod. Důvodem je rychlé vyvstávání semen k povrchu.

6.2.1 Fyzikálně chemické analýzy

Fyzikálně chemické analýzy byly provedeny za pomoci přístroje Alcolyzer Anton Paar (Anton Paar Alcolyzer Plus a Anton Paar DMA 4500 hustoměr, Anton Paar, Rakousko). Konkrétně bylo provedeno stanovení hustoty a obsahu ethanolu. Z těchto hodnot pak bylo možné pomocí softwaru vypočítat reálný stupeň prokvašení a hodnoty skutečného extraktu. Vzorky piva před samotným měřením prošly procesem odstředění v odstředivce 20 min při 5000 G. Analyzována byla mladina, mladé i zralé pivo.

6.2.2 Chemické analýzy

Hodnota pH byla změřena opět u stejných vzorků piva jako fyzikálně-chemická analýza. Rozdílným parametrem chemických analýz je, že vzorky nebyly odstředěny. Měřeno bylo vpichovým pH-metrem Edge, Hanna Instruments Czech s.r.o., CZ. Hodnoty TDS (celkový obsah rozpuštěných látek) vzorků piva byly vyhodnoceny za pomoci přístroje CyberScanCON 110, Eutech Instruments, USA. Hodnoty byly vyjádřeny v jednotkách ppt. Měření refraktometrické sušiny probíhalo digitálním refraktometrem, Kern & Sohn GmbH, Německo. Jednotkou stanovení rozpustné sušiny byla ve stupních Brix (% , w/w). Příslušný vzorek byl vždy u každé analýzy měřen třikrát.

6.2.3 Spektrofotometrické stanovení barvy

Ke stanovení barvy spektrofotometrickou metodou bylo využito přístroje Ultrascan PRO v trojrozměrném prostoru CIE $L^*a^*b^*$ (HunterLab UltraScan Pro Colour spektrofotometr, Hunter Associates Laboratory, USA). Měřeny byly odstředěné vzorky. Parametr L^* značí světlost, hodnoty se pohybují mezi 0 (černá) až 100 (bílá). Parametr a^* udává barevné rozmezí spektra od zelené (-) po červenou (+). Poslední parametr b^* znázorňuje spektrum barev od modré (-) po žlutou (+). Přístroj byl kalibrován za pomoci bílých (A41 1014-356 Rev, B; HunterLab ColoTSSlex CZ; Hunter Associates Laboratory, USA) destiček a černých (A41-1017-037 Rev A; HunterLab ColoTSSlex CZ; Hunter Associates Laboratory, USA)

referenčních destiček dle Rejdlová et al. (2023). Pro každý vzorek bylo měření provedeno třikrát.

6.2.4 Turbidimetrické vyhodnocení zákalu

Pomocí turbidimetru (HI88173 Hanna Instruments Czech s.r.o., CZ) byla stanovena hodnota zákalu jednotlivých vzorků piva. Každý vzorek byl měřen třikrát. Hodnoty jsou měřeny v nefelometrických jednotkách zákalu NTU.

6.2.5 Reologické stanovení viskozity

Stanovení bylo provedeno za pomoci reometru Kinexus Pro+ (NETZSCH-Gerätebau GmbH, Selb, Německo). Smyková viskozita (Pa·s) byla měřena v závislosti na smykové rychlosti (s^{-1}) v rozsahu s^{-1} . Použitým typem geometrie byla varianta válec-válec. Konkrétně byl za horní zvolen válec s pádly. Do spodní geometrie bylo dávkováno vždy 33 ml vzorku, temperovaného na 25 °C. Mezera činila 5.0000 mm. Pro každou koncentraci semen byl vzorek měřen třikrát. Výsledky byly vyjádřeny za pomoci modelu Herschel-Bulkley, jehož rovnice je uvedena níže:

$$\tau = \tau_0 + K\dot{\gamma}^n$$

τ je smykové napětí (Pa), τ_0 je mez kluzu (Pa), K je index konzistence toku (Pa·s), $\dot{\gamma}$ je smyková rychlost (s^{-1}) a n vyjadřuje index toku (-).

6.2.6 Senzorická analýza

Vzorky piva s příslušnou koncentrací semen *Ocimum americanum* a kontrolní vzorek bez semen byly sensorovány dvanácti školenými hodnotiteli. Senzorický dotazník je uveden v příloze (Příloha I) této bakalářské práce. Hodnocena byla průzračnost, intenzita vůně, intenzita cizí vůně, intenzita hořkosti, intenzita plnosti chuti, intenzita nasycení (říz), intenzita cizí chuti, konzistence a přijatelnost. Každý parametr bylo možno ohodnotit pomocí pěti bodové stupnice. Jednotlivé vzorky byly hodnotitelům předloženy ve stejný čas a stejných skleněných nádobách. Sklenice byly náležitě označeny kódováním A až F. Zvoleným neutralizačním činidlem byla voda. Senzorická analýza probíhala v laboratoři k tomu určené, vybavené podle normy ISO 8589, v oddělených kójiích pro každého hodnotitele.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

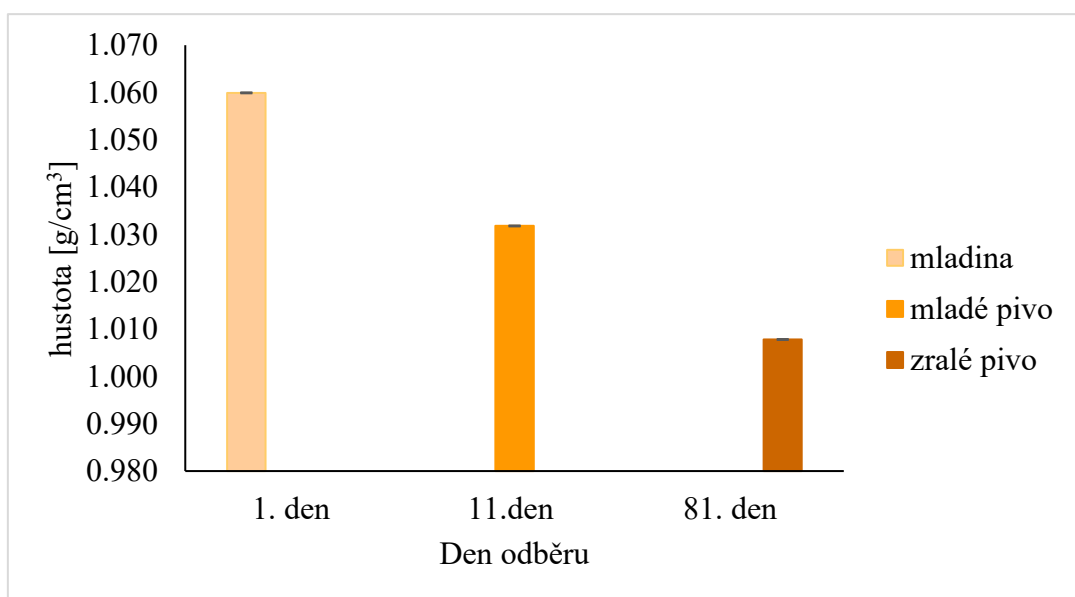
V této kapitole budou představeny a prodiskutovány výsledky analýz prováděných na modelových vzorcích.

7.1 Fyzikálně-chemická analýza modelového vzorku piva

Byly provedeny vybrané fyzikálně-chemické analýzy, jejich seznam je uveden v předchozí kapitole. Analyzovanými vzorky byla mladina, mladé pivo a zralé pivo. Zjištěné hodnoty mají vliv na senzorické vlastnosti výsledného piva. Jsou důležité pro základní porovnání vzorků (Lorencová et al., 2019).

7.1.1 Stanovení hustoty modelového vzorku piva

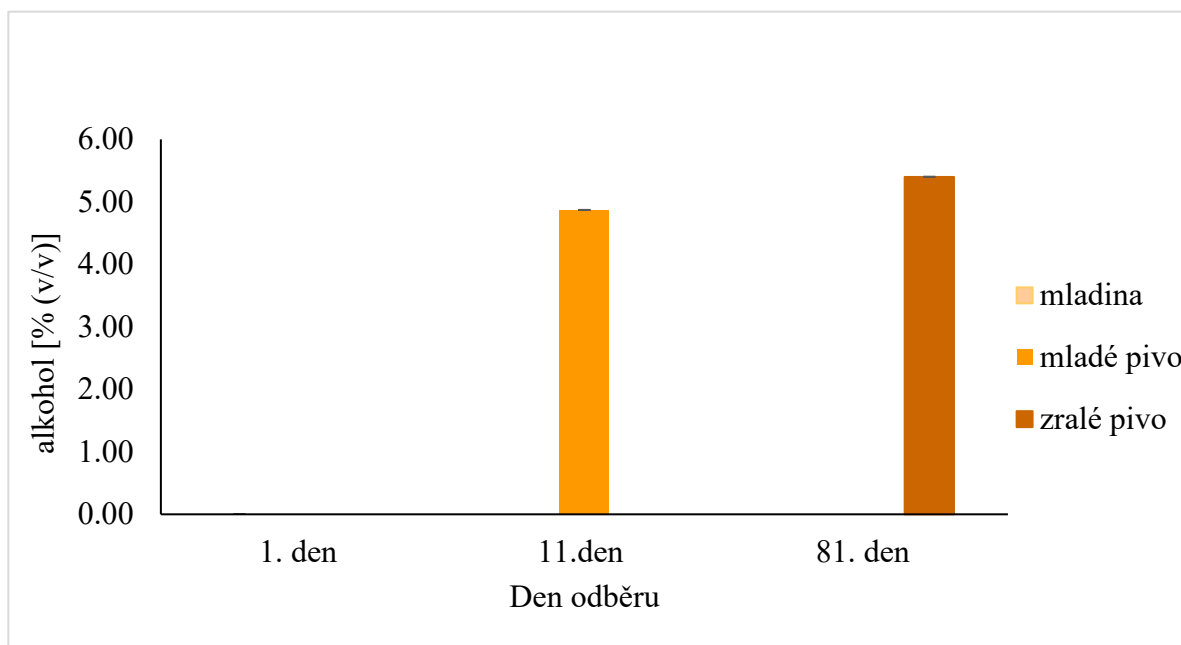
Změny hustoty v průběhu výroby světlého ležáku je možno pozorovat na Obr. 10. Hustota s postupujícím procesem výroby klesala. Nejvyšší hodnoty hustoty vykazovala mladina $1,0599 \pm 0,0001 \text{ g/cm}^3$. Jde o běžný jev, neboť oproti ostatním vzorkům obsahuje nejvíce cukrů. Jejich obsah se snížil kvašením. Hustota vzorku zralého piva byla $1,0078 \pm 0,0001 \text{ g/cm}^3$. Dle studie Hailu a Assefta (2018) se hustota standardního blíže nespecifikovaného piva pohybuje v rozmezí $1,004\text{--}1,0065 \text{ g/cm}^3$. Další práce, ve které byla stanovována hustota ležáku je studie Salek et. al (2022). Dle ní je hustota ležáku $1,044 \pm 0,03 \text{ g/cm}^3$. Rozdíl v hodnotách hustoty může být způsobený absencí filtrace a pasterace u modelového vzorku piva. Pro srovnání, hustota vody při 20°C je přibližně $0,9982 \text{ g/cm}^3$ (Patterson a Morris, 1994).



Obr. 10 Vývoj hustoty vzorků odebraných v průběhu výroby piva

7.1.2 Stanovení obsahu alkoholu modelového vzorku piva

Vývoj obsahu alkoholu ve vzorcích piva je možné sledovat na Obr.11. Kvasinky, zodpovědné za vznik alkoholu, se přidávají až při fázi fermentace. Mladina tak alkohol neobsahovala žádný. Jeho nárůst je patrný u vzorku mladého piva, které již prošlo hlavní fází fermentace. Hlavní tvorba ethanolu je ukončena v procesu ležení piva (Basařová, 2010). Cílem procesu výroby bylo získat světlý ležák s obsahem alkoholu přibližně 5 % (v/v). Tento cíl byl splněn, neboť výsledný obsah alkoholu světlého ležáku po deseti týdnech ležení byl $5,4 \pm 0,1$ % (v/v). Pro porovnání, světlý ležák vyrobený v řemeslném pivovaru obsahoval dle studie Rosales et al. (2021) 5,3 %. Pivo také splňuje legislativní požadavek na množství alkoholu. Dle přílohy 8 vyhlášky č. 248/2018 ležák má obsahovat více než 1,2 % (v/v) alkoholu (Česko, 2018).

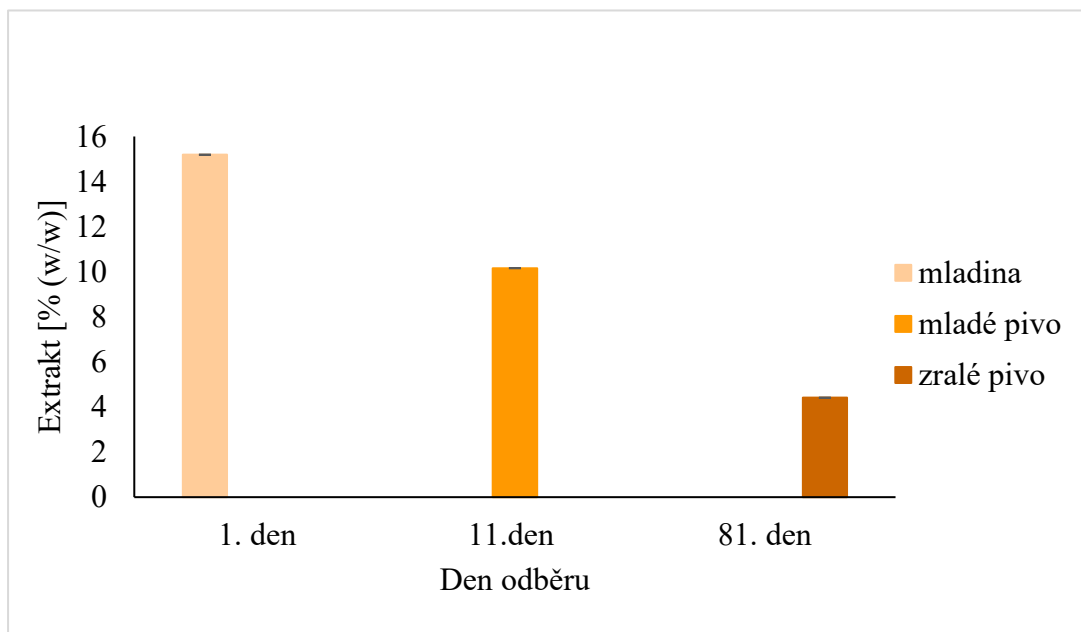


Obr. 11 Vývoj množství alkoholu ve vzorcích odebraných v průběhu výroby piva

7.1.3 Stanovení hodnoty skutečného extraktu modelového vzorku piva

Hodnota skutečného extraktu byla vypočtena pomocí softwaru zařízení Anton Paar Alcoalyzer Plus (Anton Paar, Rakousko). Skutečný nebo také reálný extrakt vyjadřuje množství cukrů po procesu kvašení v % (w/w) (Iñón et al., 2006). Ve vzorcích postupem výroby došlo ke snížení obsahu reálného extraktu, největší množství obsahovala mladina. Data je možno vidět na Obr. 12. Ve studii Šimečková et al. (2024), byl stanoven reálný

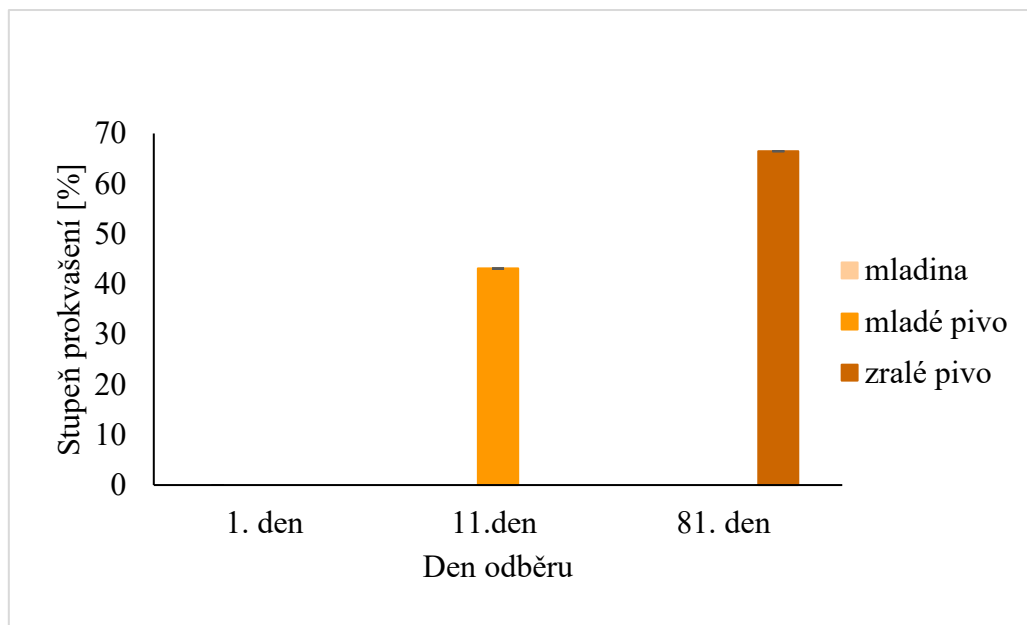
extrakt piva typu Pilsner na 4,56 % (w/w). Vzorek světlého ležáku analyzovaný v této práci obsahoval $4,41 \pm 0,01$ % (w/w) reálného extraktu. Blíží se tak hodnotě stanovené studií.



Obr. 12 Vývoj reálného extraktu ve vzorcích odebraných v průběhu výroby piva

7.1.4 Stanovení reálného stupně prokvašení

Hodnota reálného stupně prokvašení byla vypočtena z hodnot hustoty a obsahu etanolu také pomocí softwaru jako v případě extraktu (7.1.3). V průběhu výroby modelového vzorku docházelo k růstu reálného stupně prokvašení (dále jen RDF). Vývoj je možné sledovat na Obr. 13. RDF je hodnota vyjadřující v %, do jaké míry byla mladina zkvašena na alkohol (Patindol et al., 2012; Bruner et al., 2021). RDF je také možno využít jako indikátor chuti piva. Čím vyšší hodnoty RDF, tím je pivo v ústech vnímáno jako lehčí a sušší. Naopak čím jsou hodnoty nižší, tím je chuť piva plnější (Hu et al., 2017). Pokud pivo obsahuje 50 % RDF, jedná se o plné pivo, obsahující více než 40 % původního nezkvašeného extraktu. Vysoce prokvašené pivo obsahuje 80 % RDF a méně než 20 % původního nezkvašeného extraktu (Patindol et al., 2012). Jelikož mladina procesem kvašení neprošla, byl její reálný stupeň prokvašení naměřen jako 0 %. RDF mladého piva byl již větší $43,11 \pm 0,03$ %, jelikož v tomto výrobním kroku již proběhla hlavní fáze kvašení. Nejvyšší hodnoty byly stanoveny u vzorku zralého piva $66,46 \pm 0,03$ %. Modelový vzorek určený k hydrataci semen tak lze popsat jako plné pivo.



Obr. 13 Vývoj reálného stupně prokvašení ve vzorcích odebraných v průběhu výroby piva

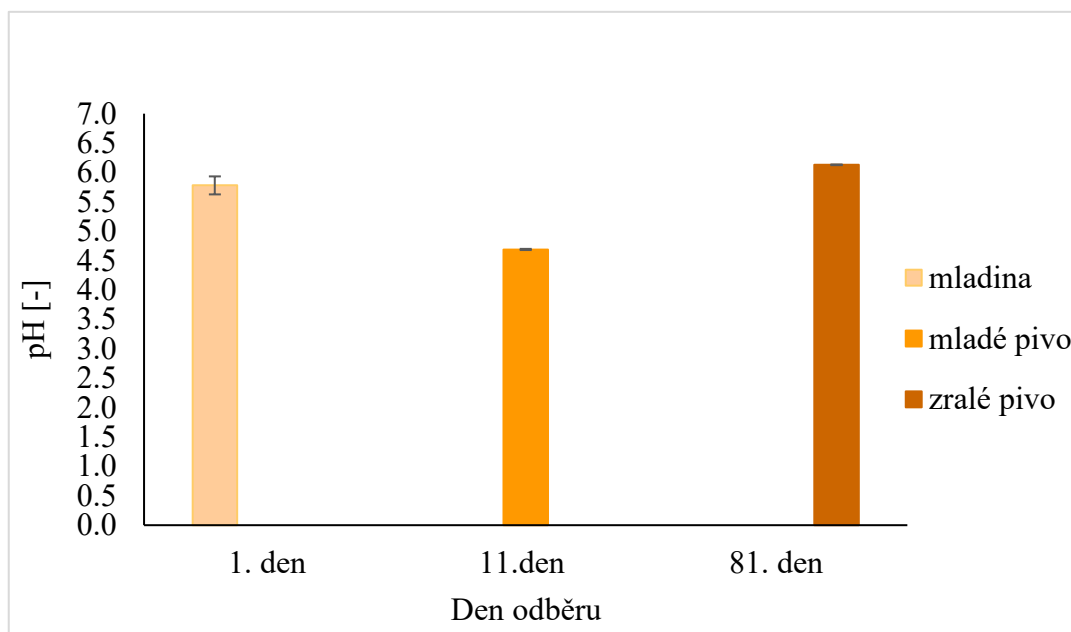
7.2 Chemická analýza

V následující kapitole jsou představeny výsledky vybraných chemických analýz, které byly na vzorcích piva prováděny v průběhu jeho výroby.

7.2.1 Stanovení pH

Hodnoty pH byly měřeny pro vzorky mladiny, mladého piva a zralého piva. Vývoj hodnot v průběhu výroby piva je znázorněn na Obr. 14. Jedná se o důležitý faktor, který má vliv na stabilitu a zrání piva. Pokud se pH čerstvého piva sníží pod 4,0, dochází ke vzniku nežádoucích senzorických změn. Projevují se zvýšenou hořkostí, kyselostí a vyšší ostrotí výrobku. Při poklesu pod 3,7 je dokonce patrná kovová pachut' (Gijs et al., 2002; Guyot-Declerck et al., 2005). Nižší pH piva také zvyšuje jeho mikrobiologickou stabilitu (Gijs et al., 2002). Ve studii zaměřené na porovnání různých druhů řemeslných piv s pivy komerčními, bylo dokonce zjištěno, že hodnota pH řemeslného piva typu Pilsner byla $3,35 \pm 0,03$ (Rosales et al., 2021). Při hodnotách nad 4,0 dochází k pocitu plné chuti v ústech. Mýdlové tóny a sušenková či opečená chuť jsou udávány při pH nad 4,4. (Gijs et al., 2002; Guyot-Declerck et al., 2005). Vlivem činnosti kvasinek během procesu kvašení, dochází k poklesu pH. Tato skutečnost je patrná na Obr. 14 u vzorku mladého piva. Kvasinky produkují oxid uhličitý a organické kyseliny, jimiž okyselují prostředí (Basařová et al., 2021). Na začátku kvašení se pH mladého piva pohybuje v rozmezí 5,0-5,2 (Vontrobová et

al., 2017). Hodnota pH spodně kvašeného piva se běžně pohybuje mezi 4,2-4,4 (Nimubona et al., 2013). Pivo vyrobené pro účely této práce má $\text{pH } 6,13 \pm 0,01$. Tato hodnota neodpovídá běžným hodnotám pH piva. Důvodem bylo pravděpodobně to, že pivo nebylo filtrované a obsahovalo poměrně vysokou koncentraci alkoholu, který prostředí alkalizuje.



Obr. 14 Vývoj pH ve vzorcích odebraných v průběhu výroby piva

7.2.2 Stanovení celkového obsahu rozpuštěných látek

Výsledky stanovení celkového obsahu rozpuštěných látek v mladině, mladém pivu a zralém pivu jsou uvedené v tabulce 1. Hodnoty jsou vždy uvedeny s příslušnou odchylkou. Nejméně celkového obsahu rozpuštěných látek obsahovalo mladé pivo $2,14 \pm 0,02$ ppt a nejvíce mladina $2,91 \pm 0,05$ ppt. TDS je důležitým parametrem, stanovujícím celkový obsah organických a anorganických látek ve vzorku. Mezi anorganické látky patří například minerální látky, sírany, chloridy a uhličitany. Ke stanovení TDS je možno využít měření vodivosti za pomoci sondy. Vodivost úzce souvisí s koncentrací rozpuštěných látek ve vodě. Na hodnotu TDS piva má tedy vliv i použití tak základní suroviny, jako je voda (Pushpalatha et al., 2022). Ve studii Gonzalez Viejo et al. (2020) je uvedeno, že TDS světlého ležáku je stanoveno na $0,74 \pm 4,04$ ppt. Ze studie rovněž vyplývá, že na množství TDS v pivu má vliv způsob fermentace. Spodně fermentovaná piva vykazovala nižší hodnoty oproti pivům spontánně kvašeným (Gonzalez Viejo et al, 2020). Hodnota TDS ležáku vyrobeného pro účely této práce je $2,52 \pm 0,03$ ppt, dle studie tato hodnota odpovídá spíše pivům kvašeným

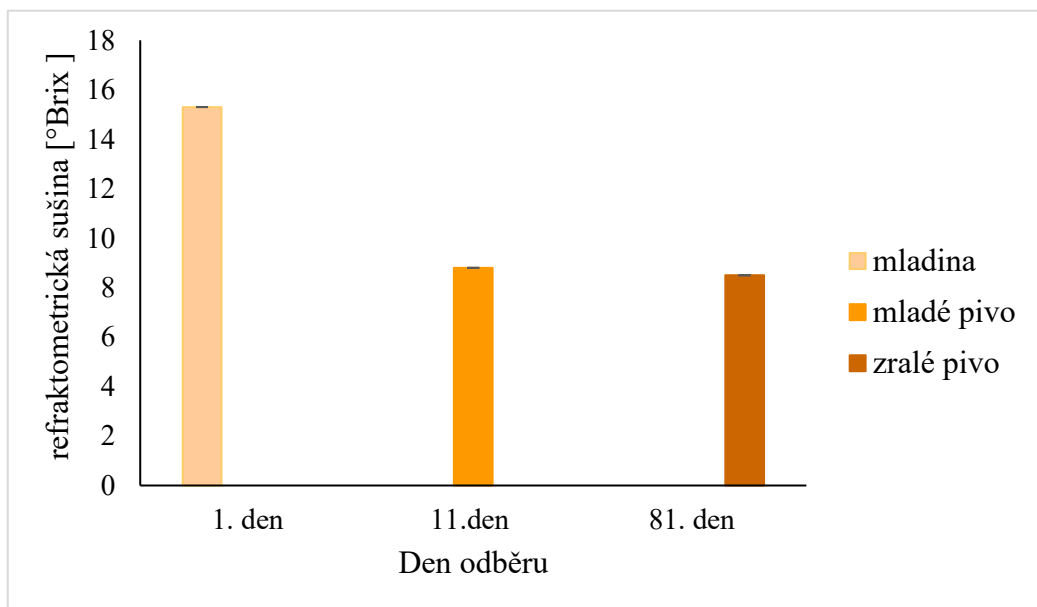
spontánní metodou. Studie Pushpalatha et al. (2022) udává možnost snížení hodnoty TDS ve vzorku také filtrací. Ta u měřeného vzorku piva pro účel této práce provedena nebyla.

Tabulka 1 Hodnoty TDS mladiny, mladého a zralého piva

TDS [ppt]					
mladina		mladé pivo		zralé pivo	
1. den		11. den		81. den	
2,91	$\pm 0,05$	2,14	$\pm 0,02$	2,52	$\pm 0,03$

7.2.3 Stanovení refraktometrické sušiny

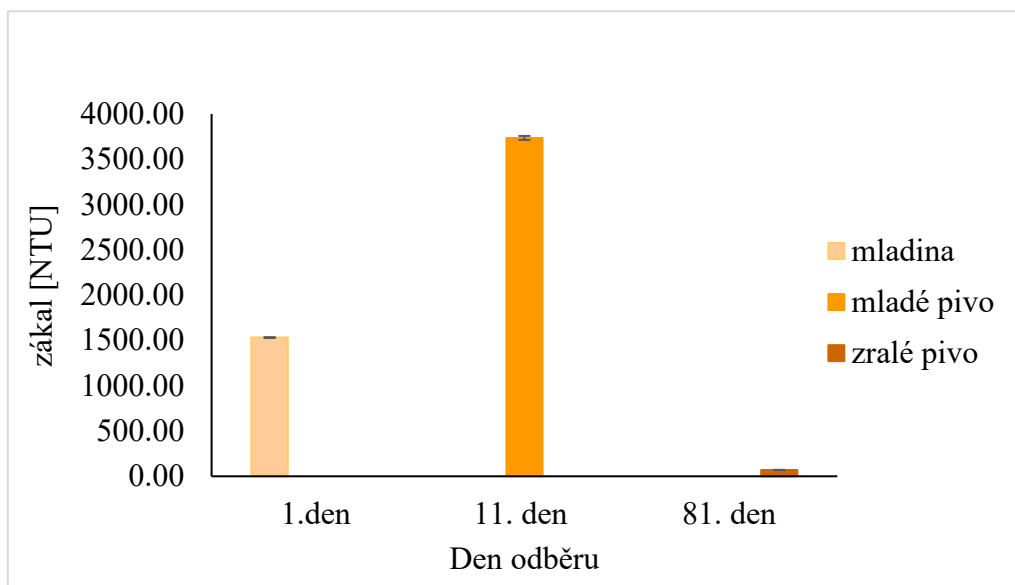
Sušina byla stanovena za pomoci digitálního refraktometru. Na Obr. 15 jsou zaznamenány jednotlivé hodnoty v příslušný den odběru vzorku. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny hned první den ve vzorku mladiny $15,3 \pm 0,2$ °Brix. Jedenáctý den po ukončení fermentace hodnota klesla na $8,8 \pm 0,1$ °Brix. Zralé pivo bylo analyzováno 81. den. Hodnota refraktometrické sušiny zralého piva byla stanovena na $8,5 \pm 0,1$ °Brix. Ze studie Liu et al. (2009) porovnávající 360 vzorků piv vyplývá, že hodnota refraktometrické sušiny se pohybuje v rozmezí od 6,5-9,3 °Brix. Pivo vyrobené pro účely této práce tomuto rozmezí odpovídá. Na množství refraktometrické sušiny obsažené v konečném výrobku má vliv hned několik faktorů. Jsou jimi například rozdílný podíl a kvalita základních surovin nebo intenzita fermentace (Santos et al., 2023).



Obr. 15 Hodnoty refraktometrické sušiny ve vzorcích piva v průběhu výroby

7.3 Stanovení zákalu Turbidimetrickou metodou

Hodnoty zákalu byly změřeny turbidimetrickou metodou (Obr. 16), přičemž nejvyšší hodnoty vykazovalo mladé pivo. Nejvíce kalným vzorkem bylo mladé pivo se zákalem $3735,33 \pm 22,12$ NTU, následované mladinou $1531,33 \pm 1,52$ NTU. Nejméně kalný byl vzorek zralého piva, dosahoval hodnot $70,57 \pm 0,62$ NTU. Ve studii Speers et al. (2003) byly hodnoty zákalu rozděleny do 5 stupňů. Za čiré jsou označeny vzorky se zákalem <35 NTU, téměř čiré 35-69 NTU, mírně zakalený 69-138 NTU, zakalený 138-276 NTU. Posledním stupněm je kategorie s názvem velmi zakalený, zákal vzorku je > 276 NTU. Jak již bylo výše zmíněno, vzorek zralého piva obsahoval $70,57 \pm 0,62$ NTU. Patří tak do kategorie mírně zakalený. Přítomnost kvasinek a částic minerálního a koloidního původu způsobuje zákal piva. Zákal lze také ovlivnit pasterací či filtrací (Speers et al., 2003). Právě tyto dvě zmíněné operace nebyly u modelového vzorku piva provedeny. Dle Czekaj et al. (2001) je běžným zákalem piva 28 ± 3 NTU.



Obr. 16 Stanovení zákalu odebraných vzorků v průběhu výroby piva

7.4 Spektrofotometrické stanovení barvy

Spektrofotometrická metoda měření v trojrozměrném prostoru CIE $L^*a^*b^*$ je založena na teorii oponentních barev. Výsledky této metody jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2 Spektrofotometrické stanovení barvy

	Parametr L*	Parametr a*	Parametr b*
vzorek	průměr	průměr	průměr
mladina	$81,58 \pm 0,48$	$-1,41 \pm 0,39$	$38,67 \pm 0,61$
mladé pivo	$85,94 \pm 0,01$	$-2,74 \pm 0,01$	$22,23 \pm 0,01$
zralé pivo	$84,99 \pm 0,01$	$-2,05 \pm 0,00$	$29,95 \pm 0,01$

L* značí světlost, a* barevné rozmezí spektra od zelené (-) po červenou (+) a b* znázorňuje spektrum barev od modré (-) po žlutou (+). Čím větší číslo parametru L* na škále od nuly do sta, tím světlejší je barva. Parametr a* se pohybuje od -100 do +100. Čím menší je číslo, tím je vzorek zelenější. Naopak, čím větší, tím je červenější. Rozsah parametru b* je stejný jako parametru a*. Čím menší číslo parametru b*, tím je vzorek více modrý, a naopak, čím větší, tím je více žlutý.

Barva a světlost vzorků piva se v průběhu výroby vyvíjela. Dle L*a*b* hodnot nejtmaším vzorkem byla mladina. Zároveň dle provedené analýzy i nejvíce žlutá, a naopak nejméně zelená. Mladé pivo bylo nejsvětlejším vzorkem, vykazujícím nejméně žluté barvy, a naopak nevíce zelené v porovnání s ostatními vzorky. Světlost vzorku zralého piva (světlého ležáku) je $84,99 \pm 0,01$. Pohybuje se spíše ve světlejší oblasti parametru L*. Hodnota $-2,05 \pm 0,00$, naměřená pro barevné spektrum od zelené po červenou (a*), značí, že vzorek se pohybuje spíše v zelené části spektra. Pro barevné spektrum od modré po žlutou (b*), bylo zjištěno, že vzorek se pohybuje ve žluté části spektra. Ve studii zkoumající, jak objektivně určit barvu piva, uvádí následující hodnoty pro Czech Pilsner: L* 93, a* -3, b* 24 (Koren et al., 2020). Oproti vzorku vyrobenému pro účely této práce, je vzorek piva uvedený ve studii světlejší, a především méně žlutý. Barevné rozdíly mohou být dle Olšovská et al. (2014) způsobeny rozdílným způsobem rmutování.

7.5 Reologické stanovení viskozity

Reologie je obor zkoumající tok a deformaci. Kapaliny, které při větších smykových rychlostech vykazují vyšší zdánlivou viskozitu se nazývají diletantní (nebo také shear-thickening). Hodnota n (index toku) takovéto kapaliny je větší než jedna. Zároveň jde o kapalinu neneutronovskou. Viskozita těchto kapalin není konstantní, jelikož samotný vztah mezi smykovým napětím a smykovou rychlostí není konstantní. Takovouto kapalinu je možné analyzovat například za pomoci modelu Hershel-Bulkley (Kutz, 2019; Ahmed a

Basu, 2023). Údaje zjištěné za pomoci tohoto modelu jsou uvedeny v tabulce 3. Koeficient determinace (R^2) se pohyboval v hodnotách od 0,9457 do 0,9665.

Tabulka 3 Reometrické stanovení viskozity za využití modelu Hershel-Bulkley.

Hershel-Bulkleyho model								
vzorek	τ_0 (Pa)		K (Pa·s)		n (-)		R^2 (-)	
0 g/l	0,00004	± 0,00001	0,004	± 0,001	1,470	± 0,028	0,9457	± 0,0162
2 g/l	0,00003	± 0,00001	0,005	± 0,000	1,465	± 0,021	0,9663	± 0,0055
4 g/l	0,00003	± 0,00001	0,007	± 0,001	1,400	± 0,028	0,9562	± 0,0099
6 g/l	0,00002	± 0,00003	0,009	± 0,000	1,385	± 0,007	0,9612	± 0,0066
8 g/l	0,00001	± 0,00002	0,007	± 0,000	1,410	± 0,028	0,9665	± 0,0012
10 g/l	0,00003	± 0,00002	0,008	± 0,001	1,420	± 0,028	0,9621	± 0,0071

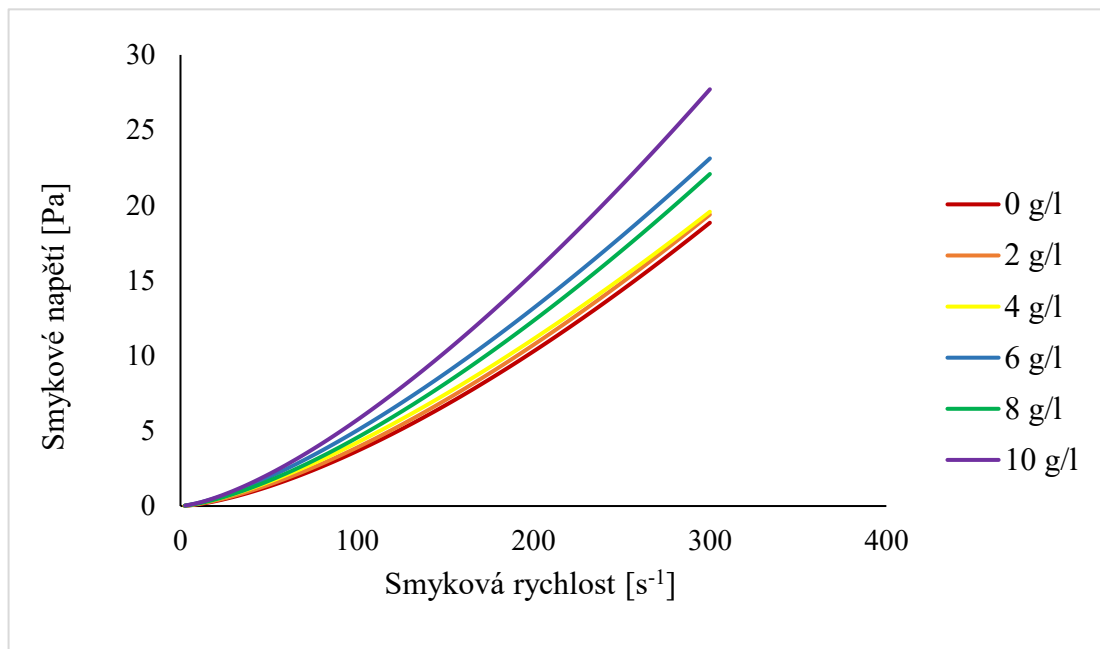
τ_0 značí mez kluzu (Pa), K je index konzistence toku (Pa·s), n vyjadřuje index toku (-) a R^2 je koeficient determinace (-). Vzorky jsou pak označeny dle přídavku semen do vzorků piva. Vzorek označený 0 g/l je kontrolní a semena neobsahoval.

Index lomu vzorků s přídavkem semen i kontrolního vzorku byl větší jak jedna. Jedná se tak, jak již bylo vysvětleno výše, o kapalinu diletantní. Nicméně je patrné, že index se snižoval se stoupající koncentrací semen přidaných do piva. Ze studie Farahmandfar a Naji-Tabasi (2020) vyplývá, že hodnota indexu lomu samotného gelu bazalky je 0,41. Samotný gel je tedy také diletantní, jelikož hodnota n je větší než 1.

Za pomoci reometru Kinexus Pro+ (NETZSCH-Gerätebau GmbH, Selb, Německo), byla měřena viskozita vzorků. Vzorky se od sebe lišili rozdílnou koncentrací semen. Z Obr. 17, je patrné, že se zvyšující se smykovou rychlostí rostlo i smykové napětí. Rovněž je možno pozorovat vliv koncentrace semen na tvar průtokové křivky. Se zvyšující se koncentrací semen průtoková křivka více stoupá. Při porovnání s kontrolním vzorkem je zřejmé, že přídavek semen ovlivňuje viskozitu vzorku. Dle studie Kongjaroen et al. (2024) vyplývá, že přítomnost sacharidů, soli, proteinu nebo tuku může mít za následek zhoršení zahušťovací schopnosti gelu. Nejlepších výsledků v rámci zahušťování je tak dosaženo v čisté vodě.

Také byla pro každou koncentraci stanovena hodnota zdánlivé viskozity při smykové rychlosti 50 s^{-1} . Jednotlivé hodnoty pro příslušné koncentrace byly následující: 0 g/l 0,0253 Pa·s, pro 2 g/l 0,0267 Pa·s, pro 4 g/l 0,0292 Pa·s, pro 6 g/l 0,0359 Pa·s, pro 8 g/l 0,0340 Pa·s a pro 10 g/l 0,0434 Pa·s. Hodnota zdánlivé viskozity se tak zvětšovala spolu s koncentrací semen ve vzorku. Dle studie Severa a Los (2014) se hodnota viskozity tmavého piva

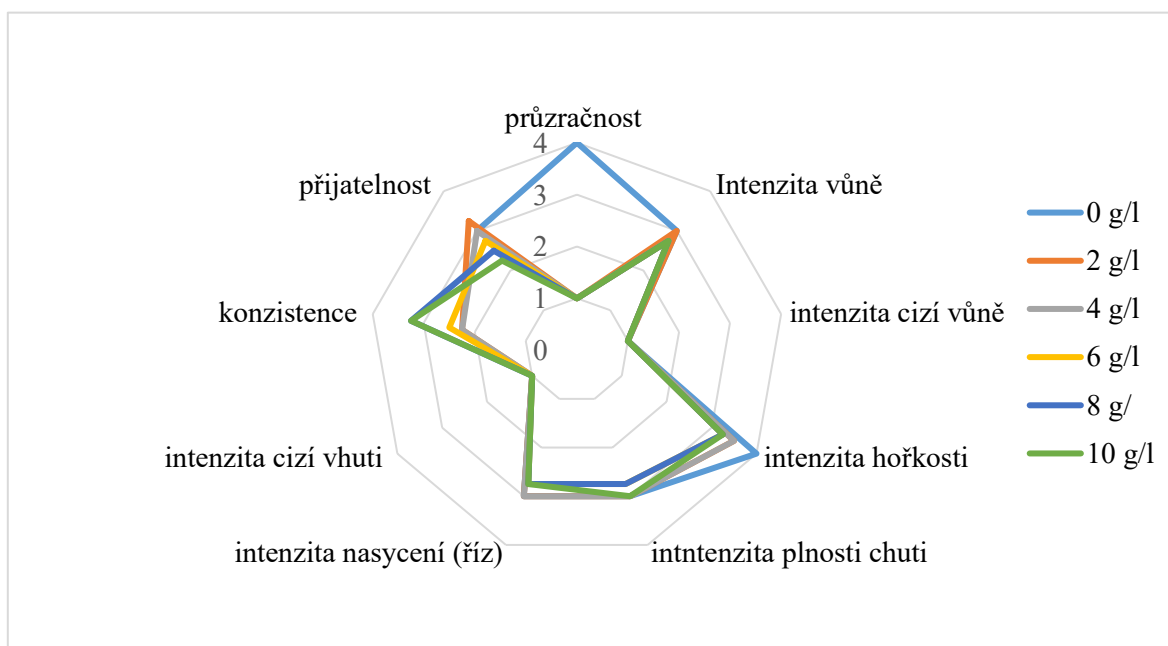
pohybovala v rozmezí 0,00101 – 0,00391 Pa·s, měřeno bylo v rozmezí teplot od 2-90 °C. Přímě při 25 °C byla viskozita tmavého piva 0,00221 Pa·s. Na viskozitu piva tak má vliv teplota, při které je vzorek měřen (Severa a Los, 2014).



Obr. 17 Stanovení viskozity vzorků s různou koncentrací semen 2 g/l, 4 g/l, 5 g/l, 6 g/l, 8 g/l, 10 g/l a kontrolního vzorku.

7.6 Senzorická analýza

Senzorická analýza byla provedena 12 zkušenými hodnotiteli. Hodnoceny byly vzorky piva obsahující semena rostliny *Ocimum americanum* a kontrolní vzorek bez semen. Hodnotitelé udělili každému z parametrů známku v rozsahu od 1 do 5. Hodnoty aritmetického průměru jednotlivých známek jsou vyobrazeny s pomocí pavučinového grafu na Obr. 18.



Obr. 18 Senzorická analýza piva s koncentrací semen 2 g/l, 4 g/l, 5 g/l, 6 g/l, 8 g/l, 10 g/l a kontrolního vzorku.

Hodnocenými parametry byla průzračnost, intenzita vůně, intenzita cizí vůně, intenzita hořkosti, intenzita plnosti chuti, intenzita nasycení (říz), intenzita cizí chuti, konzistence a přijatelnost. Z Obr. 18 je patrné, že všechny vzorky obsahující semena, nehledě na jejich koncentraci, byly hodnotiteli označeny při hodnocení průzračnosti za dokonale čiré. Kontrolní vzorek byl označen za zakalený. Intenzita vůně vzorků byla střední. Přítomnost cizí vůně nebyla hodnotiteli detekována. Intenzita hořkosti byla nejvíce patrná u kontrolního vzorku. Hodnotitelé ji uvedli jako silnou. Intenzita plnosti chuti a říz všech vzorků byl označen za střední. Cizí chuť nebyla v žádném ze vzorků přítomná. Za řidké byly označeny vzorky s koncentrací semen 2 a 4 g/l, za optimálně řidké potom zbylé vzorky s různou koncentrací semen. Z hlediska přijatelnosti byl za méně dobrý označen vzorek s koncentrací semen 10 g/l. Ostatní analyzované vzorky byly dle hodnotitelů přijatelné.

Přídavek semen rostliny *Ocimum americanum* do světlého ležáku tak měl minimální vliv na organoleptické vlastnosti. Nejvíce byla přídavkem semen ovlivněna přijatelnost, kdy přídavek semen o koncentraci 10 g/l nebyl přijat příliš kladně. Je tedy vhodné volit spíše nižší přídavky semen. Ostatní vzorky s koncentrací semen 2 g/l, 4 g/l, 6 g/l a 10 g/l byly hodnotiteli považovány za dobré.

ZÁVĚR

Tato práce se zabývala výrobou nového produktu. Produkt byl získán spojením dvou produktů často konzumovaných v různých částech světa. Šlo o nepasterovaný a nefiltrovaný světlý ležák a hydratovaná semena bazalky. Konkrétně byla použita semena *Ocimum americanum*.

Světlý ležák byl v několika výrobních krocích (mladina, mladé pivo a zralé pivo) analyzován za pomoci fyzikálně chemických a chemických metod. Dále bylo provedeno stanovení barvy a zákalu. Senzorická analýza a stanovení viskozity bylo provedeno u vzorků s přidavkem semen. Semena byla přidávána v koncentracích 2 g/l, 4 g/l, 6 g/l, 10 g/l, 8 g/l, 10 g/l a kontrolní vzorek bez přidavku semen.

U vyrobeného zralého piva byly změřeny následující parametry: hustota $1,0078 \pm 0,0001$ g/cm³, obsah alkoholu $5,4 \pm 0,1$ % (v/v), hodnota skutečného extraktu $4,41 \pm 0,01$ % (w/w), reálný stupeň prokvašení $66,46 \pm 0,03$ %, pH $6,13 \pm 0,01$, celkový obsah rozpuštěných látek $2,52 \pm 0,03$ ppt, refraktometrická sušina $8,5 \pm 0,1$ °Brix a zákal $70,57 \pm 0,62$ NTU.

Během analýzy vzorků obsahujících semena *Ocimum americanum* bylo zjištěno, že jejich přidavek do piva má vliv na jeho viskozitu. Ta se zvyšovala spolu se zvyšujícím se přidavkem semen. V rámci senzorické analýzy byly za nejlepší považovány vzorky s koncentrací semen 2 g/l, 4 g/l, 6 g/l a 8 g/l. Vzorek obsahující 10 g/l byl hodnotiteli považován za méně dobrý.

Originalita této práce spočívá především v netradičním přístupu k inovaci pivního nápoje prostřednictvím přidavku hydratovaných semen bazalky citronové (*Ocimum americanum*), která nejsou běžně využívána v pivovarnictví ani v komerčně distribuovaných nápojích. Většina dostupných nápojových produktů s bazalkovými semeny je vyráběna ze semen jiného botanického druhu – *Ocimum basilicum*. Zvolením méně obvyklého druhu bazalky tak práce přispívá k rozšíření znalostí o jeho technologických a senzorických vlastnostech v nápojových maticích, konkrétně v pivě.

Kromě volby netradiční suroviny je inovativním prvkem také aplikace semen ve hydratované formě, což ovlivňuje nejen senzorické vlastnosti nápoje, ale i jeho viskozitu a vzhled. Přestože je konzumace nápojů se semeny velmi rozšířená v některých asijských zemích, v evropském kontextu se jedná o méně známý trend. Tato práce se tedy snaží propojit tradiční surovinu s moderními spotřebitelskými očekáváními po produktech s přidanou hodnotou, zejména co se týče obsahu vlákniny a funkčních složek.

Výsledky výzkumu mohou sloužit jako základ pro další studium možností využití botanických semen v nápojovém průmyslu, zejména v oblasti netradičních fermentovaných nápojů.

Na základě získaných výsledků se nabízí několik směrů pro další výzkum. Jednou z možností je zkoumat dlouhodobou stabilitu nápoje s přídavkem hydratovaných semen, zejména s ohledem na sedimentaci, mikrobiální stabilitu a senzorické změny během skladování. Dále by bylo vhodné ověřit účinnost různých metod distribuce semen v nápoji, například použitím přírodních stabilizátorů nebo úpravou viskozity.

Zajímavým směrem by mohlo být také srovnání různých druhů bazalkových semen z hlediska jejich nutričního profilu, gelotvorných vlastností a vlivu na senzoriku hotového produktu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ABELLÁN, Ángel; DOMÍNGUEZ-PERLES, Raúl; GIMÉNEZ, María José; ZAPATA, Pedro J.; VALERO, Daniel et al. The development of a broccoli supplemented beer allows obtaining a valuable dietary source of sulforaphane. Online. *Food Bioscience*. 2021, roč. 39. ISSN 22124292. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100814>. [cit. 2025-03-12].
- ADAMS, M. R., M. O. MOSS a Peter J. MCCLURE. *Food microbiology. 4th edition*. Cambridge: Royal Society of Chemistry. 2016. ISBN 978-1-84973-960-3.
- AHMED, J. and BASU, S. eds. *Advances in food rheology and its applications*. Woodhead Publishing. 2023. ISBN 978-0-12-823983-4. Dostupné z: <https://app-knovel-com.proxy.k.utb.cz/kn/resources/kpAFRIADF4/toc?b-q=rheology%20of%20fluids%2C%20semisolid%2C%20and%20solid%20foods&include-synonyms=no>. Cit [2025-04-21].
- AMAZON. *American Harvest Coconut Milk With Basil Seed Original 290 ml*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.amazon.ae/American-Harvest-Coconut-Basil-Original/dp/B0914YLNPM>. [cit. 2025-03-29].
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. 2022 *ASHRAE® Handbook - Refrigeration (SI Edition)*. Online. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE). 2022. ISBN 978-1-955516-08-2. Dostupné také z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpX4517T5I/ashrae-handbook-refrigeration/ashrae-handbook-refrigeration>. [cit. 2025-02-02].
- ANDERSEN, Veslemøy, H. L. M. LELIEVELD a Yasmine MOTARJEMI, ed. *Food safety management: a practical guide for the food industry*. Second edition. London: Academic Press, 2023. ISBN 978-0-12-820013-1.
- BARBAGALLO, R., N., A.C. RUTIGLIANO, C., RIZZO, V., & MURATORE, G. Innovative trends and strategies for the integral valorization of products in the beer supply chain. *Italian Journal of Food Science*, 2024, 36(3), 20-39. ISSN 11201770. Dostupné z: <https://doi.org/10.15586/ijfs.v36i3.2542>. [cit. – 2025-02-28].
- BASAŘOVÁ, Gabriela, Jan ŠAVEL, Petr BASAŘ, Pavlína BASAŘOVÁ a Adam BROŽ. *Pivovarství: teorie a praxe výroby piva*. Vydání druhé, přepracované, doplněné a aktualizované. Praha: Havlíček Brain Team, 2021. ISBN 978-80-87109-71-7.

BASAŘOVÁ, Gabriela. *Pivovarství: teorie a praxe výroby piva*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010. ISBN 978-80-7080-734-7.

BECCHI, Pier Paolo; VEZZULLI, Fosca; LAMBRI, Milena; LUCINI, Luigi; CHINNICI, Fabio et al. Characterization of Italian Grape Ale beers obtained with different additions of Malvasia di Candia Aromatica must and marcs. Online. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2025 roč. 137. ISSN 08891575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106970>. [cit. 2025-03-15].

BELCAR, Justyna; BUCZEK, Jan; KAPUSTA, Ireneusz a GORZELANY, Józef. Quality and Pro-Healthy Properties of Belgian Witbier-Style Beers Relative to the Cultivar of Winter Wheat and Raw Materials Used. Online. *Foods*. 2022, roč. 11, č. 8. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods11081150>. [cit. 2025-03-17].

BHATT, S., TEWARI G., PANDE C., & RANA L. Impact of Drying Methods on Essential Oil Composition of *Ocimum americanum* L. From Kumaun Himalayas. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*. 2018, 21(5), 1385–1396. ISSN 0972-060X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/0972060X.2018.1543031>. [cit. 2025-02-28].

BIMART. CYTO BASIL SEED JAHODA 0,29L – THAILAND. Online. 2025. Dostupné z: https://bimart.cz/Produkt/cyto-basil-seed-jahoda-029l-thailand/?srsltid=AfmBOoponOFfRBszFwDEJdmuiQ1T7MRkDY3U29rq_Owjt3bdyYidgmho. [cit. 2025-03-29].

BLŠÁKOVÁ, Lucia; GREGOR, Tomáš; MEŠTÁNEK, Matej; HŘIVNA, Luděk a KUMBÁR, Vojtěch. The Use of Unconventional Malts in Beer Production and Their Effect on the Wort Viscosity. Online. *Foods*. 2022, roč. 11, č. 1. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods11010031>. [cit. 2025-03-08].

BOEKHOUT, T. a V. ROBERT, ed. *Yeasts in food: beneficial and detrimental aspects*. Cambridge: Woodhead Publ., 2003. ISBN 1-85573-706-X.

BOGDAN, P. and KORDIALIK-BOGACKA, E. Alternatives to malt in brewing. *Trends in Food Science & Technology*. 2017, 65, pp.1-9. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.05.001>. [cit. 2025-02-26].

BOULTON, Chris. *Encyclopaedia of brewing*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2013. ISBN 978-1-4051-6744-4.

BRÁNYIK, Tomáš; SILVA, Daniel P.; BASZCZYŃSKI, Martin; LEHNERT, Radek a ALMEIDA E SILVA, João B. A review of methods of low alcohol and alcohol-free beer production. Online. *Journal of Food Engineering*. 2012, roč. 108, č. 4, s. 493-506. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.09.020>. [cit. 2025-04-08].

BRIGGS, Fred N. *Brewing: science and practice*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2004. ISBN 1-85573-490-7.

BRUNER, James; MARCUS, Andrew a FOX, Glen. Dry-Hop Creep Potential of Various *Saccharomyces* Yeast Species and Strains. Online. *Fermentation*. 2021, roč. 7, č. 2. ISSN 2311-5637. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/fermentation7020066>. [cit. 2025-04-25].

BRYCE, James H. a Peter C. MORRIS. *Cereal biotechnology*. Boca Raton: CRC press, 2000. Woodhead publishing in food science and technology. ISBN 0-8493-0899-2.

CALDERÓN BRAVO, H., VERA CÉSPEDES, N., ZURA-BRAVO, L. a MUÑOZ, L., A. Basil Seeds as a Novel Food, Source of Nutrients and Functional Ingredients with Beneficial Properties: A Review. Online. *Foods*. 2021, 10(7). ISSN 2304-8158. Dostupné z: [doi:10.3390/foods10071467](https://doi.org/10.3390/foods10071467). [cit. 2025-02-22].

CAPPELIN, Eliziane; MENEGUZZI, Daiane; HENDGES, Diogo Henrique; OLDONI, Tatiane Luiza Cadorin; DALTOÉ, Marina Leite Mitterer et al. Low-alcohol light beer enriched with olive leaves extract: Cold mashing technique associated with interrupted fermentation in the brewing process. Online. *Electronic Journal of Biotechnology*. 2024, roč. 68, s. 81-89. ISSN 07173458. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ejbt.2024.01.002>. [cit. 2025-04-09].

CARVALHO, G., LEITE, A.C., LEAL, R. and PEREIRA, R., 2023. The role of emergent processing technologies in beer production. *Beverages*, online. 2023, 9(1), p.7. Dostupné také z: <https://doi.org/10.3390/beverages9010007>. [cit. 2025-02-28].

CASSANO, Alfredo a Enrico DRIOLI, ed. *Integrated membrane operations in the food production*. Berlin: Walter de Gruyter, 2014. ISBN 978-3-11-028467-6.

CASTRO MARIN, Antonio; BARIS, Federico; ROMANINI, Elia; LAMBRI, Milena; MONTEVECCHI, Giuseppe et al. Physico-Chemical and Sensory Characterization of a Fruit Beer Obtained with the Addition of Cv. Lambrusco Grapes Must. Online. *Beverages*. 2021, roč. 7, č. 2. ISSN 2306-5710. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/beverages7020034>. [cit. 2025-03-15].

CECCARONI, Dayana; SILEONI, Valeria; MARCONI, Ombretta; DE FRANCESCO, Giovanni; LEE, Eung Gwan et al. Specialty rice malt optimization and improvement of rice malt beer aspect and aroma. Online. *LWT*. 2019, roč. 99, s. 299-305. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.060>. [cit. 2025-03-12].

CORONAS, Roberta; BIANCO, Angela; NICCOLAI, Marta; FANCELLO, Francesco; SANNA, Anna Maria Laura et al. Polyphenolic Content and Antimicrobial Effects of Plant Extracts as Adjuncts for Craft Herbal Beer Stabilization. Online. *Foods*. 2024, roč. 13, č. 17. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods13172804>. [cit. 2025-03-15].

CYTO. *BASIL SEED JAHODA 250 ML*. Online. 2025. Dostupné z: <https://www.cyto.cz/basil-seed-jahoda-290-ml/>. [cit. 2025-03-22].

CZEKAJ, Piotr; LÓPEZ, Francisco a GÜELL, Carme. Membrane fouling by turbidity constituents of beer and wine: characterization and prevention by means of infrasonic pulsing. Online. *Journal of Food Engineering*. 2001, roč. 49, č. 1, s. 25-36. ISSN 02608774. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00181-3](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00181-3). [cit. 2025-05-07].

ČERNÁ, Simona; BENEŠOVÁ, Karolína a MARTINÍK, Jan. Determination of Organic Acids in Special Beers and Beer-Based Beverages Using Capillary Isotachophoresis. Online. *Chemické listy*. 2023, roč. 117, č. 8, s. 516-521. ISSN 1213-7103. Dostupné z: <https://doi.org/10.54779/chl20230516>. [cit. 2025-04-02].

ČESKO. *Vyhláška č. 248/2018 Sb. o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí*. 2018. Dostupné také z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-248>. [cit. 2024-11-09].

DABIJA, Adriana; CIOCAN, Marius Eduard; CHETRARIU, Ancuța a CODINĂ, Georgiana Gabriela. Buckwheat and Amaranth as Raw Materials for Brewing, a Review. Online. *Plants*. 2022, roč. 11, č. 6. ISSN 2223-7747. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/plants11060756>. [cit. 2025-03-08].

DI GHIONNO, Lidia; SILEONI, Valeria; MARCONI, Ombretta; DE FRANCESCO, Giovanni a PERRETTI, Giuseppe. Comparative study on quality attributes of gluten-free beer from malted and unmalted teff [*Eragrostis tef* (zucc.) trotter]. Online. *LWT*. 2017, roč. 84, s. 746-752. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.044>. [cit. 2025-04-01].

DJORDJEVIC, Sofija; POPOVIC, Danijela; DESPOTOVIC, Sasa; VELJOVIC, Mile; ATANACKOVIC, Milica et al. Extracts of medicinal plants as functional beer additives.

Online. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*. 2016, roč. 22, č. 3, s. 301-308. ISSN 1451-9372. Dostupné z: <https://doi.org/10.2298/CICEQ150501044D>. [cit. 2025-03-17].

DOSTÁLEK, Pavel, Jan KVASNIČKA, Rudolf CEJNAR, et al. Sekvence genomu spodní pivovarské kvasinky. *Kvasný průmysl*. 2013, 59, 10-11. Dostupné z: <https://www.kvasnyprumysl.cz/pdfs/kpr/2013/10/07.pdf>. [cit. 2025-01-15].

DOYLE, Michael P. a Robert BUCHANAN, ed. *Food microbiology: fundamentals and frontiers*. 4th ed. Washington, DC: ASM Press, 2013. ISBN 978-1-55581-626-1.

EKBERG, Jukka; GIBSON, Brian; JOENSUU, Jussi J.; KROGERUS, Kristoffer; MAGALHÃES, Frederico et al. Physicochemical characterization of sahti, an 'ancient' beer style indigenous to Finland. Online. *Journal of the Institute of Brewing*. 2015, roč. 121, č. 4, s. 464-473. ISSN 00469750. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jib.246>. [cit. 2025-03-14].

ENGE, J., ŠEMÍK, P., KORBEL, J., ŠROGL, J. and SEKORA, M. TECHNOLOGICKÉ ASPEKTY INFUZNÍCH A DEKOKČNÍCH ZPŮSOBŮ RMUTOVÁNÍ. Online. *Kvasný průmysl*. 2005, roč. 51, č. 5, s. 158-165. Dostupné z: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://themodernbrewhouse.com/wp-content/uploads/2016/11/TECHNOLOGICA>. [cit. 2025-17-02].

EßLINGER, H. M. *Handbook of Brewing: Processes, Technology, Markets*. 2nd ed. Weinheim, Germany: Wiley, 746 p., 2009 ISBN: 978-3-527-31674-8.

FARAHMANDFAR, Reza a NAJI-TABASI, Sara. Influence of different salts on rheological and functional properties of basil (*Ocimum bacilicum* L.) seed gum. Online. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2020, roč. 149, s. 101-107. ISSN 01418130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.170>. [cit. 2025-05-05].

GASIŃSKI, Alan; KAWA-RYGIELSKA, Joanna; SPYCHAJ, Radosław; OPIELA, Ewelina a SOWIŃSKI, Józef. Production of gluten-free beer brewing from sorghum malts mashed without external enzyme preparations. Online. *Journal of Cereal Science*. 2023, roč. 112. ISSN 07335210. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2023.103693>. [cit. 2025-03-18].

GIJS, Laurence; CHEVANCE, Fabienne; JERKOVIC, Vesna a COLLIN, Sonia. How Low pH Can Intensify β -Damascenone and Dimethyl Trisulfide Production through Beer Aging.

Online. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002, roč. 50, č. 20, s. 5612-5616. ISSN 0021-8561. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/jf020563p>. [cit. 2025-04-19].

GLISZCZYŃSKA-ŚWIGŁO, Anna; KLIMCZAK, Inga; KLENSPORF-PAWLIK, Dorota a RYBICKA, Iga. Quality characteristics and consumer perception of non-alcoholic beers in the context of responsible alcohol consumption. Online. *Scientific Reports*. 2025, roč. 15, č. 1. ISSN 2045-2322. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-89833-0>. [cit. 2025-05-07].

GONZALEZ VIEJO, Claudia; VILLARREAL-LARA, Raúl; TORRICO, Damir D.; RODRÍGUEZ-VELAZCO, Yaessi G.; ESCOBEDO-AVELLANEDA, Zamantha et al. Beer and Consumer Response Using Biometrics: Associations Assessment of Beer Compounds and Elicited Emotions. Online. *Foods*. 2020, roč. 9, č. 6. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods9060821>. [cit. 2025-04-20].

GORGES, H., KOVALEV, A. and GORB, S.N. Structure, mechanical and adhesive properties of the cellulosic mucilage in *Ocimum basilicum* seeds. Online. *Acta Biomaterialia*. 2024, 184, pp.286-295. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.actbio.2024.06.045>. [cit. 2025-02-08].

GOYAL, Archana, Gaurav SHUKLA, Shruti MISHRA, Sarita MALLIK, Anuradha SINGH a Manish DUBEY. BEER PRODUCTION BY FERMENTATION PROCESS: A REVIEW. *Journal of microbiology, biotechnology and food sciences*. Online. 2023. ISSN 1338-5178. Dostupné z: [doi:10.55251/jmbfs.9532](https://doi.org/10.55251/jmbfs.9532). [cit. 2025-02-01].

GRANATO, D., BRANCO, G.F., FARIA, J.d.A.F. and CRUZ, A.G. Characterization of Brazilian lager and brown ale beers based on color, phenolic compounds, and antioxidant activity using chemometrics. Online. *J. Sci. Food Agric.* 2011, 91: 563-571. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4222>. [cit. 2025-02-19].

GUAN, Lingliang; MA, Yunlong; YU, Fulai; JIANG, Xue; JIANG, Pan et al. The recent progress in the research of extraction and functional applications of basil seed gum. Online. *Heliyon*. 2023, roč. 9, č. 9. ISSN 24058440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19302>. [cit. 2025-03-21].

GUGLIELMOTTI, Manfredi; PASSAGHE, Paolo a BUIATTI, Stefano. Use of olive (*Olea europaea* L) leaves as beer ingredient, and their influence on beer chemical composition and antioxidant activity. Online. *Journal of Food Science*. 2020, roč. 85, č. 8, s. 2278-2285. ISSN 0022-1147. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15318>. [cit. 2025-03-17].

GUYOT-DECLERCK, Christine; FRANÇOIS, Nancy; RITTER, Christian; GOVAERTS, Bernadette a COLLIN, Sonia. Influence of pH and ageing on beer organoleptic properties. A sensory analysis based on AEDA data. Online. *Food Quality and Preference*. 2005, roč. 16, č. 2, s. 157-162. ISSN 09503293. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.04.007>. [cit. 2025-04-18].

HAILU, Zinabu a ASSEFA, Belayneshe. Production and Characterization of Beer from Kodome Sorghum. Online. *International Journal of Food and Bioscience*. 2018, 1.(1.), 19-24 [cit. 2025-04-30]. Dostupné z: https://www.academia.edu/37867906/Production_and_Characterization_of_Beer_from_Kodome_Sorghum

HARDWICK WA. *An overview of beer making. Handbook of brewing*. Online. USA: Marcel Dekker. 1994. ISBN 0-8247-8908-3. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=en&lr=&id=0os_gIvG_ccC&oi=fnd&pg=PA87&dq=beer+making+&ots=W6uHh1ZUps&sig=GZGr4LIvoLNS8BxIGmtZQPIcLSo&redir_esc=y#v=onepage&q=beer%20making&f=false. [cit. 2025-01-04].

HASÍK, Tomáš. *Svět piva a piva světa*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4648-7.

HOLZAPFEL, W. H., ed. *Advances in fermented foods and beverages: improving quality, technologies and health benefits*. Amsterdam: Elsevier, Woodhead Publishing, 2015. Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. ISBN 978-1-78242-015-6.

HRABIA, Olga; POREBA, Paweł; CIOSEK, Aneta a POREDA, Aleksander. Effect of Dry Hopping Conditions on the Hop Creep Potential of Beer. Online. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 2024, roč. 82, č. 4, s. 412-421. ISSN 0361-0470. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/03610470.2024.2388430>. [cit. 2025-04-08].

HU, Shumin; FAN, Wei; DONG, Jianjun; YIN, Hua; YU, Junhong et al. Validation and application of osmolyte concentration as an indicator to evaluate fermentability of wort and malt. Online. *Journal of the Institute of Brewing*. 2017, roč. 123, č. 4, s. 488-496. ISSN 00469750. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jib.454>. [cit. 2025-04-25].

HUI, Yiu H. *Handbook of food products manufacturing*. Hoboken, N.J: Wiley, 2007. ISBN 978-0-470-04964-8.

CHLÁDEK, Ladislav. *Pivovarnictví*. Praha: Grada, 2007. Řemesla, tradice, technika. ISBN 978-80-247-1616-9. Dostupné také z: <https://www.bookport.cz/kniha/pivovarnictvi-1645/>. [cit. 2024-11-12].

CHO, Ji-Hyeong; KIM, Il-Doo; DHUNGANA, Sanjeev Kumar; DO, Hyeon-Min a SHIN, Dong-Hyun. Persimmon fruit enhanced quality characteristics and antioxidant potential of beer. Online. *Food Science and Biotechnology*. 2018, roč. 27, č. 4, s. 1067-1073. ISSN 1226-7708. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0340-2>. [cit. 2025-03-14].

IÑÓN, Fernando A.; GARRIGUES, Salvador a DE LA GUARDIA, Miguel. Combination of mid- and near-infrared spectroscopy for the determination of the quality properties of beers. Online. *Analytica Chimica Acta*. 2006, roč. 571, č. 2, s. 167-174. ISSN 00032670. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2006.04.070>. [cit. 2025-04-23].

ISRAR, Tahreem; RAKHA, Allah; RASHID, Summer; SHEHZAD, Aamir; AHMED, Waqas et al. Effect of Basil Seed Gum on Physico-Chemical and Rheological Properties of Bread. Online. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2017, roč. 41, č. 5. ISSN 01458892. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/jfpp.13128>. [cit. 2025-04-04].

JALDA. *Mr. Basil Grüner tea mit Basilikumsamen*. Online. 2025. Dostupné z: <https://jalda.eu/tee-getraenke/exotisch-erfrischend/aus-samen/mr.-basil-gruener-tee-mit-basilikumsamen>. [cit. 2025-03-29].

KABORE, Hervé, Monique SORO a Kiswendsida Romaric NANEMA. Agromorphological variability of hoary basil germplasm (*Ocimum americanum* L.) from Burkina Faso. Online. *Genetic Resources and Crop Evolution*. ISSN 0925-9864. Dostupné z: [doi:10.1007/s10722-024-01970-z](https://doi.org/10.1007/s10722-024-01970-z). [cit. 2025-02-05].

KADLEC, Pavel, 2002. *Technologie potravin II*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 80-7080-510-2.

KADLEC, Pavel, Karel MELZUCH a Michal VOLDŘICH. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie. ISBN 978-80-7418-060-6.

KARABÍN, M., BRÁNYIK, T., KRULIŠ, R., DVOŘÁKOVÁ, M., & DOSTÁLEK, P. Application of Chemically Modified Bitter Compounds in Brewing. Online. *Chemické Listy*. 2009, 103(9). Dostupné z: <http://ww-w.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/1462>. [cit. 2025-17-02].

KAYACAN, Yeseren; VAN MIEGHEM, Thijs; DELVAUX, Filip; DELVAUX, Freddy R. a WILLAERT, Ronnie. Adaptive Evolution of Industrial Brewer's Yeast Strains towards a Snowflake Phenotype. Online. *Fermentation*. 2020, roč. 6, č. 1. ISSN 2311-5637. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/fermentation6010020>. [cit. 2025-04-09].

KNORR, Verena; WIESER, Herbert a KOEHLER, Peter. Production of gluten-free beer by peptidase treatment. Online. *European Food Research and Technology*. 2016, roč. 242, č. 7, s. 1129-1140. ISSN 1438-2377. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00217-015-2617-5>. [cit. 2025-04-02].

KONGJAROEN, Akapong, GAMONPILAS, Chaiwut, METHACANON, Pawadee. Effects of dispersing media on the rheological and tribological properties of basil seed mucilage-based thickened liquids. Online. *Journal of Texture Studies*. 2024, **55**(4). ISSN 0022-4901. Dostupné z: [doi:10.1111/jtxs.12852](https://doi.org/10.1111/jtxs.12852). [cit. 2025-02-06].

KOREN, Dániel; HEGYESNÉ VECSEI, Beáta; KUN-FARKAS, Gabriella; URBIN, Ágnes; NYITRAI, Ákos et al. How to objectively determine the color of beer? Online. *Journal of Food Science and Technology*. 2020, roč. 57, č. 3, s. 1183-1189. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04237-4>. [cit. 2025-04-23].

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

KOSSEVA, Maria R. a Colin WEBB, ed. *Food industry wastes: assessment and recuperation of commodities*. Online. Second edition. London: Elsevier, Academic Press, Food science and technology international series. 2020. ISBN 978-0-12-817121-9. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt013GCM54/food-industry-wastes/inventory--introduction>. [cit. 2024-12-30]

KOŠIR, Iztok Jože a Nataša KOČAR MLINARIČ. EFFECT OF SUBSTITUTES FOR BARLEY MALT ON CHEMICALPHYSICAL AND SENSORIAL CHARACTERISTICS OF BEER. Online. *Hmeljarski Bilten*. 2020, (27), 128-138. ISSN 03500756. Dostupné z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&an=147820547&scope=site>. [cit. 2024-12-20].

KUTZ, M. *Handbook of farm, dairy and food machinery engineering*. Academic Press. Online. Vydavatelství Elsevier, 2019. ISBN 978-0-1281-4803-7. Dostupné z: <https://app.knovel->

com.proxy.k.utb.cz/kn/resources/kpHFDFME01/toc?bq=rheology%20of%20fluid&include_synonyms=no. [cit. 2025-04-21].

LAKSHMANARAJ, L., RADHAKRISHNAN, C. and SUBRAMANIAN, K. 'Single-step Method for the Extraction of Mucilage from *Ocimum americanum* L. Seeds', *Indian Chemical Engineer*, 2014, 56(4), pp. 355–362. Dostupné z: [doi: 10.1080/00194506.2014.946102](https://doi.org/10.1080/00194506.2014.946102). [cit. 2025-02-06]

LEE, Chang Hoon a CHIN, Koo Bok. Development of low-fat sausages using basil seed gum (*Ocimum bacilicum* L.) and gelatin as a fat replacer. Online. *International Journal of Food Science & Technology*. 2017, roč. 52, č. 3, s. 733-740. ISSN 0950-5423. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/ijfs.13328>. [cit. 2025-04-04].

LEVANKUMAR, L., MUTHUKUMARAN, V. and GOBINATH, M.B., 2009. Batch adsorption and kinetics of chromium (VI) removal from aqueous solutions by *Ocimum americanum* L. seed pods. *Journal of hazardous materials*. 2009, 161(2-3), pp.709-713. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.04.031>. [cit. 2025-02-06]

LIN, Rui; CHEN, Xingguang; PENG, Zhengcong; LI, Wenzhe; CHU, Jiyang et al. Evaluation of polyphenols content and antioxidant ability of commercial herbal beer. Online. *Systems Microbiology and Biomanufacturing*. 2024, roč. 4, č. 1, s. 77-85. ISSN 2662-7655. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s43393-023-00185-0>. [cit. 2025-03-14].

LIU, Fei; JIANG, Yihong a HE, Yong. Variable selection in visible/near infrared spectra for linear and nonlinear calibrations: A case study to determine soluble solids content of beer. Online. *Analytica Chimica Acta*. 2009, roč. 635, č. 1, s. 45-52. ISSN 00032670. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2009.01.017>. [cit. 2025-05-07].

LIU, Chunfeng; SHEN, Yaoyao; YIN, Xiangsheng; PENG, Lou a LI, Qi. Influence of Pasteurization and Microfiltration on Beer Aging and Anti-Aging Levels. Online. *Journal of the American Society of Brewing Chemists*. 2018, roč. 72, č. 4, s. 285-295. ISSN 0361-0470. Dostupné z: <https://doi.org/10.1094/ASBCJ-2014-0925-01>. [cit. 2025-04-08].

LORENCOVÁ, Eva; SALEK, Richardos Nikolaos; ČERNOŠKOVÁ, Iveta a BUŇKA, František. Evaluation of force-carbonated Czech-type lager beer quality during storage in relation to the applied type of packaging. Online. *Food Control*. 2019, roč. 106. ISSN 09567135. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106706>. [cit. 2025-04-23].

LUANDA, A., RIPANDA, A., SAHINI, M.G. and MAKANGARA J.J. Ethnomedicinal uses, phytochemistry and pharmacological study of *Ocimum americanum* L.: a review. *Phytomedicine Plus*. 2023, 3(2), p.100433. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2023.100433>. [cit. 2025-02-03]

MEZEROVÁ, Michaela. *Pivo*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú., 2017. Jak poznáme kvalitu? ISBN 978-80-87719-56-5. Dostupné také z: <http://kramerusndk.nkp.cz/search/handle/uuid:8c4a17c0-f4a4-11e8-bc37-005056827e51>. [cit. 2024-11-13]

MILANI, E. A. a SILVA F. V. M. Nonthermal pasteurization of beer by high pressure processing *saccharomyces cerevisiae* ascospores in different alcohol beers: modelling the inactivation of *saccharomyces cerevisiae* ascospores in different alcohol beers. Online. *High Pressure Research*. 2016, 2016-10-01, 36(4), 595-609. ISSN 0895-7959. Dostupné z: doi:10.1080/08957959.2016.1190354. [cit. 2025-03-08].

Mr. BASIL. *Green Tea Basil seed drink*. Online. 2025. Dostupné z: <https://mrbasildrinks.com/cans>. [cit. 2025-03-29].

MULLER, Robert. A mathematical model of the formation of fermentable sugars from starch hydrolysis during high-temperature mashing. Online. *Enzyme and Microbial Technology*. 2000, roč. 27, č. 3-5, s. 337-344. ISSN 01410229. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0141-0229\(00\)00218-0](https://doi.org/10.1016/S0141-0229(00)00218-0). [cit. 2025-05-12].

MUNIR, M., QAYYUM, A., RAZA, S., SIDDIQUI, N.R., MUMTAZ, A., SAFDAR, N., SHIBLE, S., AFZAL, S. and BASHIR, S. Nutritional assessment of basil seed and its utilization in development of value added beverage. Online. *Pakistan Journal of Agricultural Research*. 2017, 30(3), pp.266-271. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/330555009>. [cit. 2025-03-27].

NAJI-TABASI, S. and RAZAVI, S.M.A. Functional properties and applications of basil seed gum: An overview. Online *Food Hydrocolloids*. 2017, 73, pp.313-325. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.07.007>. [cit. 2025-03-03].

NAZIR, Sadaf a WANI, Idrees Ahmed. Physicochemical characterization of basil (*Ocimum basilicum* L.) seeds. Online. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 2021, roč. 22. ISSN 22147861. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2021.100295>. [cit. 2025-03-27].

NEEHARIKA, B. a VIJAYALAXMI, K. G. Development of reduced-fat eggless mayonnaises using clove basil and sweet basil seed mucilages. Online. *Journal of Food Science*. 2024, roč. 89, č. 12, s. 8704-8714. ISSN 0022-1147. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.17560>. [cit. 2025-04-05].

NEHRA, M., GAHLAWAT, S.K., & GROVER, N. Craft Beers: Fortification, Processing, and Production (1st ed.). CRC Press. Online. 2023. eISBN 9781003291985. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/b22906>. [cit. 2025-02-17]

NIKOLOVA, K.T., GABROVA, R., BOYADZHIEV, D., PISANOVA, E.S., RUSEVA, J. and YANAKIEV, D. Classification of different types of beer according to their colour characteristics. In *Journal of Physics: Conference Series* 2017, Vol. 794, No. 1, p. 012035. IOP Publishing. Dostupné z: doi:10.1088/1742-6596/794/1/012035. [cit. 2025-01-23]

NIMUBONA, Dieudonné; BLANCO, Carlos A.; CABALLERO, Isabel; ROJAS, Antonio a ANDRÉS-IGLESIAS, Cristina. An approximate shelf life prediction of elaborated lager beer in terms of degradation of its iso- α -acids. Online. *Journal of Food Engineering*. 2013, roč. 116, č. 1, s. 138-143. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.11.019>. [cit. 2025-04-20].

OLIVEIRA, Amanda Mellissa Bezerra; MEIRELLES, Aureliano Agostinho Dias; BARRALES, Francisco Manuel; DIAS, Arthur Luiz Baião; FASOLIN, Luiz Henrique et al. Rapid extraction of xanthohumol, α - and β -acids from spent hops using pressurized liquids and supercritical fluids. Online. 2025. *The Journal of Supercritical Fluids*. ISSN 08968446. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2025.106609>. [cit. 2025-04-08].

OLŠOVSKÁ, Jana; ČEJKA, Pavel; SIGLER, Karel a HÖNIGOVÁ, Věra. The phenomenon of Czech beer: a review. Online. *Czech Journal of Food Sciences*. 2014, roč. 32, č. 4, s. 309-319. ISSN 12121800. Dostupné z: <https://doi.org/10.17221/455/2013-CJFS>. [cit. 2025-04-23].

ONE. *Ocimum americanum*. Online. 2025. Dostupné z: <https://earthone.io/plant/ocimum%20americanum>. [cit. 2025-05-02].

PATEL, D.S., KHARE, P.K. a CHAURASIA, B. Identification of morphologically close species of *Ocimum* L. on the basis of seed characters. Online. *Indian Journal of Plant Sciences*. 2015, 4(1), pp.16-18. ISSN 2319-3824. Dostupné z: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.cibtech.org/J-Plant-

Sciences/PUBLICATIONS/2015/Vol-4-No-1/05-JPS-005-DEV-IDENTIFICATION-CHARACTERS.pdf. [cit. 2025-03-05].

PATINDOL, James; MENDEZ-MONTEALVO, Guadalupe a WANG, Ya-Jane. Starch properties of malted barley in relation to real degree of fermentation. Online. *Starch - Stärke*. 2012, roč. 64, č. 7, s. 517-523. ISSN 0038-9056. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/star.201100171>. [cit. 2025-04-25].

PATTERSON, J B a MORRIS, E C. Measurement of Absolute Water Density, 1 °C to 40 °C. Online. *Metrologia*. 1994, roč. 31, č. 4, s. 277-288. ISSN 0026-1394. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/0026-1394/31/4/001>. [cit. 2025-05-04].

PLUHÁČKOVÁ, Helena; GREGOR, Tomáš; BOŠKO, Rastislav; BĚLÁKOVÁ, Sylvie; SVOBODA, Zdeněk et al. Fortification of Beer with Extracts of the Selected Czech Medicinal Herbs and Plants. Online. *KVASNY PRUMYSL*. 2020, roč. 66, č. 4, s. 314-319. ISSN 2570-8619. Dostupné z: <https://doi.org/10.18832/kp2019.66.314>. [cit. 2025-03-14].

POTOP, V., The impact of dry and wet events on the quality and yield of Saaz hops in the Czech hop growing regions. *Mendel a bioklimatologie*. Brno, Czech Republic. 2014, Dostupné také z: <http://www.cbks.cz/SbornikBrno>. [cit. 2024-11-13]

PUSHPALATHA, N.; SREEJA, V.; KARTHIK, R. a SARAVANAN, G. Total Dissolved Solids and Their Removal Techniques. Online. *International Journal of Environmental Sustainability and Protection*. 2022, roč. 2, č. 2, s. 13-20. ISSN 27375447. Dostupné z: <https://doi.org/10.35745/ijesp2022v02.02.0002>. [cit. 2025-05-09].

RADU, E.D., MUREȘAN, V., COLDEA, T.E. and MUDURA, E. Unconventional raw materials used in beer and beer-like beverages production: Impact on metabolomics and sensory profile. *Food Research International*, Online. 2024, p.114203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114203>. [cit.-2025-02-28].

RAMAIAH, Maddi, Amani PRATHI, Bhavitha SINGAM, Gayathri TULLURU a Lohitha TUMMALA. A REVIEW ON *OCIMUM* SPECIES: *OCIMUM AMERICANUM* L., *OCIMUM BASILICUM* L., *OCIMUM GRATISSIMUM* L. AND *OCIMUM TENUIFLORUM* Online. *L. International Journal of Research in Ayurveda and Pharmacy*. 2019, 2019-8-14, 10(3), 41-48. ISSN 22293566. Dostupné z: doi:10.7897/2277-4343.100359. [cit. 2025-02-05].

REJDLOVÁ, Anita; SALEK, Richardos Nikolaos; MÍŠKOVÁ, Zuzana; LORENCOVÁ, Eva; KÚROVÁ, Vendula et al. Physical Characterization of a Novel Carrot Juice Whey-Enriched Beverage Fermented with Milk or Water Kefir Starter Cultures. Online. *Foods*. 2023, roč. 12, č. 18. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods12183368>. [cit. 2025-04-06].

RITA, *Juice packaging design basil seed milk 290 ml*, Online. 2025. Dostupné z: <https://rita.com.vn/juice-packaging-design-basil-seed-milk-290ml.html>, [cit 2025-04-01],

ROGERS GARDENS. *Lime Basil*. Online. 2025. Dostupné z: https://plants.rogersgardens.com/12290002/Plant/26696/Lime_Basil/. [cit. 2025-05-02].

ROSALES, Alicia; TALAVERANO, M. Inmaculada; LOZANO, Jesús; SÁNCHEZ-VICENTE, Carlos; SANTAMARÍA, Óscar et al. Craft beer vs industrial beer: chemical and sensory differences. Online. *British Food Journal*. 2021, roč. 123, č. 12, s. 4332-4346. ISSN 0007-070X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1108/BFJ-01-2021-0074>. [cit. 2025-04-20].

ROSENTRATER, K. A., EVERS, A. D. *Kent's Technology of Cereals – An Introduction for Students of Food Science and Agriculture (5th Edition)*. Online. Elsevier. 2018. ISBN 978-0-08-100529-3. <https://app.knovel.com/s.v?1XX8o5Kj>. [cit. 2025-01-26].

RUBIO-FLORES, Monica a SERNA-SALDIVAR, Sergio O. Technological and Engineering Trends for Production of Gluten-Free Beers. Online. *Food Engineering Reviews*. 2016, roč. 8, č. 4, s. 468-482. ISSN 1866-7910. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s12393-016-9142-6>. [cit. 2025-04-01].

RUTNIK K, OCVIRK M, KOŠIR IJ. The Impact of Hop Freshness on Kettle-Hopped Beers. *Foods*. Online. 2023; 12(23):4353. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods12234353>. [cit. 2025-01-26].

SALANȚĂ, Liana Claudia; COLDEA, Teodora Emilia; IGNAT, Maria Valentina; POP, Carmen Rodica; TOFANĂ, Maria et al. Non-Alcoholic and Craft Beer Production and Challenges. Online. *Processes*. 2020, roč. 8, č. 11. ISSN 2227-9717. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/pr8111382>. [cit. 2025-03-18].

SALAŠ, P. (ed): Rostliny v podmínkách měnícího se klimatu. Lednice 20.- 21. 10. 2011, *Úroda, vědecká příloha*, 2011, s. 382 – 387, ISSN 0139-6013 Dostupné z: [hrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.cbks.cz/rostliny2011/prispevky/MoznyTrnkaZaludBartosova.pdf](http://www.cbks.cz/rostliny2011/prispevky/MoznyTrnkaZaludBartosova.pdf). [cit. 2024-11-13].

SALEK, Richardos Nikolaos; LORENCOVÁ, Eva; GÁL, Robert; KŮROVÁ, Vendula; OPUSTILOVÁ, Kristýna et al. Physicochemical and Sensory Properties of Czech Lager Beers with Increasing Original Wort Extract Values during Cold Storage. Online. *Foods*. 2022, roč. 11, č. 21. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods11213389>. [cit. 2025-05-04].

SANTOS, Daiane Costa dos; SOUSA, Tainara Leal de; SANTANA, Jeisa Farias de Sousa; ALMEIDA, Adrielle Borges de; SILVA, Fabiano Guimarães et al. Commercial craft beers of midwest Brazil: biochemical and physicochemical properties and their relationship with its sensory profile. Online. *Food Science and Technology*. 2023, roč. 43. ISSN 1678-457X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1590/fst.112222>. [cit. 2025-05-07].

SANTOS, L. MR, OLIVEIRA, F. A., FERREIRA, E. HR, a ROSENTHAL, A. Application and possible benefits of high hydrostatic pressure or high-pressure homogenization on beer processing: A review. Online. *Food Science and Technology International*. 2017, **23**(7), 561-581. ISSN 1082-0132. Dostupné z: doi:10.1177/1082013217714670. [cit. 2025-03-08].

SERNA-SALDIVAR, Sergio O. *Cereal Grains*. Online. CRC Press. 2016. ISBN 9780429112119. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9781439882092>. [cit. 2025-04-02].

SEVERA, Libor a LOS, Josef. On the influence of temperature on dynamic viscosity of dark beer. Online. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2014, roč. 56, č. 2, s. 303-308. ISSN 12118516. Dostupné z: <https://doi.org/10.11118/actaun200856020303>. [cit. 2025-05-06].

SHAHRAJABIAN, Mohamad Hesam a SUN, Wenli. Five Important Seeds in Traditional Medicine, and Pharmacological Benefits. Online. *Seeds*. 2023, roč. 2, č. 3, s. 290-308. ISSN 2674-1024. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/seeds2030022>. [cit. 2025-03-26].

SIGLER, K. a MATOULKOVÁ, D. Pivovarské kvasinky a reakce na stres. *Kvasný Průmysl*, 2011, 57, 7-8. Dostupné z: http://www.kvasnyprumysl.org/artkey/kpr-201107-0018_Pivovarske_kvasinky_a_reakce_na_stres.php. [cit. 2024-12-20].

SPEERS, R. Alex; JIN, Yu-Lai; PAULSON, Allan T. a STEWART, Robert J. Effects of β -Glucan, Shearing and Environmental Factors on the Turbidity of Wort and Beer. Online. *Journal of the Institute of Brewing*. 2003, roč. 109, č. 3, s. 236-244. ISSN 00469750. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2003.tb00164.x>. [cit. 2025-05-07].

STEWART, Graham G. a PRIEST, Fergus G. (ed.). *Handbook of Brewing*. Online. CRC Press. 2006. ISBN 9780429116179. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9781420015171>. [cit. 2025-04-02].

ŠIMEČKOVÁ, Nikol; GREGOR, Tomáš; HŘIVNA, Luděk; KOUŘILOVÁ, Veronika; DUFKOVÁ, Renáta et al. Quality of beer with added pseudocereals. Online. *KVASNY PRUMYSL*. 2024, roč. 70, č. 5, s. 953-960. ISSN 2570-8619. Dostupné z: <https://doi.org/10.18832/kp2024.70.953>. [cit. 2025-04-23].

ŠTULÍKOVÁ, Kateřina; BULÍŘ, Tomáš; NEŠPOR, Jakub; JELÍNEK, Lukáš; KARABÍN, Marcel et al. Application of High-Pressure Processing to Assure the Storage Stability of Unfiltered Lager Beer. Online. *Molecules*. 2020, roč. 25, č. 10. ISSN 1420-3049. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/molecules25102414>. [cit. 2025-03-08].

TAMILSELVAN, Kathiravan; MICHAEL, Maria Leena; MOSES, Jeyan Arthur; CHINNASAMY, Anandharamkrishnan a PRABHUSWAMY, Thanushree. Influence of different hydrocolloids on dispersion of sweet basil seeds (*Ocimum basilicum*) in fruit-flavoured beverages. Online. *Croatian journal of food science and technology*. 2019, roč. 11, č. 1, s. 37-43. ISSN 18489923. Dostupné z: <https://doi.org/10.17508/CJFST.2019.11.1.05>. [cit. 2025-03-22].

TRADEWINDS, The oriental shop. *V Fresh Thai Tea Drink with Basil Seed – 290 ml*. Online. 2025. Dostupné z: <https://tradewindsorientalshop.co.uk/products/v-fresh-thai-tea-drink-with-basil-seed-290ml>. [cit. 2025-04-04].

VILLACRECES, S., BLANCO, C.A. and CABALLERO, I. Developments and characteristics of craft beer production processes. Online. *Food bioscience*. 2022, 45, p.101495. Online. Dostupné také z: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101495>. [cit. 2025-02-28].

VONTROBOVÁ, Eva; KOPECKÁ, Jana; ROTKOVÁ, Gabriela a MATOULKOVÁ, Dagmar. Factors Influencing the Production of Sensory Active Substances in Brewer's and Wine Yeast. Online. *Kvasny Prumysl*. 2017, roč. 63, č. 4, s. 173-189. ISSN 00235830. Dostupné z: <https://doi.org/10.18832/kp201720>. [cit. 2025-04-23].

WANA. 100 % Natural Basil Seed Drinks Products Rich In Protein. Online. 2025. Dostupné z: <https://wanabeverage.com/product/100-natural-basil-seed-drinks-products-rich-in-protein/>. [cit. 2025-04-06].

WANTUCH, Agnieszka. PEF in food processing poles. Online. *2019 15th Selected Issues of Electrical Engineering and Electronics (WZEE)*. IEEE, 2019, s. 1-4. ISBN 978-1-7281-1038-7. Dostupné z: doi:10.1109/WZEE48932.2019.8979869. [cit. 2025-03-08].

WIRTU, S.F., MISHRA, A.K., JULE, L.T. and RAMASWAMY, K., 2024. Ocimum basilicum and Ocimum americanum: A Systematic Literature Review on Chemical Compositions and Antimicrobial Properties. *Natural Product Communications*. Online. 2024, 19(4), p.1934578X241247640. ISSN 1934-578X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/1934578X241247640>. [cit. 2025-03-03].

YANG, Dongsheng a GAO, Xuan. Progress of the use of alternatives to malt in the production of gluten-free beer. Online. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022, roč. 62, č. 10, s. 2820-2835. ISSN 1040-8398. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1859458>. [cit. 2025-04-01].

ZAMENI, Akefe; KASHANINEJAD, Mahdi; AALAMI, Mehran a SALEHI, Fakhreddin. Effect of thermal and freezing treatments on rheological, textural and color properties of basil seed gum. Online. *Journal of Food Science and Technology*. 2015, roč. 52, č. 9, s. 5914-5921. ISSN 0022-1155. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1679-x>. [cit. 2025-03-25].

ZHAO, Xinyi; YIN, Yongqi; FANG, Weiming a YANG, Zhengfei, What happens when fruit married with beer? Online. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. 2023, roč. 32. ISSN 1878450X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100716>. [cit. 2025-03-12]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Schéma výroby světlého ležáku (upraveno dle Kadlec).....	24
Obr. 2 <i>Ocimum americanum</i> s celokrajným okrajem listů vlevo (ROGERS GARDENS, 2025) a <i>Ocimum americanum</i> se zubatým okrajem listů vpravo (One,2025).	33
Obr. 3 Semena bazalky: (A) semena v suchém stavu, (B) hydratovaná semena, (C) hydratované semeno pozorováno stereoskopickým mikroskopem (Guan et al., 2023).....	35
Obr. 4 Basil Seed Drink značky CYTO (CYTO, 2025)	37
Obr. 5 Mléčný kokosový nápoj s bazalkovými semínky (Amazon, 2025	38
Obr. 6 V Fresh Thai Tea Drink with Basil Seed – 290 ml (Tradewinds, 2025).....	39
Obr. 7 Mr. Basil Green Tea Basil Seed Drink. Balen ve skle vlevo (Jalda, 2025). Balen v plechovce vpravo (Mr.Basil, 2025).....	40
Obr. 8 Wana Basil Seed drink with honey (Wana, 2025).....	40
Obr. 9 Různé koncentrace hydratovaných semen ve vzorcích piva a kontrolní vzorek bez semen. Koncentrace semen: A) 2 g/l, B) 4 g/l, C) 6 g/l, D) 8 g/l, E) 10 g/l a F) kontrolní vzorek. (Foto autor).....	43
Obr. 10 Vývoj hustoty vzorků odebraných v průběhu výroby piva.....	46
Obr. 11 Vývoj množství alkoholu ve vzorcích odebraných v průběhu výroby piva	47
Obr. 12 Vývoj reálného extraktu ve vzorcích odebraných v průběhu výroby piva.....	48
Obr. 13 Vývoj reálného stupně prokvašení ve vzorcích odebraných v průběhu výroby piva	49
Obr. 14 Vývoj pH ve vzorcích odebraných v průběhu výroby piva	50
Obr. 15 Hodnoty refraktometrické sušiny ve vzorcích piva v průběhu výroby.....	51
Obr. 16 Stanovení zákalu odebraných vzorků v průběhu výroby piva.....	52
Obr. 17 Stanovení viskozity vzorků s různou koncentrací semen 2 g/l, 4 g/l, 5 g/l, 6 g/l, 8 g/l, 10 g/l a kontrolního vzorku.....	55
Obr. 18 Senzorická analýza piva s koncentrací semen 2 g/l, 4 g/l, 5 g/l, 6 g/l, 8 g/l, 10 g/l a kontrolního vzorku.....	56

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Hodnoty TDS mladiny, mladého a zralého piva	51
Tabulka 2 Spektrofotometrické stanovení barvy	53
Tabulka 3 Reometrické stanovení viskozity za využití modelu Hershel-Bulkley.....	54

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EBC European Brewery Convention

EPM Extrakt původní mladiny

HPP High Pressure Processing

PEF Pulsed Electric Field

% hm. Procenta hmotnostní

% (v/v) Procenta (vemová)

RDF reálný stupeň prokvašení

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: SENZORICKÝ DOTAZNÍK

Příloha P II: SENZORICKÝ DOTAZNÍK – ZÁZNAMOVÁ TABULKA

PŘÍLOHA P I: SENZORICKÝ DOTAZNÍK

Senzorické hodnocení piva s bazalkovým
semínkem

Jméno:.....

Datum a čas:.....

Průzračnost

1. dokonale čiré
2. slabě opaleskující
3. středně zakalené (silně opaleskující)
4. zakalené
5. silně zakalené

Intenzita vůně

1. Nepatrná
2. Slabá
3. Střední
4. Silná
5. Velmi silná

Intenzita cizí vůně

1. žádná
2. velmi slabá
3. střední
4. silná
5. velmi silná

Intenzita hořkosti

1. žádná
2. velmi slabá
3. střední
4. silná
5. velmi silná

Intenzita plnosti chuti

1. žádná
2. velmi slabá
3. střední
4. silná
5. velmi silná

Intenzita nasycení (říz)

1. žádná
2. velmi slabá
3. střední
4. silná
5. velmi silná

Intenzita cizí chuti

1. žádná
2. velmi slabá
3. střední
4. silná
5. velmi silná

Konzistence

1. extrémně řídké
2. velmi řídké
3. středně řídké (optimálně řídké)
4. husté
5. velmi husté

Přijatelnost

1. Nepřijatelné
2. Méně dobré
3. Dobré (přijatelné)
4. Velmi dobré
5. Výborné

PŘÍLOHA P II: SENZORICKÝ DOTAZNÍK – ZÁZNAMOVÁ TABULKA

Vzorky	Průzračnost	Intenzita vůně	Intenzita cizí pachy	Intenzita hořkosti	Intenzita Plnost	Říz	Intenzita Cizí chut'	Konzistence	Přijatelnost
1									
2									
3									
4									
5									