

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělské biotechnologie – živočišné

Katedra: Kvality zemědělských produktů

Vedoucí katedry: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Sledování změn vybraných parametrů piv z minipivovaru
v průběhu zrání
a skladování**

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Smetana, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Dr. Ing. Jaromír Kadlec

Autor bakalářské práce: Denisa Tomášková

České Budějovice 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Denisa TOMÁŠKOVÁ**
Osobní číslo: **Z15173**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělské biotechnologie - Živočišné**
Název tématu: **Sledování změn obsahu základních analytických složek v průběhu závěrečných fází výroby piva**
Zadávací katedra: **Katedra kvality zemědělských produktů**

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

Cílem práce je sledovat závěrečnou fázi výroby piva (kvasného procesu) v cylindrokonických kvasných a zrácích tancích. Sledovat a měřit základní analytické parametry při dokvácení piva (např. obsah alkoholu, extraktu, zdánlivého extraktu, stupňovitost, hustotu apod.).

Bakalářská práce bude vypracována na základě aktualizovaných pokynů uvedených na http://www.zf.jcu.cz/copy_of_students/informace-pro-studujici podle následující rámcové osnovy:

Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky

Literární přehled - současný stav poznání dané problematiky získaný studiem soudobé vědecké a odborné literatury

Cíl práce

Materiál a metodika

Výsledky a diskuze - tabulky, grafy, diskuze s literárními zdroji

Závěr - stručné shrnutí řešené problematiky případně doporučení pro další směřování

Seznam literatury - jednotný, podle platných citačních zásad

Rozsah grafických prací: tabulky, grafy, fotografie dle úvahy

Rozsah pracovní zprávy: 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- **BASAŘOVÁ, Gabriela.** Pivovarství: teorie a praxe výroby piva. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010. ISBN 978-80-7080-734-7.
- **DOSTÁLOVÁ, Jana a Pavel KADLEC.** Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2014, 425 s. ISBN 978-80-7418-208-2.
- **GOODMAN, Michael K a Colin SAGE.** Food transgressions: making sense of contemporary food politics. Farnham: Ashgate, c2014, xiv, 250 s. ISBN 978-0-7546-7970-7.
- Odborné databáze, knihy a periodika (např. WOS, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST) dostupné na: <http://www.lib.jcu.cz/cs/database>
- případně další zdroje.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Pavel Smetana, Ph.D.**

Katedra kvality zemědělských produktů

Konzultant bakalářské práce: **Dr. Ing. Jaromír Kadlec**

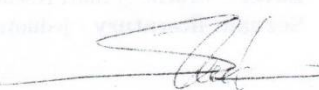
Katedra kvality zemědělských produktů

Datum zadání bakalářské práce: **11. května 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **21. dubna 2018**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentské 1669, 370 05 Česká Budějovice


Ing. Pavel Smetana, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 11. května 2017

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 15. 4. 2019

.....

Denisa Tomášková

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu bakalářské práce, panu Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D. za komplexní rady při konzultacích, za odbornou pomoc a za veškerý čas, který mi věnoval při zpracovávání bakalářské práce. Také bych ráda poděkovala Dr. Ing. Jaromíru Kadlecovi, Ph.D. za podnětné připomínky v průběhu sepisování práce.

ABSTRAKT

Za odpovídající kvalitou a co možná nejlepší chutí piva stojí mnoho parametrů, které je v průběhu výroby, ale také během skladování třeba kontrolovat. Řadíme sem například obsah alkoholu, extraktu, zdánlivého extraktu, stupňovitost, hustotu. Dále je pak možno senzorycky zkoumat barvu, čírost, chuť, vůni a další. Tyto parametry pak hrají klíčovou roli při hodnocení produktu spotřebitelem. Práce se zabývá zkoumáním těchto parametrů v různých fázích výroby a skladování a porovnává je. Vzorky pro tuto práci jsem čerpala ze školního minipivovaru v pravidelných termínech a následně hodnotila změny v hodnotách s ohledem na fázi fermentace.

Klíčová slova: pivo, alkohol, extrakt, prokvašení

ABSTRACT

For the quality and the best taste of beer, there are many parameters that need to be checked during production but also during storage. For example, we include the content of alcohol, extract, apparent extract, degree, density. Further, color, clarity, taste, smell and more can be sensitively examined. These parameters then play a key role in consumer product evaluation. The thesis deals with the comparison of these parameters at various stages of production and storage. Samples for this work I drew from the school microbrewery at regular intervals and then evaluated changes in values with regard to fermentation.

Keywords: beer, alcohol, extract, fermentation

OBSAH

1. ÚVOD	8
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE.....	9
2.1 Charakteristika piva a jeho vlastnosti.....	9
2.2 Historie.....	9
2.3 Příprava piva.....	13
2.3.1 Pivovarské kvasinky	15
2.3.2 Enzymy v pivě.....	19
2.4 Úpravy, stáčení a expedice.....	20
2.4.1 Filtrace	20
2.4.2 Odstředování.....	20
2.4.3 Membránová technika.....	20
2.4.4 Pasterace.....	21
2.4.5 Stáčení a expedice	22
2.5 Chemické vlastnosti a stárnutí piva	23
2.6 Druhy piv	24
2.7 Pivo a zdraví.....	25
3. CÍL PRÁCE	26
4. Materiál a metodika.....	27
5. VÝSLEDKY A DISKUZE.....	28
6. ZÁVĚR.....	36
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	37

1. ÚVOD

Pivo je kvašený nápoj s nižším podílem alkoholu, na jehož výrobu se jako základní suroviny používají voda, obilný slad, chmel a kvašení zajišťují pivovarnické kvasinky rodu *Sacharomyces cerevisiae*. Dále se pak pivo může různě dochucovat a dají se tak vytvářet nové druhy a poddruhy. Dělíme ho také podle jeho stupňovitosti, barvy, způsobu kvašení a složení použitého sladu, do zvláštní kategorie řadíme pak piva nealkoholická. Vůbec první zmínky o pivu můžeme přisoudit starověké Mezopotámii, kde již 7.000 let před naším letopočtem pěstovali obilniny, které pravděpodobně sloužily i k přípravě kvašených nápojů tohoto typu.

Pro kontrolu jeho kvality je důležité pravidelně sledovat jeho základní parametry a to v celém průběhu výroby i během skladování. Mezi ně patří obsah alkoholu, hodnota extraktu, zdánlivého extraktu, stupňovitost a hustota. Udržování těchto parametrů v daných rozmezech napomáhá zajistit co nejdélší trvanlivost, charakteristickou vůni a chuť, v neposlední řadě také důležitou nezávadnost produktu.

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 Charakteristika piva a jeho vlastnosti

Pivo řadíme do alkoholických nápojů s nízkým obsahem alkoholu, i když u některých speciálů může dosahovat hodnoty až 20 %. V České republice se množství alkoholu nejčastěji pohybuje od 4-6 %. Jedná se o nápoj vyrobený z obilných sladů, většinou ječných, vody a chmele za účasti pivovarnických kvasinek, převážně z rodu *Saccharomyces cerevisiae*. Má charakteristickou barvu pro daný druh, je syceno kyslíčnickem uhličitým, který vzniká činností kvasinek a díky tomu je také pěnivé. Míra pěnivosti záleží taktéž na jeho druhu. Další látky, které v pivu najdeme, jsou sacharidy, bílkoviny, hořké látky původem z chmele, ale také nezanedbatelný podíl minerálních látek a vitamínů především ze skupiny B (<http://pivoteka-hranice.cz/2017/05/24/pivo-charakteristika-druhy-a-cleneni/>). Jeho výroba se řídí podle vyhlášky 335/1997 Sb., kde je popsána jeho definice, suroviny, které je možné použít k výrobě a alternativy jejich náhražek (Dostálová a Kadlec, 2014).

2.2 Historie

První nápoj, který by se dal přirovnat k pivu, byl s největší pravděpodobností vyroben 7.000 let před naším letopočtem v Mezopotámii, kde se už v tu dobu pěstovaly obilniny jako ječmen, proso a pšenice. Nejprve šlo o primitivní výrobu, která probíhala v menší míře v domácnostech, až se postupně vyvinula do řemeslné a následně do průmyslové produkce. Dnes již můžeme mluvit o velkovýrobě. Velký pokrok do tohoto odvětví přinesly nové poznatky o mikrobiologických organismech a kvasných procesech, které nabývaly na četnosti od 18. století a posunuly proces do průmyslové výroby (Basařová, 2015).

V roce 1798 u nás byla založena první sladovnická škola, protože si čeští sládci uvědomovali, že pokud chtějí udržet naše pivo na předních pozicích a v co nejlepší kvalitě musí se neustále vzdělávat a o věcech souvisejících s pivovarnictvím vědět co nejvíce. Roku 2008 byl tento fakt zohledněn a České pivo bylo zapsáno jako chráněné zeměpisné označení, které vidíme níže na obrázku 1 (<https://www.svet-piva.cz/clanky-o-pivu/2012/10/12/historie-pivovarnictvi-v-ceske-republice/>).

Obrázek 1: Logo - Chráněné zeměpisné označení



Zdroj: Státní veterinární správa (2016)

K určitému zbrzdění vývoje došlo během světových válek a socialistické éry, kdy na pivovarnický průmysl nezbývalo tolik finančních prostředků. Zahraniční výrobci nás během této doby předběhli s modernějšími technologiemi. Přesto byla kvalita piva stále srovnatelná a po roce 1989 došlo k rychlé modernizaci našich pivovarů díky zahraničnímu kapitálu. Dnes je situace taková, že se u nás každým rokem otevírá dalších x desítek nových minipivovarů. Číslo již dosáhlo na hranici 390 minipivovarů a s připočtením i velkovýroben jsme na čísle přesahující hodnotu 435 (<https://teplicky.denik.cz/podnikani/revoluce-pokracuje-v-cesku-uz-je-tolik-pivovaru-jako-byvalo-kolem-roku-1930-20180207.html>).

2.3 Suroviny jejich příprava a vlastnosti

Slad

Basařová (2010) uvádí, že slad se získává máčením a klíčením ječmene, tak se i reguluje biosyntéza a aktivita některých enzymů na složky extraktu. Lepší vlastnosti má pro výrobu jarní ječmen než ozimý. Důležité je také zjistit genetickou čistotu ječmene, činí se tak za pomoci biologických, fyzikálně-chemických a genetických metod, navazuje ještě série dalších testů, kde se zjišťují parametry, aby se mohla použít co nejkvalitnější odrůda.

Druhy sladů:

- **Světlé plzeňského typu** – výroba ležáků, konzumních a speciálních piv s různou koncentrací mladiny, má nízkou hodnotu barvy kongresní sladiny

a barvy po povaření, důležité je použít kvalitní a čisté odrůdy ječmene, slad musí být homogenní a mít správný stupeň modifikace.

- **Vídeňského typu** – má ojedinělý výskyt, vyrábí se z něj speciály, tvoří přechod mezi světlým a tmavým typem sladu.
- **Tmavé mnichovského typu (neboli bavorské)** – pro výrobu tmavých pív, má vysokou hodnotu barvy kongresní sladiny, vyšší obsah bílkovin, výraznější aroma, nižší extraktivnost, nižší aktivitu sladových enzymů a vyšší koncentrace produktů Maillardovy reakce.
- **Pšeničné** – z pšenice seté, klíčí kratší dobu a suší se při nižších teplotách, jinak obdobná výroba jako u ječných sladů, piva typu Lambic, mají lepší pěnovost.
- **Speciální** – odlišnost v enzymových aktivitách, redoxní kapacitě, barvě, kyselosti apod., dochází k úpravě barvy, chuti, pěnovosti, zvýšení odolnosti k tvorbě koloidních zákalů. Patří sem např. tyto slady: karamelové, barvicí, nakuřované, melanoidinové, diastatické, proteolytické, krátké, tritikálové a širokové (Moštek, 1975).

Při kontrole sladu hodnotíme objemovou hmotnost a hmotnost tisíce zrn, dále pak hustotu, moučnatost, sklovitost, křehkost sladu, hodnoty viskozity a filtrovatelnosti sladiny, aciditu, z chemických hodnot vlhkost, extrakt, obsah škrobu a hodnoty dalších látek obsažených ve sladu (Basařová, 2010).

Chmel

Dodává pivu typickou hořkost a aroma, tak ho činí velmi specifickým. Důležitými látkami, které obsahuje, jsou pryskyřice zodpovědná za jeho hořkost, dále pak silice a polyfenoly. V tabulce 1 je uveden poměr dusičnanů v něm a výrobcích z chmele. Základními druhy jsou chmel otáčivý, japonský a oplétavý, otáčivý má ještě 3 další poddruhy a to novomexický, srdčitý a evropský, který se pěstuje pro pivovarské účely (Vent, 1963).

Tabulka 1: Průměrný obsah dusičnanů ve chmelu a chmelových výrobcích

Druh chmele nebo chmelového výrobku	Obsah dusičnanů (g.kg ⁻¹)
Chmel hlávkový	4,31-13,67
Chmel granulovaný	6,49-11,04
Dvousložkový extrakt	8,21-10,04
Vodný výluh chmele	20-49
CO ₂ extrakt	0

Zdroj: Basařová (2010)

Spolu s konopím jsou dva jediní zástupci patřící do čeledi konopovitých. Konopí však namísto pryskyřice obsahuje psychotonickou drogu tetrahydrokannabinol. Samotná rostlina se skládá z mohutné kořenové soustavy, révy, listů, květonosné větévky a chmelových hlávek, které se používají k výrobě piva (Vent, 1963).

Voda

Pivovarnictví patří mezi průmyslová odvětví s největší spotřebou vody. Využívá se jak pro varné účely, tak mycí a sterilizační, ale také pro ty provozní. Je čerpána ze spodních zdrojů nebo z povrchových, které jsou na tom z hlediska čistoty hůře, proto je taková voda náročnější na úpravy. Důležitou hodnotou pro posouzení využití vody je její tvrdost, za kterou zodpovídají hlavně hořečnaté a vápenaté ionty a také její alkalita, kterou zapříčiňuje obsah kyselin nebo naopak zásad. V tabulce 2 jsou zobrazeny hodnoty látek, které obsahují různé typy vod. Pivovarnické vody lze podle těchto hodnot dělit na Plzeňskou, Mnichovskou, Dortmundskou, Vídeňskou a další (Basařová, 2015).

Tabulka 2: Chemický rozbor vybraných typů pivovarských vod

	Plzeň	Mnichov	Dortmund	Vídeň	Burton	Dublin	Kodaň
Odparek	51	284	1110	947,8	1226	312	480
Ca 2+	7,14	75,75	262,27	162,8	267,98	100	114
Mg 2 +	2,41	18,09	22,92	67,6	62,11	3,7	15,6
SO4 2 +	4,8	9,6	289,16	216,3	638,3	44,9	62,4
NO3 -	stopy	stopy	stopy	stopy	31	stopy	stopy
Cl -	5	2	107	39	36	15,8	60
Tvrdost (°D)	1,61	14,8	42	38,5	51,8	14,9	19,6
Karbonátová	1,3	14,2	16,8	30,89	13,2	12,2	16
Nekarbonátová	0,3	0,61	25,2	7,61	38, 61	2,7	3,6
Zb. alkalita	0,94	10,61	5,5	22,15	0,44	8,08	10,93

Zdroj: Kruger a Anger (1990)

Pomocné suroviny

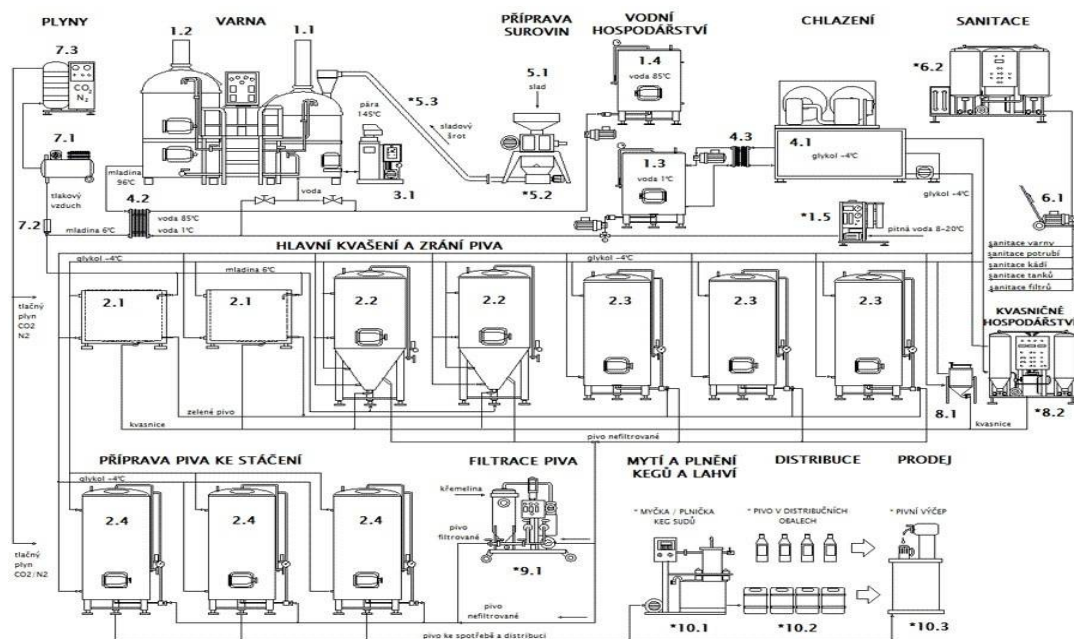
Pro přípravu piva se kromě základních surovin můžou také využívat další látky, které označujeme jako pomocné suroviny, patří mezi ně např.: enzymové přípravky, barvicí prostředky, přípravky snižující či zvyšující pěnivost piva, sladidla, filtrační materiály, stabilizační prostředky a jiné:

- **Enzymové přípravky** – pro zpracování škrobnatých náhražek sladu, k lepšímu průběhu filtrace nebo ke zvýšení fyzikálně-chemické stability piva, využití také při přípravě speciálů.
- **Barvicí prostředky** – k dobarvování jak tmavých, tak světlých piv, pomocí pivního kuléru nebo sladových barviv.
- **Přípravky ovlivňující pěnivost piva** – používají se přípravky pro zvětšení stability pěny (většinou algináty) nebo naopak pro snížení pěnivosti meziproductů jde např. o silikonové preparáty nebo lipidové frakce chmele, které nemají vedlejší vliv na chuť a vůni piva (Basařová, 2010).

2.3 Příprava piva

Prvotní fází představuje příprava mladiny ze sladu, vody a chmele. Spočívá v několika po sobě navazujících krocích: předčištění a zvážení surovin, rozemletí sladu, vystírání, rmutování, scezování, vyslazování, sladina pohromadě, vaření sladiny s chmelem nebo chmelovými přípravky, oddělení hrubých a jemných kalů z mladiny, ochlazení a provzdušnění uvařené mladiny (Chládek, 2007). Pro větší přehled je na obrázku 2 zobrazeno schéma postupu výroby.

Obrázek 2: Schéma výroby piva



Zdroj: Minipivovary BREWORX CLASSIC (2012)

Mletí sladu – šrotování

Probíhá zde vymletí endospermu z obilných zrn a jejich rozemletí na části, tak aby byla zachována celistvost obalových pluch, toto zpracování přispívá rychlejší přeměně na mladinu a také většímu výtěžku, má také vliv na celkovou kvalitu. Probíhá na šrotovnicích s různým počtem válců (Chládek, 2007).

Vystírání a zapařování

Dochází k mísení sladového šrotu s odpovídajícím množstvím vody. U světlých piv se volí řidší nálev a u tmavších naopak hustší. Důležitá je pro další kroky regulace chemických, biochemických procesů a vystírání. Používají se k tomu vystírací nádoby, jejichž součástí je vystěradlo, míchadlo, párník, vypouštěcí otvor a zařízení pro měření a regulaci teploty (Chládek, 2007).

Rmutování

Tímto krokem se snažíme dosáhnout optimálního podílu extraktu a potřebného zastoupení jednotlivých látek pro další postup a náležitou jakost piva. Probíhá ve vyhřívaných nádobách oválného či hranatého tvaru. Při rmutování působí enzymatická aktivita a jejím nejvýznamnějším úkolem je přeměna škrobu na zkvasitelné sacharidy pomocí amylolytických enzymů (Basařová, 2010).

Scezování sladiny a vyslazování mláta

Scezování se provádí pomocí filtrace, kde je nejprve oddělen předek od mláta, po něm následuje vylouhování neboli vyslazování. Produktem tohoto procesu jsou výstřelky, ty spolu s předkem dávají celkový objem sladiny. Využívají se zde scezovací nádoby s filtry za pomoci kopacích a kypřících zařízení (Basařová, 2010).

Vaření sladiny s chmelem – chmelovar

V tomto kroku se k mladině přidává chmel. Cílem chmelovaru je odpařit přebytečnou vodu a těkavé látky, inaktivovat enzymy, sterilovat mladinu a inhibovat reziduální mikroflóru, zajistit koagulaci vysokomolekulárních dusíkatých látek, rozpustit a izomerovat hořké látky chmele, rozpustit a upravit další složky chmele a chmelových produktů, vytvořit produkty Maillardovy reakce, redukující látky, dále zajistit oxidační reakce a zvýšit aciditu. Vhodnými nádobami jsou např. nádoby z oceli, tak aby byla jejich údržba snadná a dalo se docílit hygienických standardů (Chládek, 2007).

Chlazení mladiny a odlučování kalů

Vyrobenou mladinu je potřeba před kvašením ochladit na zákvasnou teplotu. Během tohoto procesu se z mladiny vylučují hrubé a jemné kaly a mladina se sytí kyslíkem. Dále jsou pak tyto kaly oddělovány většinou na principu odstředivání (Chládek, 2007).

Kvašení a zrání

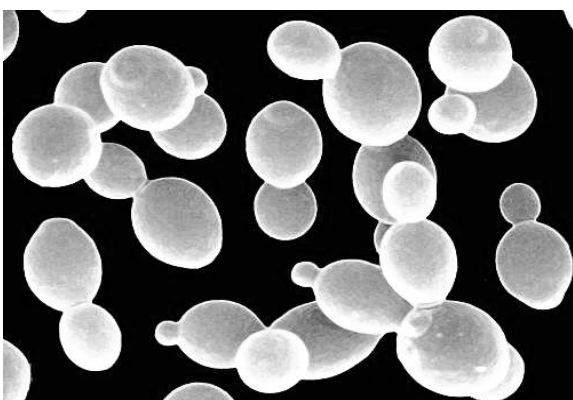
Probíhá při nižších teplotách v tzv. ležáckých nádobách. Vede k dokvašení zbývajících cukrů v pivu za tvorby etanolu, oxidu uhličitého a vedlejších produktů. Pivo se fixuje a dochází k jeho číření v závislosti na teplotě a dozrává při něm chuť a vůně (Chládek, 2007).

2.3.1 Pivovarské kvasinky

Figurují zde převážně kvasinky z rodu *Sacharomyces cerevisiae* a jejich kultura musí být vždy čistá s dobře definovanými vlastnostmi. Tvar a velikost buněk závisí na aktuálním stavu a podmínkách, zpravidla se ale pohybuje mezi 6-10 μm délky a 5-8 μm šířky. Tato hodnota je důležitá kvůli množství vyloučených metabolitů.

Buňka je složena z buněčné stěny, periplasmu, cytoplazmatické membrány, cytoplazmy, endoplazmatického retikula, Golgiho aparátu, vakuoly a peroxizomů. Z chemického hlediska kvasinka obsahuje vodu, sacharidy, bílkoviny, lipidy a jiné zásobní látky, skládá se také téměř ze všech forem dusíkatých látek (Saraswathy a Ramalingam, 2011). Na obrázku 3 je zobrazena kvasničná buňka *Saccharomyces cerevisiae*.

Obrázek 3: *Saccharomyces cerevisiae*



Zdroj: Rakesh Kadia (2013)

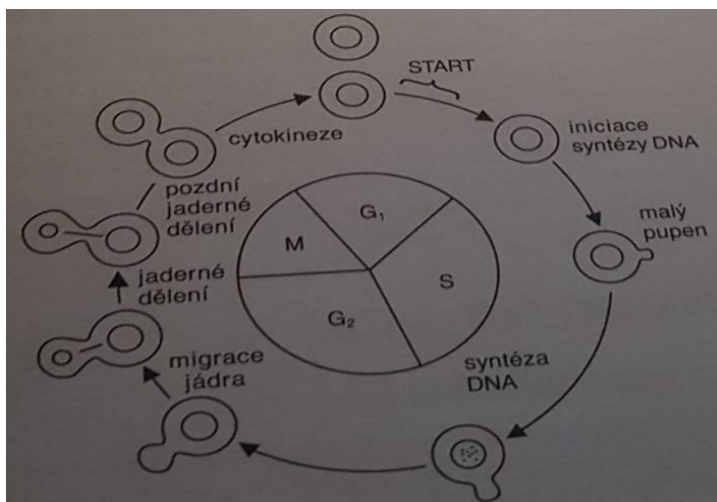
Druhy kvasinek

Hlavní dělení je do dvou skupin svrchní a spodní pivovarnické kvasinky. Základní rozdíly mezi nimi spočívají ve stavbě genetického materiálu, odlišnosti stavby buněčných stěn, fázi prokvašení α -rafinosy, rozvoji na specifických půdách, složitosti sporulace u spodního kvašení, rozdílu v jejich upotřebení v technologických procesech, větší odolnosti vůči vyšším teplotám u kvasinek svrchního kvašení jak celkově, tak při jejich růstu. Typická chuť a vůně se někdy přisuzuje kvasince rodu *Torulaspora delbrueckii*. Kvalita se pak hodnotí na základě testů rychlosti kvašení, stupni dokvašování, rychlosti sedimentace, tyto údaje spolu s dalšími tvoří podklad pro typizaci pivovarských kvasinek. Dalšími hodnotami, které můžeme hodnotit, jsou redukční schopnost podle odbourávání biacetylu a schopnosti vázat hořké látky (Saraswathy a Ramalingam, 2011).

Rozmnožování a cyklus života kvasinek

Rozmnožování probíhá buď vegetativně - multilaterálním pučením tento způsob se objevuje spíše u kvasinek spodního kvašení a mohou tvořit i pseudomycelium, u kvasinek svrchního kvašení se vyskytuje i rozmnožování sporulací. Buněčný cyklus kvasinek má 4 fáze: presyntetickou G₁ – probíhá zde syntéza RNA a bílkovin, S fázi syntézy DNA, postsyntetickou G₂ – je brána jako odpočinková fáze, buňka se připravuje na mitózu a mitotickou fází – dochází k dělení jádra a dělení buňky (Bendová a Kahler, 1981). Na obrázku 4 níže je znázorněn buněčný cyklus kvasinek.

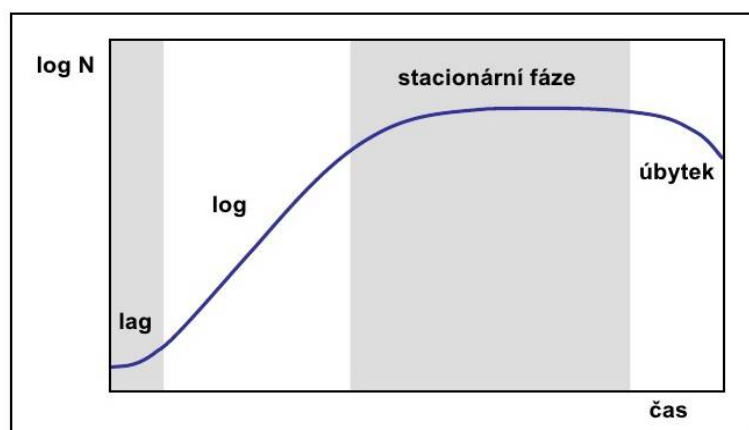
Obrázek 4: Buněčný cyklus kvasinek



Zdroj: Slaninová a Svoboda (1996)

K hlavnímu kvašení je nejméně výhodnější nasazovat kvasinky v G2 a M fázi, tak zajistíme co nejrychlejší průběh kvašení. Buňky také podléhají stárnutí kvůli jejich omezenému počtu dělení a to je také třeba při výrobě zohlednit. Kvašení počíná zakvašením a rozptýlením buněk pomocí provzdušnění mladiny. V průběhu tohoto procesu kvasinky zdvojnásobí až zčtyřnásobí svůj počet. K ukončení dochází vlivem nahromadění metabolitů, hlavně etanolu a oxidu uhličitého. Dnes se již používá kontinuální nebo semikontinuální způsob, ve kterém je stálý přítok a zkrátí se tak podstatně doba kvašení. Jejich zrání se popisuje růstovou křivkou, kde je znázorněna počáteční lag-fáze, exponenciální a také stacionární fáze (Bendová a Kahler, 1981). Růstová křivka korespondující kvasničný vývoj se nachází na obrázku 5.

Obrázek 5: Růstová křivka



Zdroj: Sokolová (2017)

Výživa a metabolity

Buňky kvasinek přijímají živiny celým svým povrchem, pomocí aktivního nebo pasivního transportu. Zdroj uhlíku představují cukry, dusíku aminokyseliny v mladině, jsou to fakultativně anaerobní organismy, tudíž je třeba zajistit prostředí bez přístupu vzduchu. V neposlední řadě potřebují kvasinky ke svému růstu anorganické soli, vitaminy a enzymy. Mezi hlavní metabolity patří alkohol a oxid uhličitý vznikající glykolýzou, při které se uvolňuje energie. Vedlejšími produkty mohou být vyšší alkoholy z metabolismu aminokyselin, estery z přeměny meziproductů aminokyselin, aldehydy a ketony, které je potřeba následně redukovat a také sirné metabolity, následně vymývané oxidem uhličitým, kvůli jejich nepříjemné chuti a vůni. Dále pak některé organické kyseliny, které mají za následek změnu

pH a v neposlední řadě proteolytické enzymy, jejichž činnost může mít neblahý vliv na pěnívost piva (Bendová a Kahler, 1981). Další mikroorganismy vyskytující se v pivě, jsou uvedeny níže v tabulce 3, dále je zde tabulka 4, kde jsou znázorněny pouze škodlivé mikroorganismy.

Tabulka 2: Hlavní skupiny bakterií v pivovarnictví

Obecný název	Příklad	Specifikace
Octové bakterie	<i>A.aceti, G. Oxydans</i>	G – aerobní tyčinky a koky, pohyblivé/nepohyblivé, nesporotvorné,
Mladinové bakterie	<i>Enterobacteriaceae, E. aerogenes, O. proteus, R.</i>	G – převážně fakultativně anaerobní tyčinky, pohyblivé/nepohyblivé,
Mléčné bakterie – tyčinky	<i>L. brevis, L. casei, L. delbrueckii, L. lidneri, L. buchneri</i>	G + mikroaerobní tyčinky, nepohyblivé, nesporotvorné, katalasa -
Mléčné bakterie – koky	<i>P. damnosus, P. inopinatus, p. pentosaceus</i>	G + anaerobní a mikroaerofilní koky, diplokoky a tetrády, katalasa -
Mikrokoky	<i>K. kristinae</i>	G + fakultativně aerobní koky, katalasa
Pectinatus	<i>Pectinatuscerevisiiphilus</i>	G – anaerobní, nesporotvorné, přímé, zakřivené a šroubovité tyčinky,
Megasphaera	<i>Megasphaeracerevisiae</i>	G – anaerobní oválné koky, nepohyblivé, nesporotvorné, katalasa -
Bacillus	<i>A.coagulans, B. stearothermophilus</i>	G + aerobní tyčinky a koky tvořící endospory, katalasa +
Zymomonas	<i>Zymomonasmobilis</i>	G – fakultativně anaerobní tyčinky,

Zdroj: Basařová (2010)

Tabulka 3: Hlavní skupiny pivovarských mikroorganismů podle škodlivosti

MIO	Specifikace	Rod, druh
I. Obligátně škodlivé	Růst v pivu	<i>Lactobacillus, Pediococcus, Pectinatus, Sacch. cerevisiae</i>
II. Potenciálně škodlivé	Růst v pivu po adaptaci nebo v poškozeném pivu	<i>Lactobacillus, Micrococcus, Zymomonas</i> a cizí kvasinky
III. Nepřímo škodlivé	Růst v meziproduktech	<i>Enterobacter, Obesumbacterium, Pichia,</i>
IV. Indikátorové	Růst na zbytcích substrátu	<i>Acetobacter, Gluconobacter, Enterobacteriaceae,</i>
V. Latentní	Přežívají ve výrobě	<i>Enterobacter, Bacillus, Micrococcus, Clostridium</i>

Zdroj: Back (1994)

2.3.2 Enzymy v pivě

Pivovarnictví sehrálo důležitou úlohu při rozeznávání enzymů. Některé enzymy jsou pochody v pivovaru deaktivovány, některé si svou aktivitu udrží. Například při rmutování působí enzymy solubilasa, endopeptidasa, karboxypeptidáza atd. Dále pak mohou být do procesu dodávány enzymy i uměle a to např.: amylasa (pro větší výtěžek), glukosidasa (DIA piva), proteinasy (tvorba aminokyselin) a jiné, tyto enzymy jsou izolovány z bakterií a plísň (https://ceskepivo-ceskezlato.cz/). V tabulce 5 se nacházejí optimální hodnoty teplot a pH vhodné ke rmutování a tabulce 6 je vysvětlena funkce enzymů v pivovarnictví.

Tabulka 4: Optimální teploty a pH enzymů používaných při rmutování

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

Zdroj: Bentley (2006)

Tabulka 5: Příklady deklarovaných enzymových aktivit a jejich kombinací v průmyslově vyrobených přípravcích a účel dávkování

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

Zdroj: Basařová a Čepička (1985)

2.4 Úpravy, stáčení a expedice

2.4.1 Filtrace

Její princip je v zachycení tuhých částic na porézním povrchu filtru. Oddělí se tak pevná část od tekuté, pevná část může obsahovat mikroorganismy, zákalotvorné částice atd. Máme 3 druhy filtračních materiálů: vláknité (pivovarnické hmoty, syntetické tkaniny), zrnité a práškovité (křemeliny, perlity, aktivní uhlí), pórovité (membrány z plastu, kovu nebo keramiky). Filtrační povrch je během filtrace zanášen, proto je potřeba ho promývat, aby se udržela určitá filtrační rychlost a neustávala (Chládek, 2007).

2.4.2 Odstředování

Pracuje na principu pádu částic v gravitačním poli. Využíváme k tomu dva základní druhy odstředivek, a to vertikální talířovou a horizontální bubnovou. Jsou buď usazovací nebo filtrační (Basařová, 2010).

2.4.3 Membránová technika

Snižuje možná rizika, které by mohly zapříčinit látky obsažených v křemelině. Slouží např. k: pasteraci za studena, filtraci, oddělení piva od odumřelých kvasnic, oddělení ethanolu, separaci roztoků, k mazání pásů na transport, úpravě odpadních vod, provzdušnění kvasinek, odkysličení vody nebo také kvašení odpadů bez přístupu

vzduchu. Membrány jsou z organických polymerních materiálů nebo anorganických. Rozdíl oproti klasické filtraci spočívá v tom, že se filtrační povrch obnovuje nebo se zanáší o poznání pomaleji. Zachycené látky se následně odstraňují stěrem nebo průplachem. Hlavní problém je v zanášení membrány (Basařová, 2010). Tabulka 7 uvádí přehled používaných membránových technologií.

Tabulka 6: Rozdělení membránových technologií

Proces	Velikost pórů (nm)	Velikost zachycených látek (Mr)	Provozní tlaky (MPa)	Výkon ($\text{l.h}^{-1}.\text{m}^{-2}$)	Nejmenší zachycené látky
Mikrofiltrace	50 až 1 000	-	0,2-0,6	Stovky	Zákal, MIO, koloidy
Ultrafiltrace	3-50	103-106	0,2-0,6	Desítky až stovky	Makromolekuly, organické látky
Nanofiltrace	1-3	200-1.000		Desítky až stovky	Vícemocné soli
Reverzní osmóza	Pod 1	pod 200	2-3	Jednotky až desítky	Jednomocné soli

Zdroj: Přidal (1999)

2.4.4 Pasterace

Účelem tohoto kroku je pomocí tepelné úpravy zajistit biologickou stabilitu výrobku a zachovat tak jeho co možná nejdelší trvanlivost. Inaktivují se pomocí ní mikroorganismy, které by mohly mít za následek své činnosti kažení piva. Mezi podobné procesy, které by se svou účinností mohly rovnat tomuto, patří filtrace EK (celulosové) filtry nebo filtry s membránami, plnění piva do obalů za jeho zvýšené teploty, ozařování γ -zářením, sterilace pomocí mikrovlnných vln a použití chemikálií nebo antibiotik (Chládek, 2007). Tabulka 8 uvádí pasterační hodnoty používané pro rozdílné druhy nápojů.

Tabulka 7: Pasterační dávky pro pivo a nealkoholické nápoje

Druh nápoje	Pasterační jednotky	Pasterační teplota (°C)
Ležák	15-25	60-62
Nízkoalkoholické pivo	40-60	62-64
Bezalkoholové pivo	80-120	64-66
Limonády	300-500	66-70
Džusy	3.000-5.000	75-85

Zdroj: Beer pasteurization EBC (1995)

Použitá teplota se hodnotí pomocí měření tepelné odolnosti MIO na základě jejich kinetiky úhynu. Úhyn je závislý i na dalších faktorech jako je druh a fyziologický stav mikroorganismů, hodnota pH okolního prostředí, koncentrace etanolu, obsah oxidu uhličitého, obsah jednotlivých dalších složek piva atd. Je také možné, že během tohoto procesu dojde k dalším změnám týkajícím se vlastnosti piva jako je pokles kyslíku změna barvy, tvorba karbonylových sloučenin a pokles obsahu aminokyselin a jiné změny ve složení. Změna se však týká i sensorických vlastností, tomuto lze předejít např. membránovou filtrací. Mezi varianty pro pasteraci řadíme tunelovou a průtokovou pasteraci. Nejčastější teplota odpovídá 60°C, po provedeném procesu je nutné překontrolovat účinnost pomocí chemických a mikrobiologických rozborů (Chládek, 2007).

2.4.5 Stáčení a expedice

Následným procesem navazujícím na pasteraci je stáčení a expedice piva. Základem je vybrat optimální obal, který je schopen zajistit požadované podmínky pro udržení jakosti. Důležité je také zamezit možné kontaminaci při samotném plnění a nesprávném nakládání při expedici. Dalšími požadavky na obal je jeho atraktivita pro zákazníka a dnes už se také klade důraz na vliv obalu na ekologii. Přesto mezi nejčastěji používané obaly patří skleněné lahve, plastové lahve a plechovky, jako následek vzrůstající konzumace v domácnostech. Tyto se uzavírají pomocí korunkových uzávěrů či plastových víček. Další možnou alternativou jsou sudy a tanky, které složí spíše v restauračních a podobných zařízeních. Pro jejich snazší přepravu se dále uskladňují do různých přepravek, kartonů, omotávají se smršťovacími foliemi a skládají na palety. Během posledních let došlo k dosti změnám. Většina procesů je mechanizována a hodně se upustilo od manuální práce. Z násobil se také

počet kontrol během celého procesu. Nejprve je nutné obaly zbavit všech nečistot a dekontaminovat. Poté se musí označit danými etiketami, aby nedošlo k záměně. Po samotném plnění se pivo uskládá do vhodných prostor s odpovídající teplotou, většinou do ležáckých sklepů a tam čeká na svoji další expedici (Chládek, 2007).

2.5 Chemické vlastnosti a stárnutí piva

Kvalita je pojem, který nelze přímo definovat, záleží na individuálních smyslových zhodnoceních každého jednotlivce. Zhodnocení se popisují jako skutečné, ty co se zkoumají smysly a náhradní, které jsou měřeny přístrojově, dále se podle nich upravuje postup výroby.

Mezi zkoumané parametry, u náhradní charakteristiky, řadíme např. porovnávání stavu pěny, barvy, chutě a vůně. Spotřebitel také hodnotí výrobek v různé časové ose s ohledem na změny nebo stabilitu kvality a standardnosti.

Chemické vlastnosti

Barva – závisí na koncentraci melanoidů vzniklých po rozkladu flavonoidů a polydenolových látek.

Chut' a vůně – zapříčiňuje ji hlavně obsah aminokyselin, produkty tepelného rozkladu sacharidů a hořkých látek, produkty Maillardovy reakce, alkoholy, karboxylové a nenasycené mastné kyseliny a jejich deriváty.

Stárnutí piva

V nejčastějších případech se stárnutí piva připisuje za následek oxidace aminokyselin a lipidů, mezi jejichž doprovodné reakce patří:

- Streckerovo odbourávání aminokyselin;
- oxidace nenasycených mastných kyselin a derivátů;
- oxidace alkoholů a acetalů;
- oxidace hořkých látek a silic;
- oxidace polyfenolů;
- aldolová kondenzace karbonylových sloučenin;
- sekundární oxidace aldehydů;
- autooxidace a fotooxidace různých složek piva.

Tzv. starou chuť piva zapříčiňují aminokyseliny, ze kterých vznikají 2-methylpropanal, 3-methylbutanal, acetaldehyd a další. Vliv na stárnutí má nedodržení teploty uskladnění, nadměrné světlo nebo vystavení záření,

oxidace – s přístupem či bez přístupu vzduchu, radikálová oxidace, oxidačně-redukční potenciál, pH a mechanické vlivy.

2.6 Druhy pív

Podle barvy – rozlišujeme ji pomocí EPC škály, která je znázorněna na obrázku 6:

Obrázek 6: EPC škála barevnosti pív

SRM/Lovibond	Example	Beer color	EBC
2	Pale lager		4
3	German Pilsener		6
4	Pilsner Urquell		8
6			12
8	Weissbier		16
10	Bass pale ale		20
13			26
17	Dark lager		33
20			39
24			47
29	Porter		57
35	Stout		69
40			79

Zdroj: Kryštof Havel (2016)

Podle druhu kvašení se dělí takto:

- **svrchně kvašená** – pšeničná piva, Ale, Stout, Porter, německá svrchně kvašená, francouzská svrchně kvašená;
- **spodně kvašená** – ležáky;
- **spontánně kvašená** – Lambic, Gueuze (Basařová, 2010).

A dále se dle Basařové (2010) jednotlivé druhy ještě člení vzhledem k původnímu extraktu, obsahu alkoholu a způsobu závěrečných úprav:

stolní (lehká) – převážně z ječných sladů (extrakt původní mladiny do 6 %);

výčepní – převážně z ječných sladů (vyšší extrakt původní mladiny 7-10 %);

ležák – převážně z ječných sladů (extrakt původní mladiny 11-12 %);

pivo speciální – převážně z ječných sladů (extrakt původní mladiny 13 % a více);
porter – tmavé pivo, převážně z ječných sladů (extrakt původní mladiny 18 % a více);
pivo se sníženým obsahem alkoholu – maximálně 1,2 % alkoholu;
piva se sníženým obsahem cukrů – obsah cukrů max. do 7,5 g.l⁻¹;
nealkoholické – do 0,5 % alkoholu, alkohol lze odstraňovat odpařením, vakuovou destilací, reverzní osmózou, dialýzou, frakční krystalizací či lyofilizací, atd. (<http://pivoteka-hranice.cz/2017/05/24/pivo-charakteristika-druhy-a-cleneni/>);
pivo z jiných obilovin – obsahuje alespoň 1/3 podílu jiného sladu než pšeničného a ječného;
pšeničné pivo – obsahuje více než 1/3 pšeničného sladu;
kvasnicové pivo – již do hotového piva se dodávají čisté kvasinky;
ochucené pivo – výroba přidávkem aromatických látek a to i jiných alkoholických, obsah alkoholu však nesmí překročit obsah alkoholu v původním pivu.

Nápoje na bázi piva:

kvašený sladový nápoj – ze sladiny pivovarských technologií, může být i dochucený
míchané nápoje z piva – příprava probíhá smísením s dalším nealkoholickým nápojem nebo koncentráty, během posledních let tento výrobek zaznamenal nárůst popularity (Dostálová a Kadlec, 2014).

2.7 Pivo a zdraví

Představuje pro nás zdroj minerálních látek, má např. vyšší obsah draslíku a je v něm bohatě zastoupen křemík. Dále v pivu nalezneme různý poměr látek jako voda, ethanol, trísloviny, hořké látky, chmelové silice, bílkoviny, cukry, vitamíny ze skupiny B, reduktory, atd. U nefiltrovaných piv se také setkáme se zbytky buněk kvasinek. Pro svou snadnou stravitelnost, díky částečnému zkvašení ho řadíme mezi „bezezbytkovou potravinu“. Ovšem ani s pivem by se to nemělo přehánět, napříč jeho nezanedbatelnému obsahu potřebných minerálních látek a dalších složek by se mělo myslet i na obsah alkoholu a to ne jen kvůli možné kocovině. Hrozí zde např. riziko následné cirhózy jater. Proto je doporučená denní dávka u muže pouze 2 piva s obsahem alkoholu kolem 4 % a u ženy 1 pivo s obsahem alkoholu také kolem 4 % (Dostálová a Kadlec, 2014).

3. CÍL PRÁCE

Cílem práce je sledovat závěrečnou fázi výroby piva (kvasného procesu) v cylindrokonických kvasných a zracích tancích. Sledovat a měřit základní analytické parametry při dokvášení piva (např. obsah alkoholu, extraktu, zdánlivého extraktu, stupňovitost, hustotu apod.). Získané výsledky zpracovat tabulkově a graficky a statisticky porovnat.

4. MATERIÁL A METODIKA

Pro účely analýz byly odebírány vzorky spodně kvašených piv různé kalkulované stupňovitosti z výroby v technologickém zařízení na výrobu piva (DESTILA, Česká republika) ve Výzkumném a výukovém minipivovaru Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Zemědělské fakulty. Vzorky byly odebírány v různém stadiu prokvašení (od 21. 10. - 18. 11. 2017) a byly hodnoceny na analyzátoru piva FermentoFlash – obrázek 7 (FunkeGerber, SRN). Vlastní analýza probíhala po odvzdušnění vzorků v ultrazvukové lázni Ultrasoniccleaner AU-32 (ArgoLab, Itálie) a ohřátí na + 20 °C. Stanovovány byly hodnoty obsahu alkoholu (%), extraktu (%), zdánlivého extraktu (%), stupňovitosti (%), hustoty ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) a jako dopočtená hodnoty osmotický tlak. Výsledky byly tabulkově zpracovány a statisticky vyhodnoceny v programu Microsoft EXCEL (Microsoft, USA).

Obrázek 7: Měřicí přístroj kontroly kvality piva FermentoFlash



Zdroj: Gem Scientific (2012)

Vzorky piv, použitých v této práci:

Čtyrác Desítka tmavá výčepní - jedná se o tmavé výčepní pivo spodně kvašené, které je nefiltrované a nepasterované s hodnotou EPM: 10°;

Čtyrác Desítka světlé výčepní – světlé výčepní pivo spodně kvašené nefiltrované a nepasterizované s EPM: 10°;

Čtyrác Dvanáctka světlý ležák – spodně kvašené pivo, vyrobené bez filtrace a pasterace;

Čtyrác Dvanáctka tmavý ležák – spodně kvašeného též vyráběného bez použití filtrace a pasterace a jako poslední vzorek sloužil;

Speciál – vyrobený z chleba, spodně kvašený a také s obsahem EPM: 12°.

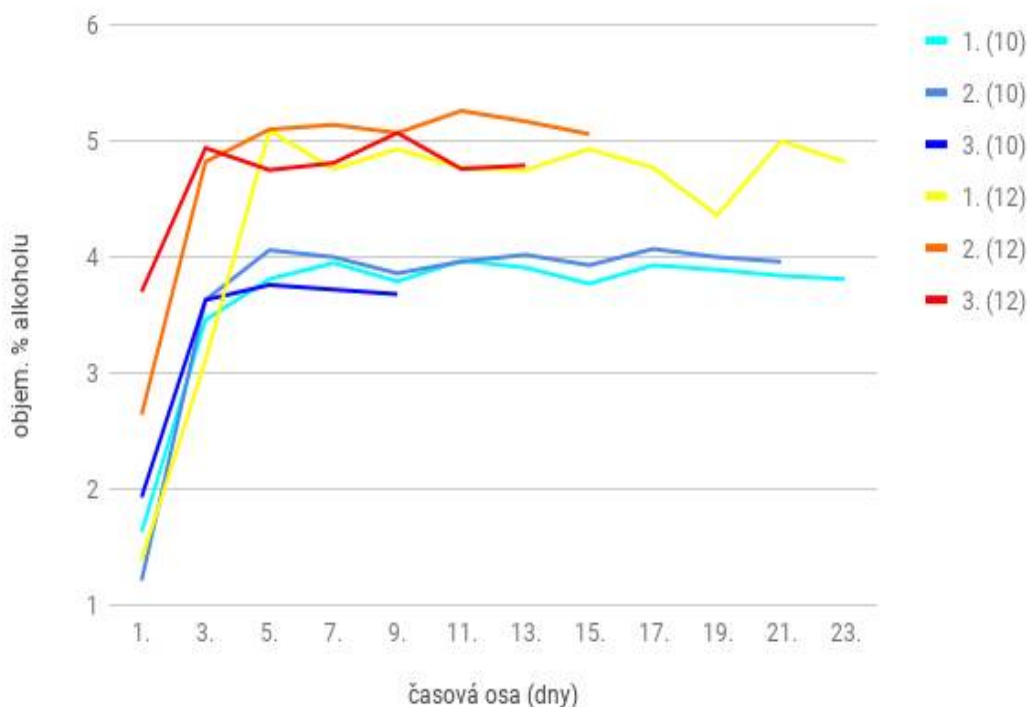
5. VÝSLEDKY A DISKUZE

Důležitými kroky před samotným měřením vzorků bylo vždy vzorek správně odebrat, tak abych zamezila kontaminaci a zkreslení výsledků. Při odběru je také třeba dbát na správné dostačující a čitelné popisky, aby nedošlo k záměně vzorků mezi sebou. Dále bylo nutné vzorek zbavit veškerého CO₂, k tomu jsem využila ultrazvukovou lázeň, po dobu dostatečně dlouho, kdy již vzorek nejevil žádné známky nasycení. Pokud vzorek znatelně zvýšil svou teplotu vlivem ultrazvukové lázně, bylo třeba ho zpětně ochladit pod proudem tekoucí vody. Posledním krokem před měřením je kalibrace pomocí speciálních roztoků, aby byl výsledek co nejpřesnější. Po těchto prvotních úpravách jsem mohla přistoupit k samotnému měření.

V rámci každého vzorku jsem vždy prováděla tři průkazná měření na přístroji FermentoFlash, která jsem pečlivě zaznamenávala, aby nedošlo k záměně. Zjištěné hodnoty jsem následně zprůměrovala a takto získané hodnoty dále přenesla do grafů uvedených níže. Po naměření mezi jednotlivými vzorky bylo nutné vždy přístroj dostatečně propláchnout pomocí destilované vody, aby nedošlo ke zkreslení výsledků vlivem předchozího vzorku. Celkové měření trvalo vždy od samotné prvovýroby až po skladování hotového výrobku, kdy jsem sledovala průběh zrání v časových intervalech.

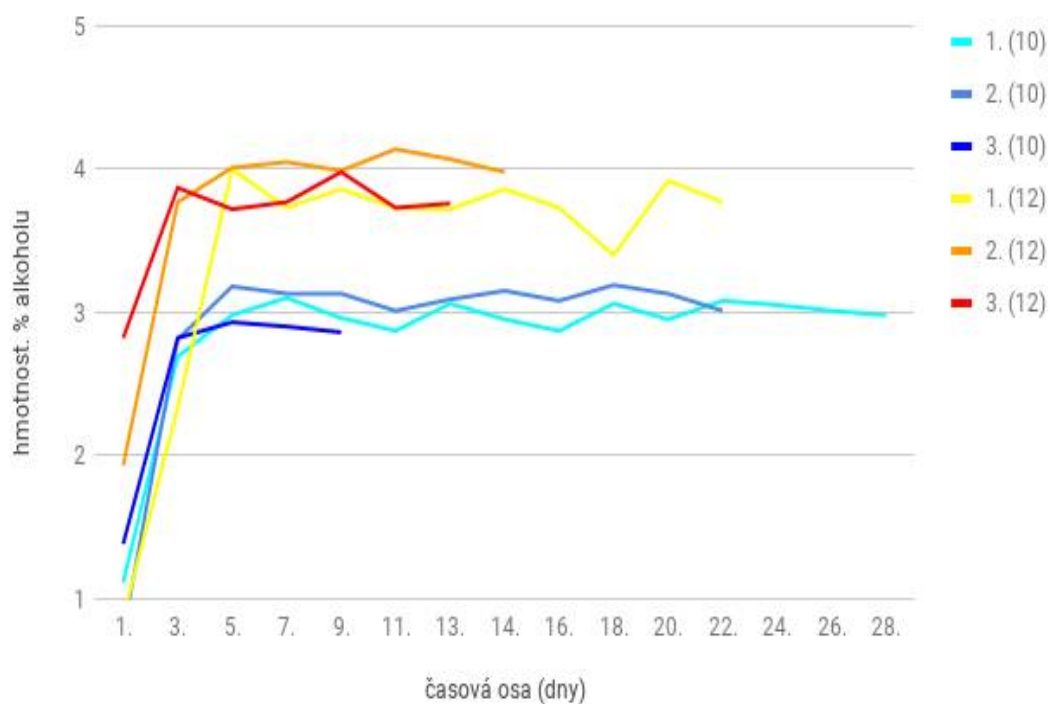
V grafu 1 je zobrazen obsah alkoholu v objemových procentech, následuje graf 2 s hodnotami hmotnostních procent ve vzorcích. V grafu 3 jsou uvedeny údaje o extraktu původní mladiny následované extraktem skutečné mladiny v grafu 4. A poslední graf 5 udává množství zdánlivého extraktu ve vzorcích.

Graf 1: Objemový obsah alkoholu ve vzorcích piv ze školního minipivovaru



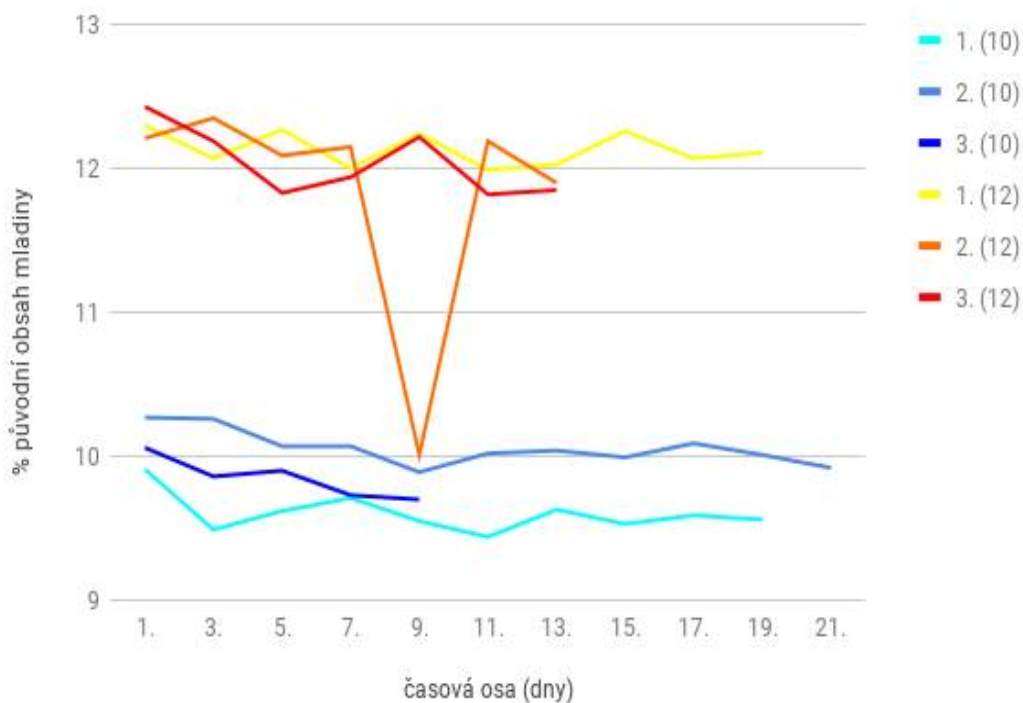
Jak můžeme vidět na grafu 1, tak objemová procenta alkoholu během 3. kontrolního dne vystoupala u 10° piv přibližně na hodnotu kolem 4 %, u 12° piv až k 5 % a tato mez se kolísavě udržovala po celou dobu zrání vzorků, což je žádané a odpovídá to klasickému postupu zrání. Ve vyhlášce č.248/2018, o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí podmiňující tyto parametry se uvádí pouze, že obsah objemových procent alkoholu se od stolních piv, až po portery pohybuje od 1,2 a výše, není nově blíže specifikováno. Toto se týká všech stolních, výčepních, speciální piv, porterů a ležáků. (https://zakonyprolidi.cz/cs/2018=248/zneni-20181201#p39-1_1)

Graf 2: Hmotnostní obsah alkoholu ve vzorcích piv ze školního minipivovaru



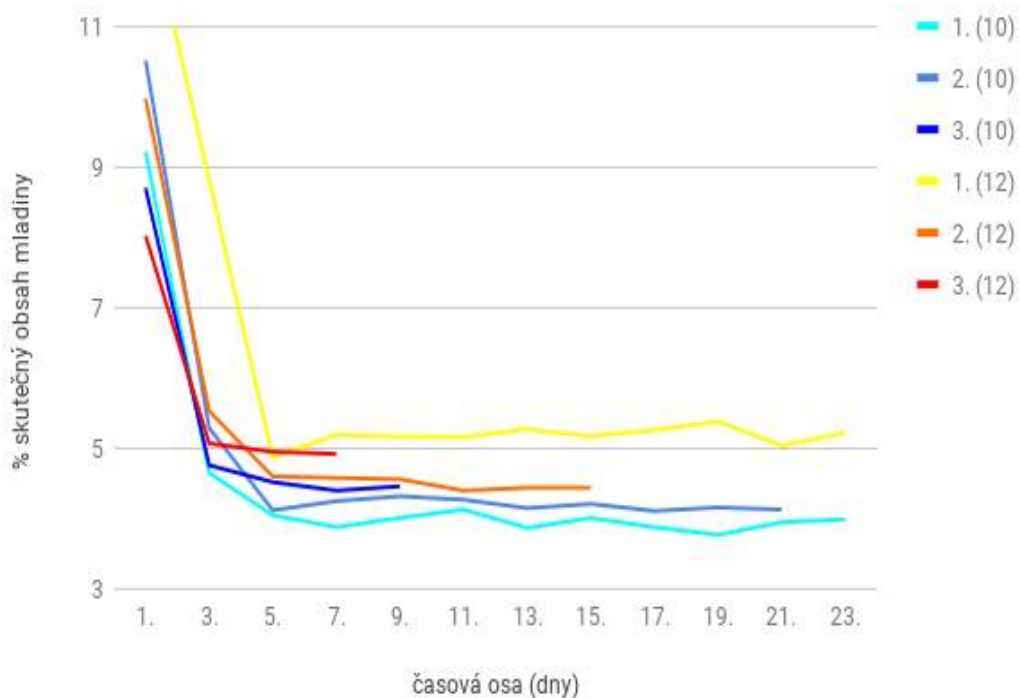
Na grafu 2 jsou tyto hodnoty přibližně o 1 % nižší, jedná se totiž o hmotnostní procenta, která se přepočítávají přes hustotu etanolu a ta činí $0,789 \text{ g.ml}^{-1}$ při $0 \text{ }^\circ\text{C}$, musíme brát tedy v potaz i teplotu vzorku při přepočtu. Pokud konečné naměřené výsledky srovnám, tak odpovídají hodnotám alkoholu běžně dostupných piv na tržní síti, která podléhají vyhlášce č. 248/2018 Sb. o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí, která je specifikována výše u objemových procent alkoholu. (https://zakonyprolidi.cz/cs/2018=248/zneni-20181201#p39-1_1)

Graf 3: Původní extrakt mladiny ve vzorcích piv ze školního minipivovaru



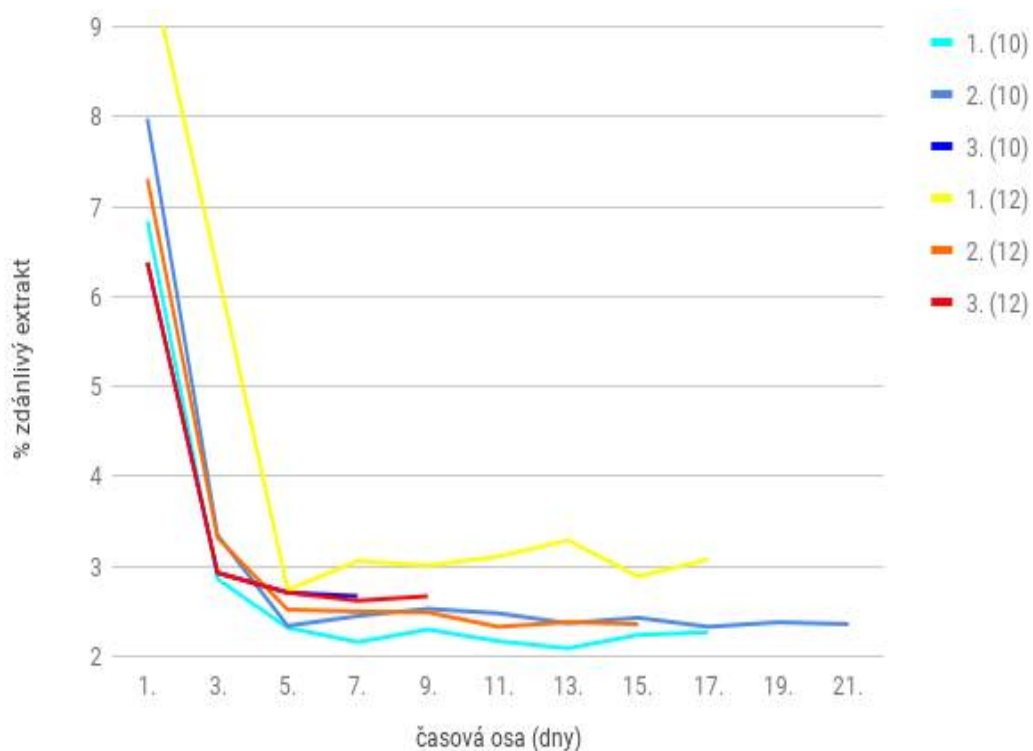
Původní extrakt mladiny se u 10° piv pohybuje kolem 10 % a u 12° piv kolem 12 %, jak je vidět na grafu 3, s tím, že zde můžeme rozpoznat mírnou odchylku 2. vzorku 12° piva, která pravděpodobně vypovídá pouze o chybě měření. Naměřené hodnoty jsou pro proces standardní. Dle vyhlášky č. 248/2018 Sb. o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí je stanoveno, že se tato hodnota pro výčepní piva musí pohybovat od 7-10 %. Dále pak u ležáků od 11-12%, s tím, že se stanovený výpočet posuzuje hodnotou zaokrouhlenou na celé číslo směrem dolů. (https://zakonyprolidi.cz/cs/2018=248/zneni-20181201#p39-1_1)

Graf 4: Skutečný extrakt mladiny ve vzorcích piv ze školního minipivovaru



Na grafu 4 se nachází křivky skutečného extraktu mladiny, kde pozoruji u všech vzorků pokles přibližně od 12% mladiny až k 2% a následnému ustálení hladiny. Jde o přirozený jev při výrobě piva, protože během procesu dochází k jejímu kvašení a k následné látkové přeměně. Tato hodnota udává přibližné množství nezkvašených sacharidů po odstranění alkoholu z piva. (Basařová 2010)

Graf 5: Zdánlivý extrakt mladiny ve vzorcích piv ze školního minipivovaru



Graf 5 udává množství zdánlivého extraktu mladiny, který se pohybuje cca od 9 % k nižším hodnotám a mezi 2-3 % lze pozorovat jejich ustálení. Extrakt se měří po odstranění CO₂ z piva. (Basařová 2010)

Vezmeme-li v úvahu hodnoty vypočtené z objemových procent alkoholu na hmotnostní procenta alkoholu, která byla přepočtena pomocí vzorce a srovnáme je s naměřenými hodnotami, vykazují se v těchto údajích pouze nepatrné odchylky. Tento fakt poukazuje na to, že pravděpodobně nedošlo v této části k žádné chybě v měření a že jsou výsledky adekvátní.

U obsahu alkoholu v objemových procentech jsou místy zjevné nepatrné poklesy a následný návrat k původní křivce hodnot, domnívám se, že jsou tyto anomálie způsobeny projevem chyb v měření. Chyby mohly nastat např. při špatné kalibraci přístroje, nedostatečném vymytím přístroje při výměně jednotlivých vzorků, nedostatečným zbavením vzorku oxidu uhličitého či nedostatečným ochlazením vzorku.

Uvedené anomálie jsou zjevné i na grafu 2 s hmotnostními procenty alkoholu, grafu 4 se skutečným extraktem mladiny a grafu 5 se zdánlivým extraktem mladiny. U grafu 3, který vykresluje extrakt původní mladiny, můžeme vidět více patrný skok od původní křivky. Myslím si, že zde mohlo dojít ke kontaminaci při odebrání vzorku do vzorkovnice, která pravděpodobně nebyla dostatečně vymyta po předchozím odběru nebo se v ní nacházely zbytky cizorodých látek, které hodnoty takto srazily.

Nemyslím si, že by některá z těchto odchylek vypovídala o špatném technologickém postupu, použití špatných surovin či zavlečení vnější kontaminace. Dle mého názoru se jedná pouze o známku toho, že je měřicí přístroj velmi citlivý a zaznamená jakoukoli minimální nedokonalost v závěrečné přípravě vzorku k měření.

V neposlední řadě jsem z měření zjistila i průběžnou hodnotu hustoty vzorků a také osmotický tlak. Hustota se u nich během procesu kolísavě snižovala, což odpovídá postupnému zkvašování a přeměně konzistence výrobních surovin z hustší na méně hustou.

Osmotický tlak se také za výrobu mírně snížil, ale změny probíhaly jen nepatrně a stejným způsobem jako u hustoty. Ke snižování osmotického tlaku došlo vlivem vyššího přítoku vody do výrobní směsi na přípravu piva, které má větší koncentraci rozpuštěných molekul a iontů.

Mimo uvedené hodnoty je důležitá také sensorická jakost, kterou musíme vnímat jako nezanedbatelný fakt. Při sensorickém hodnocení se zkoumá vzhled (pěna a její stabilita), barva, vůně a chuť. Parametry sensorické jakosti jsou typické pro každý daný druh piva (Basařová, 2010). Sensorické analýzy provádějí objektivní osoby na základě svých pocitů. Tato stanovení probíhají podle daných pravidel, která by měla zajistit stejné podmínky pro všechny hodnocené vzorky. Hodnotí se dle daných žebříčků a předem připravených dotazníků.

V dnešní době se klade velký důraz také na trvanlivost, která nám zaručuje koloidní a mikrobiologickou stabilitu. U piv se pohybuje v různých rozmezech. Sudová mají trvanlivost 3 měsíce, lahvová 6 měsíců, piva na export dokonce 9-12 měsíců. Takovéto trvanlivosti dosáhneme filtrací prekurzorů koloidního zákalu a pasterací, která je někdy nahrazována mikrofiltrací. Setkáváme se však i s podáváním piv nefiltrovaných, jen vyčeřených, ale jejich trvanlivost je znatelně omezená. Při nedodržení požadavků na skladování či datumu spotřeby dochází k rapidním změnám ve složení výrobků a nemůžeme je dále hodnotit podle legislativ a požadavků na složení výrobků.

Doporučuje se proto pivo skladovat při dané teplotě a nevystavovat ho vysokým teplotám ani přímému slunečnímu záření. Důležité je také dávat pozor, aby nám pivo nepřemrzlo. Při nedodržení těchto doporučení hrozí spuštění nežádoucích reakcí s následnými sensorickými změnami např. letinková příchut' atp. Po otevření piva ze spotřebitelského obalu by se mělo co nejrychleji spotřebovat, protože pivo ztrácí jak typické sensorické vlastnosti, které k němu patří, tak je větší pravděpodobnost kontaminace. (Dostálová a Kadlec, 2014).

6. ZÁVĚR

Zjistila jsem, že obsah objemových a hmotnostních procent alkoholu ve vzorcích během procesu vzrůstá a že se vzorky 12° piv přirozeně pohybují na vyšší hladině hodnot. U extraktu původní mladiny nedochází k žádným výrazným změnám naměřených hodnot, drží se stále na své hladině. Posledními sledovanými parametry byly zdánlivý extrakt mladiny a skutečný extrakt mladiny, kde dochází k rapidnímu snížení hned po započnutí výrobního procesu a následnému ustálení na spodních hraničních hodnotách. Všechny tyto změny jsou při zrání piva žádoucí a neukazují na žádné nestandardních změny. Naměřené hodnoty vypovídají o správném postupu při celé výrobě piva až do samotného konce a o skutečnosti, že během procesu nedošlo k žádným nežádoucím změnám, ani kontaminaci. Je zjevné, že piva byla vyrobena v souladu s požadavky na nezávadnost a kvalitu výrobku.

7. SEZNAM LITERATURY

- Basařová, G. (2010). *Pivovarnictví: teorie a praxe výroby piva*. Praha: Havlíček Brain Team.
- Basařová, G. (2015). *Sladařství: teorie a praxe výroby sladu*. Praha: Havlíček Brain Team.
- Bendová, O., a Kahler, M. (1981). *Pivovarské kvasinky*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury.
- Dostálová, J., a Kadlec, P. (2014). *Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin*. Ostrava: KeyPublishing.
- Hasík, T. (2013). *Svět piva a piva světa*. Praha: Grada.
- Havelková, I., Mahdiová, Z., a Žáček, M. (2004). *Zavedení systému HACCP - metodický postup*. Praha: HASAP GastroConsulting.
- Chládek, L. (2007). *Pivovarnictví*. Praha: Grada.
- Moštek, J. (1975). *Sladařství: Biochemie a technologie sladu*. Praha: SNTL.
- Saraswathy, N., a Ramalingam, P. (2011). *Concepts and techniques in genomics and proteomics*. New York: BiohealthcarePub.
- Veber, J. (2002). *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. Praha: Grada.
- Veber, J. (2007). *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele (2., aktualiz. vyd)*. Praha: Grada.
- Vent, L. (1963). *Chmelařství: organizace a technologie velkovýroby*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.

Internetové zdroje:

České pivo - České zlato [Online]. (2018). Retrieved November 19, 2018, from <https://ceskepivo-ceskezlato.cz/>

Fyzikální vlastnosti piva [Online]. (2001). Retrieved November 19, 2018, from <http://www.tech-info.cz/pivo/pivo-vlastnosti.html>

Historie pivovarnictví v České republice [Online]. (2012). Retrieved November 16, 2018, from <https://www.svet-piva.cz/clanky-o-pivu/2012/10/12/historie-pivovarnictvi-v-ceske-republice/>

Pivo – charakteristika, druhy a členění [Online]. (2017). Retrieved November 23, 2018, from <http://pivoteka-hranice.cz/2017/05/24/pivo-charakteristika-druhy-a-cleneni/>

Revoluce pokračuje. V ČR už je tolik pivovarů, jako bývalo kolem roku 1930 [Online]. (2018). Retrieved November 16, 2018, from <https://teplicky.denik.cz/podnikani/revoluce-pokracuje-v-cesku-uz-je-tolik-pivovaru-jako-byvalo-kolem-roku-1930-20180207.html>

Technologie výroby lihů a destilátů [Online]. (2018). Retrieved November 17, 2018, from http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=7365&typ=html

Potravinářská legislativa [online]. [cit. 2019-04-12]. Dostupné z: https://zakonyprolidi.cz/cs/2018=248/zneni-20181201#p39-1_1