

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělské biotechnologie – Živočišné

Katedra: potravinářských biotechnologií a kvality zemědělských produktů

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Stanovení vybraných parametrů piv z tržní sítě

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

Konzultant bakalářské práce: Dr. Ing. Jaromír Kadlec

Autor bakalářské práce: Jana Brožová

České Budějovice, 2019

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

Jméno a příjmení: **Jana BROŽOVÁ**
Osobní číslo: **Z15541**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělské biotechnologie - Živočišné**
Název tématu: **Stanovení vybraných parametrů piv z tržní sítě.**
Zadávající 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 stanovit vybrané parametry piv (mimo jiné alkohol, extrakt, extrakt zdánlivý, stupňovitost, hustota pod.) zakoupených v tržní sítě. Výsledky zpracovat tabulkově a graficky.

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

1. Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky a cíl práce
2. Literární přehled - současný stav poznání dané problematiky získaný studiem soudobé vědecké a odborné literatury
3. Materiál a metodika - popis použitých analytických metod včetně metod statistických
4. Výsledky a diskuze - tabulkové a grafické zpracování získaných dat navazující na cíl práce, jejich statistické vyhodnocení a porovnání s dostupnými literárními údaji
5. Závěr - stručné shrnutí výsledků vlastní práce, návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky
6. Seznam literatury - jednotný, podle platných citačních zásad

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **20 - 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/databaze>
- 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: **24. března 2017**
Termín odevzdání bakalářské práce: **21. dubna 2018**


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1598, 370 05 Česká Budějovice


Ing. Pavel Smetana, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 24. března 2017

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě 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 12. 4. 2019

.....

Jana Brožová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu práce, panu Ing. Pavlu Smetanovi, Ph.D. za cenné rady a pomoc při vypracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a všem nejbližším za podporu a trpělivost během celé doby studia.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá stanovením vybraných parametrů pív dostupných v tržní síti České republiky. Podstatou práce je analýza 12 vzorků pív o různém obsahu alkoholu. Na základě laboratorního měření je zjištěno, že převážná většina vzorků pív odpovídá deklarovaným hodnotám uvedeným na obalu. Pouze v případě jednoho vzorku se jedná o klamavě uvedený údaj v množství objemového alkoholu a ve dvou případech se jedná o chybné označení druhu piva.

Klíčová slova: pivo, suroviny, parametry piva

Abstract

This bachelor thesis deals with the determination of selected parameters of beers available on the market in the Czech Republic. The subject of this thesis is the analysis of 12 beer samples with different alcohol content. The laboratory measurements confirm that the vast majority of beer samples correspond to the declared values on the packaging. In only one case is discovered that the producer presents a misleading indication in volume of alcohol. In other two cases are wrongly marked the types of beer.

Keywords: beer, raw materials, parameters of beer

Obsah

1. Úvod	8
2. Literární přehled	9
2.1 Suroviny pro výrobu piva	9
2.1.1 Slad	9
2.1.2 Chmel	11
2.1.3 Voda	12
2.1.4 Pivovarské kvasinky	13
2.2 Druhy pív	14
2.3 Parametry piva	16
2.3.1 Alkohol	16
2.3.2 Zdánlivý a skutečný extrakt	16
2.3.3 Extrakt původní mladiny	16
3. Cíl práce	18
4. Materiál a metodika	19
5. Výsledky a diskuze	21
5.1 Obsah alkoholu	21
5.2 Extrakt původní mladiny	24
6. Závěr	28
7. Seznam použité literatury	29

1. Úvod

Pivo je slovo pocházející se staroslověnštiny a znamená „nápoj nejobyčejnější a nejrozšířenější“. Za jeho kolébku se považuje Mezopotámie, kde se připravovaly podobné kvašené nápoje nejméně 7000 let před naším letopočtem. Výroba postupně pronikala do celého světa, kde se technologie výroby odlišně upravovaly a daly tak světu nepřeberné množství chuťově rozmanitých produktů. I proto je pivo nejprodávanějším alkoholickým nápojem téměř po celém světě.

V České republice je pivo velmi populární a je považováno za národní nápoj, který má dlouholetou tradici, a proto se od roku 2008 můžeme pyšnit chráněným zeměpisným označením „České pivo“. Těší se velké oblibě a stává se tak i významným turistickým cílem. Jeho popularita a rozmanitost chutě přispěly k rozvoji v současné době velmi oblíbených minipivovarů – tedy malých pivovarů s výstavem piva do 10 tisíc hektolitrů ročně. V současné době je jich v České republice již více než 400. Hitem se staly především proto, že nabízejí piva spojená s lokálním příběhem a vazbou na místní region a zejména jejich chuť a vůně se výrazně liší od, dnes již dosti standardních, piv velkých výrobců.

2. Literární přehled

2.1 Suroviny pro výrobu piva

Pivo je slabě alkoholický nápoj, který je vyroben z obilných sladů, vody a chmele za účasti pivovarských kvasinek (Basařová *et al.*, 2010). Podle vyhlášky č. 248/2018 Sb. se pivem rozumí pěnivý nápoj vyrobený zkvašením mladiny připravené ze sladu, vody, neupraveného chmele, upraveného chmele nebo chmelových výrobků, který vedle kvasným procesem vzniklého etanolu a oxidu uhličitého obsahuje i určité množství neprozkvašeného 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 přidávkem lihovin nebo ostatních alkoholických nápojů.

2.1.1 Slad

Slad je základní surovinou pro výrobu piva. Již 7000 let před naším letopočtem se v Mezopotámii pěstovalo obilí, zejména ječmen, pšenice a proso, které se využívalo nejen pro výrobu chleba, ale zřejmě i pro přípravu kvašených nápojů podobných pivu (Basařová *et al.*, 2010). Tato piva byla pravděpodobně dosti silná, měla vyšší obsah bílkovin, nižší obsah alkoholu a byla sladší, než je tomu v dnešní době. Umění výroby tohoto nápoje se rozšířilo z Egypta i k Řekům a Římanům (Cortacero-Ramírez *et al.*, 2003).

Při procesu sladování obilných zrn ječmene či jiné obiloviny dochází k enzymatickým přeměnám endospermu a k vytvoření typických chuťových, aromatických a barvicích látek (Vyhláška č. 248/2018 Sb.). Pro přípravu sladu se nejčastěji používá ječmen setý dvouřadý (*Hordeum vulgare* convar. *distichon*), za jehož nejkvalitnější varietu se považuje ječmen setý dvouřadý nicí (*H. vulgare* convar. *vulgare* var. *nutans*) (Basařová *et al.*, 2015). K výrobě sladů se využívá převážně jarních ječmenů, neboť ozimé odrůdy mohou způsobovat technologické problémy. Kromě ječmene se používá i jiných druhů obilovin, např. pšenice pro výrobu piva pšeničného (Kadlec *et al.*, 2009; Basařová *et al.*, 2010).

- **Druhy sladů**

Jednotlivé druhy sladů se získávají úpravami postupů máčení a klíčení, kterými lze regulovat biosyntézu a aktivitu sladových enzymů působících na určité složky

extraktu. Úprava technologie hvozdnění či pražení zajistí míru tvorby barevných a aromatických sloučenin. Z technologického hlediska výroby piva je důležité používat slad připravený z jedné odrůdy ječmene, či ze dvou odrůd, ale musí být geneticky podobné. Celosvětově se produkují především světlé slady plzeňského typu a tmavé slady mnichovského typu. Přejodným druhem mezi světlým a tmavým sladem je vídeňský slad. Využívají se i speciální slady (např. karamelové, barvicí, nakuřované slady) pro zvýraznění určitých kvalitativních a specifických vlastností světlých a tmavých piv (Basařová *et al.*, 2010; Basařová *et al.*, 2015).

- **Kvalita sladu**

Kvalita sladu závisí na odrůdě použité obiloviny i na její sklizni, která by měla proběhnout v plné zralosti zrna. Předčasná sklizeň má negativní vliv na výnos i jakost ječmene (Basařová *et al.*, 2015). Dále závisí na podmínkách skladování. Ječmen o vyšší vlhkosti není vhodné skladovat, jelikož by došlo ke ztrátám extraktu prodýcháním a k pomnožení infekčních mikroorganismům, proto ječmen podstupuje proces sušení. Na jakosti konečného sladu se podílí i použitá technologie sladování. Kvalita sladu má vliv na fyzikálně-chemické, biochemické a organoleptické vlastnosti piva (Basařová *et al.*, 2010).

- **Chemické složení ječmene**

Ječmen obsahuje 80-90 % sušiny, kterou tvoří různé organické dusíkaté i bezdusíkaté látky a anorganické látky. Nejvýznamnější složkou obilky je škrob, což je organická polysacharidická sloučenina (Basařová *et al.*, 2015). Při chemické analýze se sleduje zejména obsah vody, škrobu, celkových extraktivních látek a bílkovin (Kadlec *et al.*, 2009).

Škrob

Škrob má funkci rezervního polysacharidu a je zásobárnou živin pro klíček v době jeho vývinu. V procesu asimilace CO₂ při fotosyntéze vzniká škrob enzymaticky z jednoduchých sacharidů. Ve zralém zrně je nepravidelně rozmístěn v endospermu, kde se nachází ve škrobových zrnech, jejichž stěny jsou složeny z neškrobových polysacharidů a proteinů (Basařová *et al.*, 2010; Hartman *et al.*, 2010). Tato zrna se dělí na velká a malá, kdy velká zrna mají rozměr 25-30 μm a zrna malá dosahují velikosti 1-5 μm. Velká škrobová zrna jsou, oproti malým zrnům, lépe degradovatelná amylolytickými enzymy ve varném procesu, protože obsahují méně doprovodných látek.

U kvalitních odrůd ječmene je škrob obsažen v sušině z 62-65 %. Škrob se skládá z molekuly amylozy a amylopektinu, přičemž amyloza má 20-25 % zastoupení a amylopektin 75-80 %. Škrob je významný hlavně pro proces rmutování, kdy se působením amylytických enzymů štěpí na zkvasitelné cukry (Kadlec *et al.*, 2009; Basařová *et al.*, 2010; Basařová *et al.*, 2015).

Extrakt

Extraktivnost sladu má pozitivní vliv na kvalitu finálního výrobku a ovlivňuje výsledky kvašení, chemické složení piva i jeho organoleptické vlastnosti (Basařová *et al.*, 2015).

Vlhkost

Vyšší vlhkost (obsah vody) snižuje extraktivnost sladu, může vést k rozvoji mikrobiální kontaminace anebo k problémům při kvašení. Vlhkost u čerstvě odhvozděných světlých sladů je kolem 3,5 % a u tmavých sladů kolem 2 %. U odleželých sladů se vlhkost lehce zvyšuje, což má příznivý vliv při mletí, neměla by přesáhnout 6 % (Basařová *et al.*, 2010; Basařová *et al.*, 2015).

2.1.2 Chmel

Kadlec *et al.* (2009) uvádějí, že chmel je nenahraditelnou surovinou, a i když se jí využívá z pivovarských surovin nejméně, výrazně ovlivňuje chuť a vůni piva. Chmel otáčivý (*Humulus lupulus* L.) patří k čeledi rostlin konopovitých (*Cannabaceae*). Z pěstitelského hlediska je velmi náročnou rostlinou. Vhodné podmínky jsou především v oblasti mírného pásma severní polokoule. Z klimatických podmínek je rostlina velmi náročná na světlo, vláhu a teplotu. Tyto faktory tak výrazně ovlivňují jakost chmele. Chmel je náročný i na vlastnosti půdy, kdy jsou ideální hluboké ornice se spodní vodou o pH 5,6 až 7,5.

Hlavními částmi chmelové rostliny jsou kořenová soustava, lodyha (réva) s pazochy a listy s květenstvím, které se v průběhu zrání změní na chmelové hlávky. K pivovarským účelům se pěstují pouze samičí rostliny, jejichž květenství má zůstat neoplozeno, protože hlávky oplodněné samičí rostliny mají nižší obsah lupulinu a celkově horší pivovarskou kvalitu (Hlaváček a Lhotský, 1966; Basařová *et al.*, 2010).

V České republice se chmel pěstuje ve třech oblastech – Žatecké, Úštěcké a Tršické. Zdejší klimatické a půdní podmínky přispívají k výjimečnému charakteru

českých chmelů. Česká republika zaujímá čtvrté místo mezi největšími světovými producenty po Německu, USA a Číně. Hlavní pěstovanou odrůdou je žatecký poloraný červeňák (Kadlec *et al.*, 2009; Svaz pěstitelů chmele ČR, 2013).

- **Odrůdy chmele**

V pěstitelské praxi se chmely rozdělují podle zbarvení chmelové révy na červeňáky a zeleňáky. Červeňáky se pěstují převážně v Evropě (Česká republika, Německo, Polsko, Slovinsko) a zeleňáky zejména v Anglii, USA a Austrálii. Podle vegetační doby zrání se pak odrůdy dělí na rané, polorané a pozdní (Hlaváček a Lhotský, 1966; Basařová *et al.*, 2010).

- **Chemické složení chmele**

Hlavní technologicky významné složky chmele ovlivňující průběh výroby i kvalitu piva jsou polyfenoly, silice a chmelové pryskyřice (hořké látky). Důležitý je i obsah vody, který by se měl po usušení pohybovat v rozmezí 10 až 11 %, protože příliš suché chmele ztrácí technologicky cenné látky (především hořké látky) a naopak ty s vyšším obsahem vody jsou snadno napadány mikroorganismy. Klíčovou složkou jsou chmelové pryskyřice, které se rozdělují na měkké chmelové pryskyřice (α -hořké kyseliny a β -hořké kyseliny), nesespecificky měkké pryskyřice a tvrdé pryskyřice. Většinově zastoupené α -hořké kyseliny jsou tvořeny směsí homologů, obsahující humulon, kohumulon, adhumulon, prehumulon a posthumulon. Také β -hořké kyseliny jsou směsí obsahující lupulon, kolupulon, adlupulon, prelupulon a postlupulon. (Hlaváček a Lhotský, 1966; Basařová *et al.*, 2010).

Další významnou skupinou látek jsou chmelové silice, které sice během chmelovaru částečně vytěkají a zoxidují, ale zbylé transformované látky vytváří typické aroma piva. Chmelové silice jsou směsí několika set látek různého chemického složení, fyzikálních vlastností i aroma, které nebyly dosud zcela identifikovány. Polyfenoly mají význam v technologii a v kvalitě piva, kdy přispívají k řízu a plnosti piva, ale přisuzují se jim i příznivé zdravotní vlastnosti. Polyfenoly svými redukčními schopnostmi chrání chmelové pryskyřice před oxidací. (Kadlec *et al.*, 2009; Basařová *et al.*, 2010).

2.1.3 Voda

Voda je ve sladařství a pivovarnictví jednou z nejzásadnějších surovin, neboť má přímý vliv na kvalitu sladu a piva. Vody se objemově spotřebuje ze všech základních

surovin pro výrobu piva nejvíce (Kadlec *et al.*, 2009). V zásadě musí odpovídat normě pro pitnou vodu, zejména z hlediska hygienické a zdravotní nezávadnosti. Voda se dělí podle účelu použití na varní vodu, mycí a sterilační vodu a provozní vodu. Pro kvalitu finálního výrobku je velmi důležitá tzv. tvrdost vody. Tímto pojmem se vyjadřuje součet obsahu vápenatých, hořečnatých a barnatých iontů (Basařová *et al.*, 2010). Vyjadřuje se v milimolech na litr.

Z hlediska tvrdosti se rozlišují vody:

- velmi měkké (do 0,7 mmol.l⁻¹);
- měkké (0,7-1,3 mmol.l⁻¹);
- středně tvrdé (1,3-2,1 mmol.l⁻¹);
- dosti tvrdé (2,1-3,2 mmol.l⁻¹);
- tvrdé (3,2-5,3 mmol.l⁻¹);
- velmi tvrdé – nad 5,3 mmol.l⁻¹ (Kadlec *et al.*, 2009).

• Druhy pivovarských vod

Chemické složení varní vody má vliv na chuť, barvu a také trvanlivost piva. K výrobě typických druhů piv je zapotřebí použít vody odpovídajícího chemického složení. V Evropě se za typické pivovarské vody považuje voda plzeňská, mnichovská, dortmundská a vídeňská. Plzeňská voda je měkká, obsahuje menší podíl anorganických látek a používá se pro výrobu silně chmelených světlých piv. Mnichovská voda je střední až tvrdá, využívá se k výrobě nasládlých tmavých piv bavorského typu. Voda dortmundská je velmi tvrdá a hodí se pro výrobu světlých silných piv, která jsou hluboce prokvašená. Vídeňská voda je velmi tvrdá pro piva na pomezí mezi světlým a tmavým (Hlaváček a Lhotský, 1966; Basařová *et al.*, 2010).

2.1.4 Pivovarské kvasinky

Kvasinky byly používány pro fermentace potravin a nápojů po tisíce let. Četné zkušenosti s kvašením vedly ke zlepšení technologií a ke schopnostem optimalizovat fermentační proces v průmyslovém měřítku. Dnes je pro každý jeden kvasný proces k dispozici mnoho různých kmenů (Lodolo *et al.*, 2008; Gallone *et al.*, 2017). S pojmem kvasinky se lze setkat zpravidla v laboratořích, zatímco pod pojmem kvasnice se rozumí aktivní biomasa kvasinek používaných v provozu. Průmyslová i domácí výroba piva, vína a jiných alkoholických nápojů probíhá za přítomnosti kvasinek, a to převážně druhu *Saccharomyces cerevisiae*. (Basařová *et al.*, 2010). V pivovarství se využívají dva

základní druhy – svrchní kvasinky (*Saccharomyces cerevisiae*), které slouží zejména pro výrobu piv typů Ale, Stout, Porter a spodní kvasinky (*Saccharomyces pastorianus*), ze kterých jsou piva plzeňského typu (Kadlec et al., 2009).

- **Svrchní pivovarské kvasinky** (*Saccharomyces cerevisiae*)

Svrchní pivovarské kvasinky tvoří v kvasící tekutině suspenzi a téměř nesedimentují na dno. Při procesu kvašení jsou vynášeny na hladinu, kde tvoří hustou pěnu, kterou je nutné včas odstraňovat. Proto jsou kvasinky nazývány svrchními a piva vyrobená za jejich účasti se nazývají piva svrchně kvašená (Hlaváček a Lhotský, 1966). Basařová et al. (2010) uvádějí, že svrchní kvašení probíhá v teplotním rozmezí 18 až 22 °C, zatímco Hlaváček a Lhotský (1966) zmiňují teplotní optimum 10 °C až 25 °C.

- **Spodní pivovarské kvasinky** (*Saccharomyces pastorianus*)

Tyto kvasinky se při kvašení shlukují a sedimentují na dně kvasné nádoby, proto se technicky označují za kvasinky spodní a piva z nich vyrobená jsou spodně kvašená (Hlaváček a Lhotský, 1966). Teploty spodního kvašení se pohybují v rozmezí 7 °C až 15 °C (Basařová et al., 2010), avšak Hlaváček a Lhotský (1966) uvádějí, že vhodné teplotní optimum se nachází v rozmezí 6 °C až 8 °C.

2.2 Druhy piv

Pivo dělíme do 4 skupin podle barvy – světlé, polotmavé, tmavé a řezané, které je vyrobené smíšením světlého a tmavého piva. Dle vyhlášky č. 335/1997 Sb., která je nyní již zrušena, se piva dělila podle původního extraktu a způsobu konečné úpravy na jedenáct podskupin:

- a) stolní pivo – vyrobeno převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny do 6 % hm.,
- b) výčepní pivo – vyrobeno převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 7 až 10 % hm.,
- c) ležák (lager) – vyrobeno převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 11 až 12 % hm.,
- d) speciální pivo – vyrobeno převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny 13 % hm. a vyšším,
- e) Porter (tmavé pivo) – vyrobeno převážně z ječných sladů s extraktem původní mladiny minimálně 18 % hm.,

- f) pivo se sníženým obsahem alkoholu – obsahuje nejvýše 1,2 % obj. (1,0 % hm.) alkoholu,
- g) nealkoholické pivo – obsahuje nejvýše 0,5 % obj. (0,4 % hm.) alkoholu (Dostálová *et al.*, 2014),
- h) pšeničné pivo – více než jedna třetina hmotnosti extraktu pochází z pšeničného sladu (Basařová *et al.*, 2010),
- i) pivo z jiných obilovin – více než jedna třetina hmotnosti extraktu pochází ze sladu jiné obiloviny než z ječmene nebo pšenice,
- j) kvasnicové pivo – vyrobeno dodatečným přídavkem čisté kvasničné kultury nebo podílu rozkvašené mladiny do hotového piva,
- k) ochucené pivo – vyrobeno s přídavkem aromatických látek, potravin či lihovin (Dostálová *et al.*, 2014).

Tento způsob členění piv byl od 1. 12. 2018 mírně pozměněn vyhláškou č. 248/2018 Sb. Spodně kvašené pivo s extraktem původní mladiny 11 až 12 % hm. se nazývá ležák, svrchně kvašené pivo s extraktem původní mladiny 11 až 12 % hm. pak plné pivo. Speciální piva s extraktem původní mladiny 13 % hm. a vyšším se nově označují jako silná piva. Pivo se sníženým obsahem alkoholu (nejvýše 1,2 % obj.) se nyní nazývá nízkoalkoholické pivo (Vyhláška č. 248/2018 Sb.)

V minulosti se na pivních etiketách uváděla tzv. stupňovitost. Ta vyjadřovala hodnotu extraktu původní mladiny (EPM), ze které bylo pivo vyrobeno. Konzumenti tak rozdělovali piva na desítky, jedenáctky, dvanáctky atd. Alkohol v pivu představoval asi jednu třetinu stupňovitosti (Basařová *et al.*, 2010).

Na základě způsobu kvašení je možné pivo dělit na spodně kvašená, svrchně kvašená a spontánně kvašená piva:

- a) spodně kvašená piva – do této skupiny se řadí tradiční ležáky plzeňského typu, piva vídeňského typu nebo piva mnichovského typu;
- b) svrchně kvašená piva – mezi svrchně kvašená piva patří piva typu Ale (např. India Pale Ale = IPA), ale i piva typu Stout, Porter či pšeničná piva;
- c) spontánně kvašená piva – pro výrobu se používá specifická mikroflóra tvořená různými druhy divokých kvasinek a bakterií. Spontánně kvašené pivo je například belgické pivo typu Lambic (Mezerová, 2017).

2.3 Parametry piva

2.3.1 Alkohol

Obsah alkoholu (etanolu) má zásadní vliv na jakost piva a u stejného druhu závisí na stupni prokvašení. Alkohol je důležitou složkou ovlivňující chuť a také zvyšuje biologickou trvanlivost tím, že zpomaluje vývoj některých druhů bakterií (Hlaváček a Lhotský, 1966). Po celém světě se obsah alkoholu pohybuje od méně než 0,05 % objemových v pivech nealkoholických až po 12,5 % objemových v britském pivu Thomas Hardy Ale, které je jedním z nejsilnějších na světě (Cortacero-Ramírez *et al.*, 2003).

Alkohol vzniká společně s oxidem uhličitým při procesu kvašení – viz rovnice č. 1 (Basařová *et al.*, 2010).

Rovnice č. 1: Souhrnná rovnice pro tvorbu alkoholu a oxidu uhličitého



2.3.2 Zdánlivý a skutečný extrakt

Zdánlivý extrakt se stanovuje sacharometrem nebo vyčíslením z měrné hmotnosti a je nižší než extrakt skutečný. Je to způsobeno tím, že při sacharometrickém stanovení se pivo neupravuje, obsahuje látky lehčí než voda (hlavně alkohol) a není zde započtena ztráta extraktu při kvašení. Skutečný extrakt je stanovován v pivu po odpaření alkoholu a doplnění vodou na původní hmotnost (Basařová *et al.*, 2010).

2.3.3 Extrakt původní mladiny

Zdánlivý extrakt, skutečný extrakt, alkohol a extrakt původní mladiny mají určitou souvislost, což prof. K. J. N. Balling zpracoval do attenuační teorie kvašení, vymezil význam termínu prokvašení piva a sestavil vzorec pro výpočet extraktu původní mladiny (rovnice č. 2).

Rovnice č. 2: Velký Ballingův vzorec

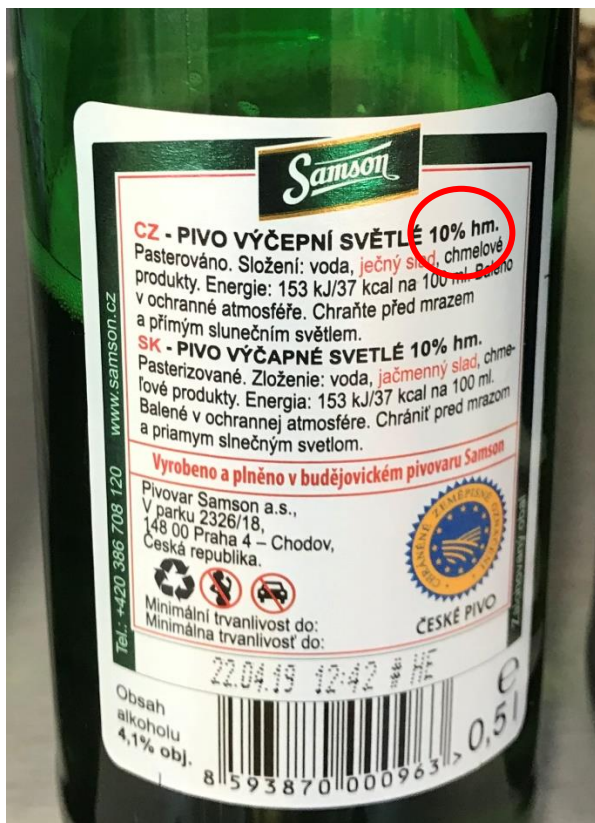
$$E_p = \frac{100(2,0065 A + E_s)}{100 + 1,0665 A},$$

kde E_p je extrakt původní mladiny v %, A je obsah alkoholu v % hmot. a E_s je zbytkový extrakt v % hmot. (Basařová *et al.*, 2010).

Extrakt původní mladiny (EPM) udává hmotnostní podíl vody a všech extraktivních látek v mladině před kvašením. Jedná se především o cukernaté složky,

a to zkvasitelné, které se přemění na alkohol a oxid uhličitý, a nezkvasitelné, které pozitivně ovlivňují plnost piva (Pivní klenoty, 2014). Na pivní etiketě se hodnota EPM uvádět nemusí, ale někteří výrobci tento údaj uvádějí (obrázek č. 1).

Obrázek č. 1: Hodnota extraktu původní mladiny na etiketě



Extrakt původní mladiny je důležitým faktorem především pro výrobce piv, kteří musí odvádět spotřební daň. Výše daně se odvíjí od roční výroby pivovaru v hektolitrech a od koncentrace piva. Zákon č. 353/2003 Sb. definuje, že tato koncentrace se vyjadřuje v hmotnostních procentech jako procentní obsah extraktu původní mladiny, který se stanoví výpočtem podle velkého Ballingova vzorce.

3. Cíl práce

Cílem práce je stanovit vybrané parametry piv (mimo jiné obsah alkoholu, extrakt, extrakt zdánlivý, extrakt původní mladiny apod.) zakoupených v tržní síti v České republice a porovnat je s deklarovanými údaji na etiketách výrobků. Získané výsledky zpracovat tabulkově a graficky.

4. Materiál a metodika

V tržní síti v České republice (super- a hypermarkety) byla zakoupena piva od různých výrobců a o různé stupňovitosti (obsahu alkoholu). Vzorky byly umístěny do chladicího boxu při teplotě +5 °C. Před jejich rozbořem byl každý vzorek temperován na +20 °C, mechanicky zbaven oxidu uhličitého a následně bylo provedeno stanovení vybraných parametrů (tabulka č. 1) na přístroji FermentoFlash (FunkeGerber, Německo – obrázek č. 2). Každý vzorek byl analyzován 3 krát. Výsledky byly statisticky zpracovány pomocí programu Microsoft Excel (Microsoft, USA).

Tabulka č. 1: Analyzované parametry piva na přístroji FermentoFlash (FunkeGerber)

Analyzovaný parametr	Hodnota výsledku v
Alkohol objemově	% obj.
Alkohol hmotnostně	% hm.
Extrakt zdánlivý	%
Extrakt skutečný	%
Extrakt původní mladiny (EPM)	%

Obrázek č. 2: Přístroj FermentoFlash (FunkeGerber)



- **Vzorky**

Výběr vzorků byl zvážen tak, aby obsahoval co nejširší škálu druhů piv s různým obsahem alkoholu. Ve výběru byly zahrnuty světlá výčepní piva, ležáky, speciální piva i Porter. Přehled vzorků je uveden v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Přehled vybraných vzorků piv

Vzorek	Název	Výrobce	Obsah alkoholu	Druh
A	Piráť	Pivovar Holba, a.s., Hanušovice	3,5 % obj.	Světlé výčepní
B	Staropramen Smíchov	Pivovary Staropramen s.r.o., Praha	4,0 % obj.	Světlé výčepní
C	Samson	Pivovar Samson a.s., České Budějovice	4,1 % obj.	Světlé výčepní
D	Gambrinus originál 10	Plzeňský Prazdroj, a.s., Plzeň	4,3 % obj.	Světlé výčepní
E	Pilsner Urquell	Plzeňský Prazdroj, a.s., Plzeň	4,4 % obj.	Světlý ležák
F	Velkopopovický Kozel 11	Plzeňský Prazdroj, a.s., Plzeň	4,6 % obj.	Světlý ležák
G	Budweiser Budvar B: Original	Budějovický budvar, České Budějovice	5,0 % obj.	Světlý ležák
H	Svijanská kněžna	Pivovar Svijany a.s., Svijany	5,2 % obj.	Tmavé speciální pivo
CH	Bernard IPA	Rodinný pivovar Bernard a.s., Humpolec	5,6 % obj.	Svrchně kvašený světlý ležák (plné pivo)
I	Radegast Extra Hořká 15	Plzeňský Prazdroj, a.s., Plzeň	6,5 % obj.	Polotmavé speciální pivo
J	Bud B: Strong	Budějovický budvar, České Budějovice	7,5 % obj.	Světlé speciální pivo
K	Pardubický porter	Pardubický pivovar a.s., Pardubice	8,0 % obj.	Tmavé pivo Porter

5. Výsledky a diskuze

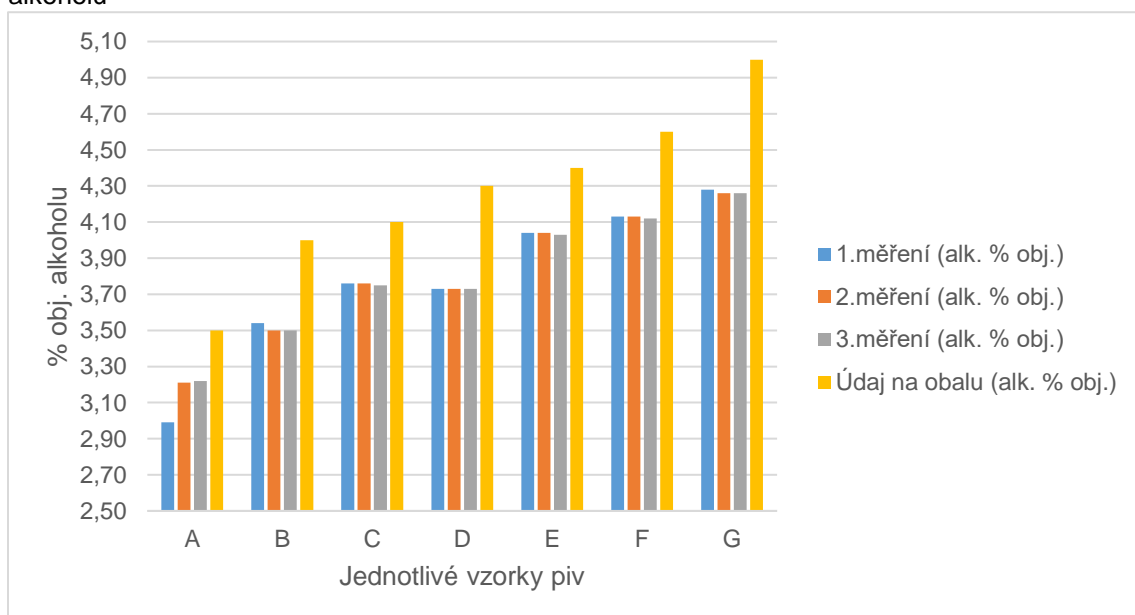
5.1 Obsah alkoholu

Obsah alkoholu byl analyzován přístrojem FermentoFlash u 12 vzorků piv o různém obsahu alkoholu a porovnán s deklarovanou hodnotou na obalu. Pro přehlednost jsou výsledky měření rozděleny na dvě části, kdy v první části je věnována pozornost vzorkům piv s obsahem objemového alkoholu do 5 % a v části druhé vzorkům s obsahem objemového alkoholu od 5 %. Výsledky první části jsou zpracovány v tabulkách č. 3 a 4 a v grafu č. 1. Výsledky druhé části jsou v tabulkách č. 5 a 6 a grafu č. 2.

Tabulka č. 3: Obsah alkoholu ve vzorcích piv do 5 % obj. alkoholu a jeho deklarovaná hodnota

Vzorek piva	1.měření (alk. % obj.)	2.měření (alk. % obj.)	3.měření (alk. % obj.)	Směrodatná odchylka	Údaj na obalu (alk. % obj.)
A	2,99	3,21	3,22	0,13	3,50
B	3,54	3,50	3,50	0,02	4,00
C	3,76	3,76	3,75	0,01	4,10
D	3,73	3,73	3,73	0,00	4,30
E	4,04	4,04	4,03	0,01	4,40
F	4,13	4,13	4,12	0,01	4,60
G	4,28	4,26	4,26	0,01	5,00

Graf č. 1: Porovnání skutečného a deklarovaného obsahu alkoholu ve vzorcích piv do 5 % obj. alkoholu



Tabulka č. 4: Rozdíl skutečné a deklarované hodnoty objemového alkoholu do 5 % obj. u vzorků pív

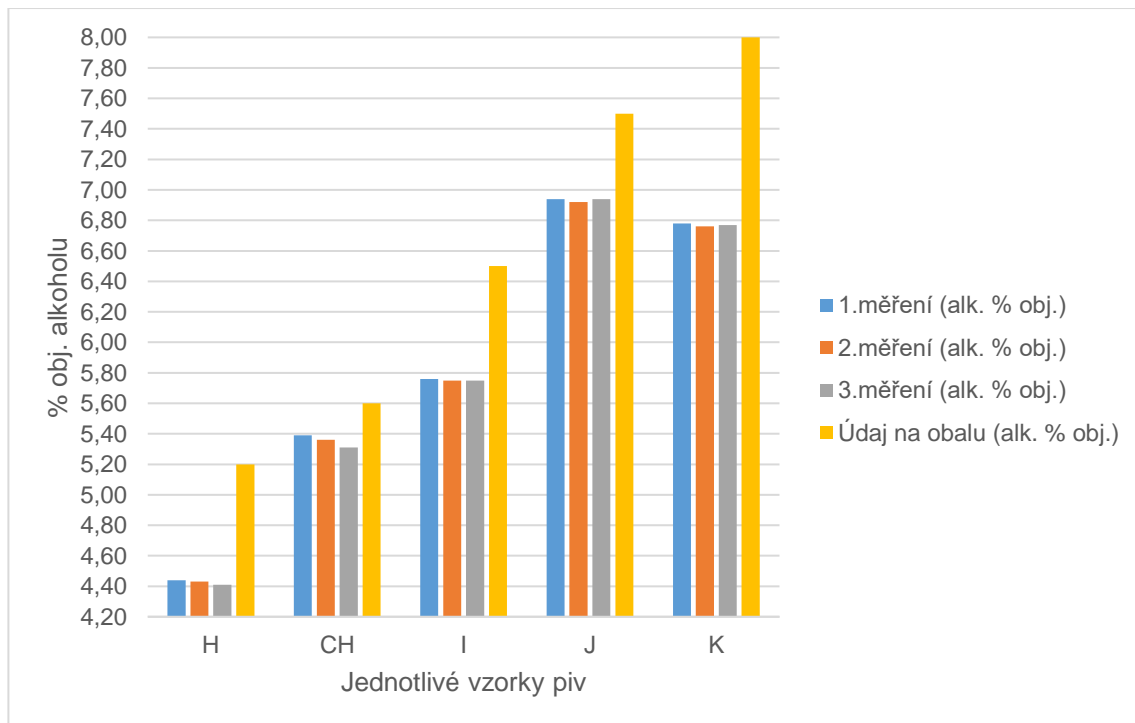
Vzorek piva	Údaj na obalu (alk. % obj.)	Skutečná hodnota (alk. % obj.)	Rozdíl (% obj.)
A	3,50	3,14	0,36
B	4,00	3,51	0,49
C	4,10	3,76	0,34
D	4,30	3,73	0,57
E	4,40	4,04	0,36
F	4,60	4,13	0,47
G	5,00	4,27	0,73

Tabulka č. 4 zobrazuje rozdíl obsahu alkoholu mezi zprůměrovanými naměřenými hodnotami a hodnotami deklarovanými výrobcem na etiketě piva. Na základě toho bylo zjištěno, že nejmenší rozdíl v obsahu alkoholu je u vzorku C (Samson), kdy rozdíl činil 0,34 % obj. Naopak největší rozdíl mezi naměřenou hodnotou a hodnotou deklarovanou výrobcem je patrný u vzorku G (Budweiser Budvar B: Original), kdy byl rozdíl 0,73 % obj. Vzorky A (Piráť) a E (Pilsner Urquell) měly shodný rozdíl 0,36 % obj. Vzorky B (Staropramen Smíchov), D (Gambrinus originál 10) a F (Velkopopovický Kozel 11) vykazovaly rozdíly 0,49 % obj., 0,57 % obj. a 0,47 % obj., což se nejvíce jeví jako markantní odchylky.

Tabulka č. 5: Obsah alkoholu ve vzorcích pív od 5 % obj. alkoholu a jeho deklarovaná hodnota

Vzorek piva	1.měření (alk. % obj.)	2.měření (alk. % obj.)	3.měření (alk. % obj.)	Směrodatná odchylka	Údaj na obalu (alk. % obj.)
H	4,44	4,43	4,41	0,02	5,20
CH	5,39	5,36	5,31	0,04	5,60
I	5,76	5,75	5,75	0,01	6,50
J	6,94	6,92	6,94	0,01	7,50
K	6,78	6,76	6,77	0,01	8,00

Graf č. 2: Porovnání skutečného a deklarovaného obsahu alkoholu ve vzorcích piv od 5 % obj. alkoholu



Tabulka č. 6: Rozdíl skutečné a deklarované hodnoty objemového alkoholu od 5 % obj. u vzorků piv

Vzorek piva	Údaj na obalu (alk. % obj.)	Skutečná hodnota (alk. % obj.)	Rozdíl (% obj.)
H	5,20	4,43	0,77
CH	5,60	5,35	0,25
I	6,50	5,75	0,75
J	7,50	6,93	0,57
K	8,00	6,77	1,23

Z tabulky č. 6 je zřejmé, že vzorek K (Pardubický porter) měl rozdíl mezi skutečným a deklarovaným obsahem alkoholu 1,23 % obj., což znamená, že výrobce uvádí na obalu klamavý údaj a přivádí tak spotřebitele v omyl. Za tuto skutečnost by mohl daný pivovar obdržet finanční postih. Nízký obsah alkoholu by mohl být způsoben nesprávnou výrobní technologií, či nevhodným skladováním výrobku. Oproti tomu

analýza vzorku CH (IPA Bernard) prokázala největší shodu mezi skutečnou a deklarovanou hodnotou, kdy rozdíl byl 0,25 % obj.

Tabulka č. 7 zobrazuje statistické vyhodnocení jednotlivých vzorků pív v programu Statistica na základě tří měření a jejich hladině průměrnosti p.

Tabulka č. 7: Statistické vyhodnocení hladiny průměrnosti u vzorků pív

Vzorek piva	1.měření (alk. % obj.)	2.měření (alk. % obj.)	3.měření (alk. % obj.)	Hladina průměrnosti p
A	2,99	3,21	3,22	0,04
B	3,54	3,50	3,50	0,00
C	3,76	3,76	3,75	0,00
D	3,73	3,73	3,73	0,00
E	4,04	4,04	4,03	0,00
F	4,13	4,13	4,12	0,00
G	4,28	4,26	4,26	0,00
H	4,44	4,43	4,41	0,00
CH	5,39	5,36	5,31	0,03
I	5,76	5,75	5,75	0,01
J	6,94	6,92	6,94	0,03
K	6,78	6,76	6,77	0,00

Ve statistickém programu bylo zjištěno, že všech 12 vzorků odpovídá na hladině průměrnosti na 95 % údajů na obalu.

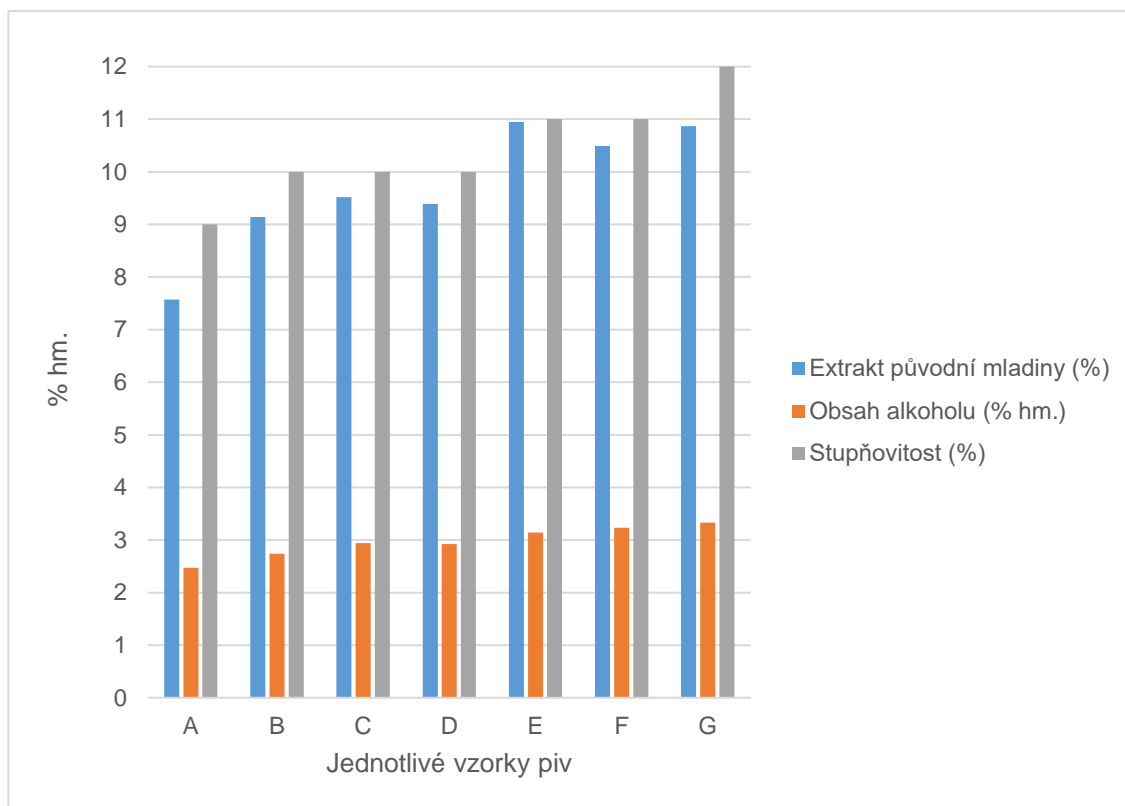
5.2 Extrakt původní mladiny

Extrakt původní mladiny byl analyzován u všech 12 vzorků pív. Zprůměrované výsledky měření extraktu původní mladiny a obsahu alkoholu v hmotnostních procentech jsou uvedeny v tabulce č. 8 a grafech č. 3 a 4. Pro porovnání byla do tabulky a grafů zahrnuta stupňovitost jednotlivých pív.

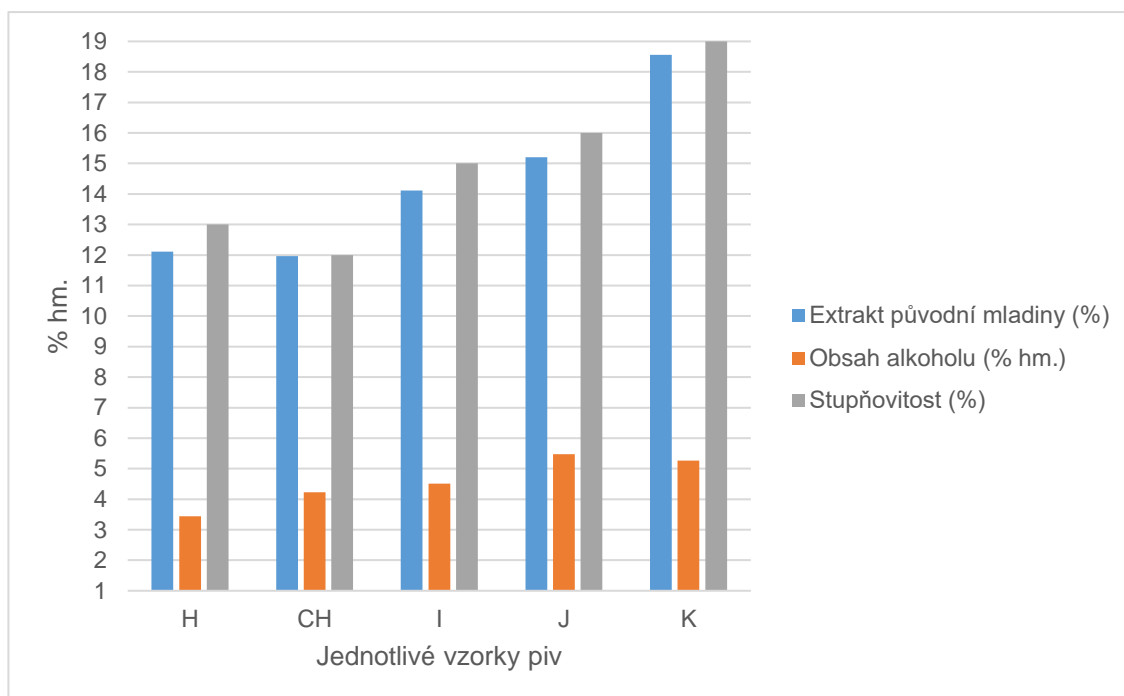
Tabulka č. 8: Výsledky měření extraktu původní mladiny, obsahu alkoholu (% hm.) a stupňovitosti ve vzorcích pív

Vzorek piva	Extrakt původní mladiny (%)	Obsah alkoholu (% hm.)	Stupňovitost (%)
A	7,57	2,47	9,00
B	9,14	2,74	10,00
C	9,52	2,94	10,00
D	9,39	2,92	10,00
E	10,95	3,14	11,00
F	10,49	3,23	11,00
G	10,87	3,33	12,00
H	12,11	3,44	13,00
CH	11,96	4,23	12,00
I	14,11	4,51	15,00
J	15,20	5,48	16,00
K	18,56	5,26	19,00

Graf č. 4: Porovnání extraktu původní mladiny, obsahu alkoholu (% hm.) a stupňovitosti u vzorků A-G



Graf č. 5: Porovnání extraktu původní mladiny, obsahu alkoholu (% hm.) a stupňovitosti u vzorků H-K



Podle vyhlášky č. 248/2018 Sb. se piva dělí podle extraktu původní mladiny na:

- výčepní piva s extraktem původní mladiny 7-10 % hm,
- ležáky (spodně kvašená piva) s extraktem původní mladiny 11-12 % hm.,
- plná piva (svrchně kvašená piva) s extraktem původní mladiny 11-12 % hm.,
- silná piva s extraktem původní mladiny 13 % hm. a vyšším.

Z tabulky je patrné, že vzorky piva A (Piráť), B (Staropramen Smíchov), C (Samson) a D (Gambrinus originál 10) s extraktem původní mladiny v rozmezí 7-10 % hm. odpovídají výčepním pivům, což uvádějí i výrobci. U vzorků E (Pilsner Urquell) a G (Budweiser Budvar B: Original) byl zjištěn extrakt původní mladiny 10,95 a 10,87 % hm., což po zaokrouhlení na celé číslo dosahuje hodnoty 11 % hm., lze je tak definovat jako ležáky. Naopak vzorek F (Velkopopovický Kozel 11), označovaný výrobcem jako ležák, dosahuje hodnoty EPM 10,49 % hm., po zaokrouhlení na celé číslo se tedy nejedná o ležák, ale o pivo výčepní. Vzorek I (Radegast Extra hořká 15) obsahoval 14,11 % hm. EPM a vzorek J (Bud B: Strong) 15,20 % hm. EPM, což odpovídá definici silných pív. U těchto vzorků výrobci uvádějí na etiketách označení speciální pivo, což je definice platná dle vyhlášky č. 335/1997 Sb., kterou však od 1. 12. 2018 ruší vyhláška č. 248/2018 Sb. Nejedná se ale o chybu, neboť pivovary mohou používat staré etikety do konce roku 2019.

Vzorek H (Svijanská kněžna) s hodnotou extraktu původní mladiny 12,11 % hm. neodpovídá výrobcem uváděnému speciálnímu (silnému) pivu. U vzorku CH (Bernard IPA) byl zjištěn extrakt původní mladiny 11,96 % hm. a řadí se tak podle platné vyhlášky k plným pivům. Vzorek K (Pardubický porter) označuje výrobce jako Porter, čemuž odpovídá i naměřená hodnota EPM 18,56 % hm. Toto označení však vyhláška č. 248/2018 Sb. zcela zrušila a nově se tak vzorek řadí k silným pivům.

6. Závěr

V této bakalářské práci byl analyzován obsah alkoholu u 12 vzorků piv různých výrobců a porovnáván s deklarovaným údajem na obalu. Z naměřených výsledků je patrné, že se výrazně neliší od udávaných hodnot na pivní etiketě. Pouze u piva Pardubický Porter s rozdílem 1,23 % hm. výrobce klamavě označuje svůj produkt a tím negativně ovlivňuje spotřebitele, který nemůže tuto skutečnost nijak rozpoznat. Nízký obsah alkoholu by mohl být způsoben nesprávnou výrobní technologií, či nevhodným skladováním výrobku.

Na základě výsledků hodnot extraktu původní mladiny bylo porovnáváno, zda výrobci uvádějí správnou definici druhu svého výrobku. Hodnoty u dvou vzorků zcela neodpovídaly druhu piva, jaké výrobci prezentují na pivní etiketě. Jedním z nesprávně označovaných piv byl Velkopopovický Kozel 11, který dosahoval 10,49 % hm. extraktu původní mladiny, což pivo nedefinuje jako ležák, nýbrž jako pivo výčepní. Druhým chybně označeným pivem byla Svijanská kněžna s hodnotou extraktu původní mladiny 12,11 % hm., kterou výrobce nazývá speciálním pivem, avšak dle platné vyhlášky 248/2018 Sb. nesplňuje definici pro daný druh, tedy silné pivo. U zbývajících vzorků odpovídalo označení uváděné na etiketě.

7. Seznam použité literatury

- 1) BASAŘOVÁ, G., J. ŠAVEL, P. BASAŘ a T. LEJSEK. Pivovarství: teorie a praxe výroby piva. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010, 904 s. ISBN 978-80-7080-734-7.
- 2) BASAŘOVÁ, G. *et al.* Sladařství: teorie a praxe výroby sladu. Praha: Havlíček Brain Team, 2015, 648 s. ISBN 978-80-87109-47-2.
- 3) CORTACERO-RAMÍREZ, S., HERNÁNDEZ-BERMÚDEZ de CASTRO, M., SEGURA-CARRETERO, A., CRUCES-BLANCO, C., FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. Analysis of beer components by capillary electrophoretic methods. *Trends in Analytical Chemistry*. Elsevier B.V., 2003, 22(7):440-452. DOI: 10.1016/S0165-9936(03)00704-0
- 4) DOSTÁLOVÁ J., P. KADLEC *et al.* Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing, 2014, 425 s. ISBN 978-80-7418-208-2.
- 5) GALLONE, B., S. MERTENS, J.L. GORDON *et al.* Origins, evolution, domestication and diversity of *Saccharomyces* beer yeasts. *Current Opinion in Biotechnology*. Elsevier Ltd, 2017, 49:148-155. DOI: 10.1016/j.copbio.2017.08.005. ISSN: 09581669.
- 6) HARTMAN, I., PROKEŠ, J., HELÁNOVÁ, A., & HARTMANN, J. Vztah mezi obsahem škrobu v ječmeni a extraktem sladu. *Kvasny Prum.* 2010, 56(11-12), 423-427. DOI: 10.18832/kp2010043.
- 7) HLAVÁČEK F., A. LHOTSKÝ. Pivovarství. Praha: SNTL – nakladatelství technické literatury, 1966, 484 s.
- 8) KADLEC, P., K. MELZUCH a M. VOLDŘICH. Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing, 2009, 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
- 9) LODOLO, E. J., KOCK, J. L. F., AXCELL, B. C., & BROOKS, M. The yeast *Saccharomyces cerevisiae* - the main character in beer brewing. *FEMS Yeast Research*, Blackwell Publishing Ltd, 2008, 8(7), 1018–1036. DOI: 10.1111/j.1567-1364.2008.00433.x
- 10) MEZEROVÁ, M. Pivo, edice Jak poznáme kvalitu? Praha: Sdružení českých spotřebitelů, 2017, 22. ISBN 978-80-87719-56-5.

- 11) Pivní klenoty. Extrakt původní mladiny. 2014. [online].
Dostupné na: <http://www.pivniklenoty.cz/vse-o-pivu/slovník-pojmu/e/epm/>
- 12) Svaz pěstitelů chmele České republiky. Pěstování chmele. 2013. [online].
Dostupné na:
http://www.czhops.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=29&lang=cs
- 13) Vyhláška č. 248/2018 Sb. Vyhláška o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí. Ministerstvo zemědělství. Praha: Sbírka zákonů České republiky, 2018, částka 125/2018.
- 14) Vyhláška č. 335/1997 Sb. Vyhláška Ministerstva zemědělství, kterou se provádí §18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro nealkoholické nápoje a koncentráty k přípravě nealkoholických nápojů, ovocná vína, ostatní vína a medovinu, pivo, konzumní líh, lihoviny a ostatní alkoholické nápoje, kvasný ocet a droždí. Praha: Sbírka zákonů České republiky, 1997, částka 111/1997.
- 15) Zákon č. 353/2003 Sb. Zákon o spotřebních daních. Ministerstvo financí. Praha: Sbírka zákonů České republiky, 2003, částka 118/2003.