

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělství

Katedra: Katedra kvality zemědělských produktů

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vliv základních surovin na kvalitativní ukazatele různých typů craft beer.

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

Konzultant: Dr. Ing. Jaromír Kadlec

Autor bakalářské práce: Zdeňka Hejtmánková

České Budějovice, 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 archivovanou zemědělskou fakultou – 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.

Datum 21. 4. 2017

Podpis studenta.....

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala Ing. Pavlu Smetanovi Ph.D. za odborné vedení a věcné připomínky při zpracování mé bakalářské práce. Poděkování také patří mé rodině za velkou podporu při studiu.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá základními surovinami, které jsou nezbytné k výrobě piva. V první části práce jsou popsány suroviny, jako je chmel, pivovarské kvasinky, voda, slad a náhražky sladu. U chmele je rozebrána chmelová hlávka a její chemické složení. Dále jsou zmíněny významné odrůdy, které se pěstují v České republice a vybrané zahraniční odrůdy chmele. V neposlední řadě je popsáno balení a skladování chmele. Obdobné je to i u sladu, kde jsou vyjmenovány typy sladů a hodnocení jakosti. V práci jsou zahrnuty i typy vod, které jsou vhodné pro vaření piva. Nepostradatelnou složkou při výrobě jsou pivovarské kvasinky, rozdělené na svrchní a spodní. Okrajově je zmíněno i chemické složení a rozmnožování kvasinek. V poslední části jsou rozebrány druhy craft beer, se snahou se zaměřit na kvalitativní ukazatele určitých druhů pív.

**Klíčová slova:** slad, náhražky sladu, chmel, pivovarské kvasinky, voda, druhy pív.

## **ABSTRACT**

Abstract The Bachelor's Thesis considers basic ingredients necessary for producing beer. In the first part, raw materials like hop, brewer's yeast, water, malt and its substitutes are dealt with. Regarding hop, the seed cone along with its chemical composition is discussed. Significant varieties grown in the Czech Republic are mentioned as well as selected foreign varieties of hop. Not least, packaging and storage of hop is described. Similarly with malt, where types of malt are listed and evaluation of quality given. The thesis contains also types of water suitable for producing beer. An indispensable ingredient for production of beer is brewer's yeast differentiated as top-fermenting and bottom-fermenting yeast. As an aside, the chemical composition and propagation of yeast is mentioned. In the last part, sorts of craft beer are discussed focusing on qualitative indicators of certain sorts of beer.

**Key words:** malt, malt substitutes, hop, yeast, water, sorts of beer.

## **Obsah**

1. ÚVOD .....	6
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	7
2.1 SUROVINY PRO VÝROBU PIVA .....	7
2.2 DRUHY SLADŮ .....	7
2.3 KVALITATIVNÍ ZNAKY SLADU.....	11
2.4 NÁHRAŽKY SLADU .....	12
2.5 CHMEL.....	15
2.5.2 MORFOLOGIE A LÁTKOVÉ SLOŽENÍ CHMELOVÉ HLÁVKY .....	16
2.5.1 ODRŮDY CHMELE .....	18
2.5.3 SKLIZEŇ CHMELE .....	19
2.5.4 CHMELOVÉ VÝROBKY.....	20
2.5.5 PŘEHLED VÝZNAMNÝCH ČESKÝCH A VYBRANÝCH SVĚTOVÝCH ODRŮD CHMELE .....	23
2.5.6 VODA .....	27
2.5.7 PIVOVARSKÉ KVASINKY .....	28
2.5.6 DĚLENÍ, TYPY A CHARAKTERISTIKA PIV .....	32
3. ZÁVĚR .....	38
4. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	39

## 1. ÚVOD

Pivo je surovina, která se vyrábí již od pradávna. První podrobné zprávy o vaření piva zaznamenali před více jak 5 000 lety Sumerové. Jeden z důvodů vaření a pití piva byl hygienický, pít neupravenou vodu bývalo často nebezpečné. Od té doby se vaření piva zdokonalovalo a docházelo k rozlišování různých typů piv.

Poslední léta se stalo velkým trendem zakládání minipivovarů. Mají možnost vyrábět kvalitní druhy piv, ale na vyšší cenové úrovni nežli velké pivovary. Čímž se pro ně stává problém udržet se na trhu. Ve většině případů se jedná pouze o regionální distribuce.

České pivo je chráněné označením a výrobek musí být vždy vyroben z chmele, kvasinek a sladu českého původu. Tím si udržuje svou kvalitu a řadí se tak ke světové špičce. Obliba tzv. craft beer se na českém trhu zvyšuje mimo jiné proto, že tato piva se vyznačují rozdílnou chutí, vůní a charakterem. Konzument si tak může volit podle své preference, nálady, zatímco piva z velkých pivovarů jsou technologicky postavena tak, aby byla stále stejná - „uniformní“.

Na světové špičce se také drží spotřeba piva na občana za rok, což činí 143 litrů, čímž se řadíme na první místa v žebříčku. Celková produkce piva je také velmi vysoká, podle statistických údajů z roku 2015 to činí 20,1 mil. hektolitřů piva. Z obchodního hlediska se pivo řadí mezi nejprodávanější artikl.

Cílem práce je rešeršně zpracovat vhodnost základních surovin (slad, chmel, pivovarské kvasinky a případně další) pro výrobu různých druhů craft beer.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1 SUROVINY PRO VÝROBU PIVA

Pivo je slabě alkoholický nápoj, který nejčastěji obsahuje od 0,5 do 8 % obj. alkoholu. Speciální piva mohou obsahovat i více, až 33 % obj., nicméně to jsou jen výjimky. Vyrábí se z obilných sladů, chmele a vody za účasti mikroorganismů – pivovarských kvasinek. V některých zemích, zejména v období hospodářských krizí v době válek, ale i v současnosti se pro snížení výrobních nákladů uplatňovaly, či stále uplatňují, cukernaté a škrobnaté náhražky sladu (Dostálová a Kadlec, 2014).

Podle vyhlášky č. 335/1997 Sb. se pivem rozumí pěnivý nápoj vyrobený zkvašením mladiny připravené ze sladu, vody, neupraveného chmele, upraveného chmele nebo chmelových produktů, který obsahuje vedle kvasným procesem vzniklého alkoholu (ethanolu) a oxidu uhličitého i určité množství neprokvašeného extraktu. Slad je možno do výše jedné třetiny hmotnosti celkového extraktu původní mladiny nahradit extraktem (náhražky neboli surogáty), zejména cukru, obilného škrobu, ječmene, pšenice nebo rýže. U piv ochucených může být obsah alkoholu zvýšen přidávkem lihovin nebo jiných alkoholických nápojů.

### 2.2 DRUHY SLADŮ

Slad je označení pro naklíčené a usušené obilné zrno. Je jednou z nejzákladnějších surovin pro výrobu piva. Vlastnosti sladu, jako například barva, aroma a chuť určují přímo typ piva. Jiné znaky sladu, kam se řadí stupeň rozštěpení bílkovin nebo složení extraktivních látek ovlivňují jakost piva. Složení sladu především ovlivňují vlastnosti použité obiloviny (Hlaváček a Lhotský, 1966).

Výroba sladu probíhá ve sladovnách a nazývá se sladování. Při sladování dochází v zrnu k rozštěpení polysacharidů na jednoduché sacharidy vhodné ke kvašení (Basařová *et al.*, 2010).

Pro výrobu se nejčastěji používá ječmen (*Hordeum vulgare*). Ječmen je nejvhodnější jednak z chuťových důvodů, ale také proto, že zrna jsou pokryta slupkami - „pluchami“, které jsou dobré pro filtraci. Ze sladu se při vaření vylouhují uhlohydráty/cukry, jejichž následným zkvašením vzniká alkohol. Zbytky cukrů a ostatních látek, které jsou nezakvašené, dodávají pivu chuť (Basařová *et al.*, 2010).

V malé míře se používá i oves (*Avena sativa*) nebo žito (*Secale cereale*). Rozdíl poznáme v chuti a barvě. Žito chuť zvýrazní. Oves pivo zakalí, zjemní

a zlepši pěnivost. (Basařová *et al.*, 2010) V posledních letech bývá více atraktivní a to zejména u osob s celiakií. Výzkumy prokázaly, že pacienti mohou oves konzumovat bez negativních reakcí na lepek (Hager *et al.*, 2014).

Nejčastěji vyráběnými slady jsou světlý slad plzeňského typu pro výrobu světlých piv a tmavý slad mnichovského typu pro výrobu tmavých piv. Speciální slady se využívají především pro zvýraznění určitých kvalitativních a specifických vlastností u různých typů piv (Basařová *et al.*, 2010).

- **SVĚTLÝ SLAD PLZEŇSKÉHO TYPU**

Tento slad se řadí k nejrozšířenějším typům sladu a tvoří základ u většiny piv. Používá se pro výrobu světlých piv typů ležáků, konzumních piv a speciálních piv s různou koncentrací mladiny. Mezi typické znaky patří nízká hodnota barvy kongresní sladiny a barvy po povaření (Basařová *et al.*, 2010).

Světlý slad se vyznačuje příznivým extraktem a dostatečnou enzymatickou silou. V hotovém sladu je obsah vody okolo 4 % (Kosař a Procházka, 2000).

- **VÍDEŇSKÝ SLAD**

Tento slad se může považovat za jakýsi přechodný typ mezi světlými a tmavými slady a to proto, že má přibližně dvakrát vyšší hodnotu barvy než světlý plzeňský slad. Jeho využití spočívalo ve zvýšení sytosti barvy u světlých piv. V současné době se tento slad příliš nevyužívá, uplatňuje se pouze při výrobě určitých speciálních piv (Basařová *et al.*, 2010).

- **PŠENIČNÉ SLADY**

Pšeničné slady vyrobené z pšenice seté (*Triticum aestivum*) se využívají při výrobě pšeničných piv. Slad zajišťuje určité variace chuťových vjemů a velmi dobře působí na pěnivost. Z toho důvodu se může v malých dávkách využít i u piv z ječného sladu, které mají špatnou stabilitu pěny (Basařová *et al.*, 2010).

Pšeničné slady mají velmi podobný princip výroby jako slady z ječmene. Na rozdíl od sladů z ječmene mají však kratší dobu klíčení a sušení probíhá při nižších teplotách (Basařová *et al.*, 2010).



- **TMAVÉ SLADY MNICHOVSKÉHO TYPU**

Pro tmavé slady mnichovského typu se používá také název bavorské slady. Jejich přednostmi jsou vysoké hodnoty barvy kongresní sladiny, výrazné aroma, vyšší obsah bílkovin, nižší extraktivnost, nižší aktivita sladových enzymů (Basařová *et al.*, 2010). Výrazného aroma dosáhneme hlubším rozluštěním při klíčení. Ječmen, který se použije pro výrobu bavorského sladu, je klíčen (luštěn) o 1 – 2 dny déle s vyšším obsahem vody a při vyšší teplotě (Kosař a Procházka, 2000).

- **SPECIÁLNÍ SLADY**

Speciální slady se využívají pro výrobu tmavých a speciálních piv, při použití náhražek sladu a k úpravě určitých kritérií sladiny z běžných sladů. Přidáním speciálních sladů k běžným sladům se docílí např. úpravy barvy, chuti nebo pěnivosti piva. Od běžných světlých a tmavých sladů se liší enzymovými aktivitami, kyselostí, barvou apod. (Basařová *et al.*, 2010).

Dle Basařové *et al.*, (2010) mezi speciální slady patří:

- karamelové;
- barvicí;
- nakuřované;
- melanoidinové;
- diastatické;
- proteolytické (kyselé slady);
- slady zvyšující redoxní kapacitu piva.

Basařová *et al.*, (2010) charakterizovali jednotlivé druhy sladů takto:

- **Karamelové slady**

Charakteristikou karamelových sladů je vysoký obsah cukrů, aromatických a barevných látek. Výroba probíhá z dobře rozluštěného zeleného sladu nebo z navlhčeného světlého sladu rychlopražením. Koloidní látky vzniklé při pražení mohou přispívat k lepší pěnivosti piva. Enzymová aktivita může být jen nepatrná, nebo ji nemají vůbec, to záleží na intenzitě pražení.

Rozdělení karamelových sladů do čtyř skupin:

**Světlý karamel (karapils)** má světlou barvu pluch i endospermu. Chuť je nasládlá, aromaticky nevýrazná. Zlepšuje pěnivost a chuť světlých pív.

**Karamel střední** má barvu endospermu žlutou až hnědou, chuť je sladká a vůně čistě karamelová.

**Karamel normální** je nejčastěji využívaným typem karamelového sladu. Barva endospermu je žlutá až načervenalá, pluchy jsou hnědé.

**Karamel porterový** se využívá při výrobě silně tmavých pív typu porterů. Endospermem je červený až černý. Chuť je silně karamelová až nahořklá, vůně aromatická.

- **Barvicí slady**

Jsou využívány při přípravě silně tmavých pív, u nichž jejich barvy nelze docílit běžným tmavým sladem mnichovského typu. Barva endospermu je kakaově hnědá. Mají výraznou natrpklou chuť, kterou lze zmírnit dvoutýdenním odležením. Vlivem velmi vysoké pražící teploty, která dosahuje až 225 °C, mají tyto slady změněné fyzikálně-chemické, fyziologické i dietetické vlastnosti.

Speciálním výrobkem barvicích sladů je slad čokoládový. Typická barva pro tento slad je tmavě hnědá. Chuť může být svíravá, kyselá, ale i nasládlá.

- **Nakuřované slady**

Výroba probíhá ve specializovaných sladovnách z ječného sladu sušeného přímými spaliny rašeliny. Typické aroma souvisí s vysokým obsahem fenolů těkajících s vodní párou.

Nakuřovaný slad je základní surovina pro výrobu speciálních kouřových pív typu Rauchbier. Jedná se o slad světlý a vyrábí se obdobně jako světlý slad plzeňského typu (Moravec, 2006).

- **Melanoidinové slady**

Vyrábí se pro přípravu tmavých pív. Na rozdíl od výše uvedených karamelových sladů se docílí při jejich výrobě vyšší barvy, charakteristické chuti a vůně nikoli zvýšenou teplotou, ale intenzivnějším průběhem Maillardovy reakce. Mají chuť bez nahořklé příchutě, která je typická pro barevné a karamelové slady.

- **Diastatické slady**

Pro výrobu diastatický sladů se používají ječmeny s vyšším obsahem dusíkatých látek. Využívají se při zpracování enzymově chudých sladů nebo při současném zpracování náhražek sladu a také při výrobě sladových výtažků.

- **Proteolytické slady (kyselé slady)**

Slady slouží k úpravě (zvýšení) kyselosti. Výroba probíhá ze zeleného nebo hotového sladu skrápěním kulturou mléčných bakterií ve sladince. Mléčnými bakteriemi se zajistí obsah mléčné kyseliny v hotovém sladu a bakterie se posléze zničí při sušení sladu. Kyselé slady zlepšují varní výtěžek, pěnivost a trvanlivost piva.

- **Slady zvyšující redoxní kapacitu piva**

Jejich výroba probíhá z vysoce rozluštěných a při vyšších teplotách dotahovaných sladů. Mají výrazné redukční vlastnosti způsobené vyšší hladinou produktů Maillardovy reakce. Příznivě působí k oddálení stárnutí chuti při skladování a ke zvýšení biologické trvanlivosti piv. (Basařová *et al.*, 2010)

## **2.3 KVALITATIVNÍ ZNAKY SLADU**

Na kvalitě sladu závisí konečná kvalita výrobku, tedy piva. U sladu se tedy provádí kontrola kvality, která spočívá zejména v mechanickém a fyzikálně-chemickém rozboru (Basařová a Čepička, 1986).

### **Mechanický rozbor**

V mechanickém rozboru se hodnotí barva, tvar, velikost, chuť, vůně zrna. Dále také mikrobiální napadení, přítomnost nečistot, podíl moučnatých zrn, křehkost zrn, objemová hmotnost (Basařová a Čepička, 1986).

### **Fyzikálně-chemický rozbor**

Rozbor sladu zahrnuje dobu zcukření, obsah vody, extraktivnost sladu, vůni a barvu sladiny. Dále různé speciální rozborů nebo analýzy podle požadavků odběratele (Basařová a Čepička, 1986).

## 2.4 NÁHRAŽKY SLADU

Pivovary používají náhražky sladu zejména pro snížení ceny piva. V tradičních pivovarských zemích se náhražky používají pouze omezeně, rozšířeny jsou však v zemích s menší pivovarskou tradicí jako je Amerika, Asie, Afrika (<http://www.svet-piva.cz/clanky-o-pivu/2012/10/12/slad/>).

Dle Basařové *et al.*, (2010) se náhražky podle způsobu zpracování dělí do dvou skupin a to na nepřímo zpracovatelné (škrobnaté) a přímo zpracovatelné (cukernaté). Dále náhražky sladu dělíme podle konzistence na náhražky pevné nebo tekuté tabulka č. 1.

Tabulka č. 1 Rozdělení pevných a tekutých náhražek sladu

PEVNÉ NÁHRAŽKY SLADU	TEKUTÉ NÁHRAŽKY SLADU
Ječmen	Škrobový sirup z řepy, třtiny, obilovin
Rýže	Tekutý cukr z řepy, třtiny nebo škrobu
Pšenice	Sladový sirup (extrakt)
Žito	Sirup z ječmene a jiných obilovin
Oves	Invertní cukr
Proso	Škrobový cukr
Brambory	Karamelový sirup
Kukuřice	
Triticale	
Čirok	
Maniok	
Krystalový cukr	
Surový cukr	
Zelený slad	

Zdroj: Basařová *et al.*, (2010)

- **CUKERNATÉ NÁHRAŽKY SLADU**

Cukernaté náhražky jsou oproti škrobnatým náhražkám více využívány a to zejména pro jejich snadnější zpracování. Náhrada se ve výrobku pohybuje v rozmezí od 5 do 10 % ve výjimečných případech až do 20%. Použitím cukernaté

náhražky se sníží v mladině obsah dusíkatých látek, polyfenolových a růstových látek a naopak se zvyšuje prokvašení a obsah alkoholu v pivu. Z hlediska senzorických vlastností dochází ke snížení pěnivosti a při vysoké dávce může dojít i ke snížení plnosti chuti (Basařová *et al.*, 2010).

Náhražky se využívají v tekuté i krystalické formě a dělí se do několika skupin a to na sacharózu (řepný, třtinový cukr), invertní cukr (po enzymové hydrolyze sacharózy), hydrolyzáty škrobů, hydrolyzáty sladových výtažků, cukerné sirupy, mladinové extrakty (Kadlec *et al.*, 2009).

Podle Basařové *et al.*, (2010) se používají:

**Krystalový cukr (sacharóza)** se používá rafinovaný i ařinovaný, a to řepný i třtinový. Pivo má po použití sacharózy světlejší barvu a zvýšený obsah alkoholu. Nadměrný obsah glukosy negativně ovlivňuje fermentaci, která se pak může zpomalit nebo až zastavit.

**Surový cukr** má světle hnědé zabarvení a obsahuje zbytky melasy. Při vaření piva se spíše využívá pro výrobu tmavých a speciálních piv než piv světlých.

**Invertní cukr** je získán štěpením sacharózy. Ve svém složení obsahuje stejný podíl glukosy a fruktosy. Je dokonale zkvasitelný. Dodává se ve formě sirupu neboli umělého medu. Využívá se hlavně v zahraničí.

**Škrobový cukr** se produkuje ve formě sirupu. Získáme ho z bramborového nebo obilného škrobu enzymovou nebo chemickou hydrolyzou minerálními kyselinami za působení vysoké teploty a tlaku. Na základě suroviny a způsobu získávání se v sirupech vyskytuje různé množství maltosy a glukosy. Škrobový cukr dodává pivu plnější chuť (Basařová *et al.*, 2010).

#### • ŠKROBNATÉ NÁHRAŽKY

Do škrobnatých náhražek se zahrnují všechny suroviny, které mají ve svém složení vysoký obsah škrobu nebo polysacharidů a zároveň mají podobné vlastnosti jako slad. Škrobnaté náhražky dělíme do třech typů:

- nesladované obiloviny;
- škrobnaté výluhy, sirupy a koncentráty;
- speciální sladové náhražky (Basařová *et al.*, 2010)

## • NESLADOVANÉ OBILOVINY

Tyto náhražky jsou pro svou celkem nízkou cenu a hlavně pro vysoký obsah škrobu vhodnými náhražkami sladu tabulka č. 2. Použitý podíl surogátu je závislý na druhu obiloviny a enzymatickém potenciálu současně používaného sladu. Nesladovaná obilovina nemá dostatečný enzymový potenciál pro rozklad škrobu a vysokomolekulárních látek při varném procesu. Při použití náhražky do 10 % se obvykle neprojeví problémy v technologii a neovlivní to ani kvalitu piva. Mezi nesladované obiloviny, jak uvádějí Basařová *et al.* (2010), se řadí ječmen (*Hordeum sativum*), kukuřice (*Zea mays*), rýže (*Oryza sativa*), pšenice (*Triticum aestivum*), čirok technický (*Sorghum technikum*) a proso (*Panicum miliaceum*).

**Ječmen** se jako náhražka sladu využívá již dlouhou dobu. Přidává se pro zlepšení chuti a pěnovosti.

**Kukuřice** obsahuje vysoký podíl lipidů, proto se před použitím musí loupát a zbavit pluch a klíčků. Využívá se ve formě krupice, rafinované krupice nebo předem zmazovatělých vloček. Využívá se zejména u svrchně kvašených piv.

**Rýže** je po ječmeni a kukuřici dalším nejrozšířenějším surogátem. Ze všech náhražek má nejvyšší zastoupení škrobu. Kladně podporuje odolnost piva k tvorbě zákalů, ale také snižuje barvu a plnost piva.

**Pšenice** se uplatňuje při výrobě speciálních piv. Nepříznivě však působí vysoký obsah lepku, který způsobuje problémy při scezování (Basařová *et al.*, 2010).

**Čirok** vyžaduje vysoké teploty při rmutování, aby došlo k odpovídající konverzi škrobu (Holmes, 2016).

Tabulka č. 2 Obsah škrobu v obilovinách využívaných k výrobě piva

OBILOVINA	ŠKROB V SUŠINĚ (%)
Ječmen	75
Kukuřice	71
Rýže	89
Pšenice	74
Čirok technický	74

Zdroj: Basařová *et al.*, (2010)

- **ŠKROBNATÉ VÝLUHY, SIRUPY A KONCENTRÁTY**

Jsou to výrobky ze surovin, které mají vysoký obsah škrobu. Během zpracování se buď štěpí na nižší sacharidy, nebo obsah škrobu zůstane stejný. Nejčastěji se používá ječmen, ze kterého vznikají sladidinové koncentráty a výluhy (Basařová *et al.*, 2010).

- **SPECIÁLNÍ SLADOVÉ NÁHRAŽKY**

Ke speciálním sladovým náhražkám se řadí naklíčený ječmen a zelený slad. V případě, že se použije naklíčený ječmen jako náhrada sladu do 10 %, nedojde k ovlivnění senzorických vlastností a to zejména chuti. Při vyšší dávce než 15 % dojde ke zlepšení pěnivosti, ale zároveň se zhorší chuť vyrobeného piva. Používání zeleného sladu je kromě jiného také limitované jeho trvanlivostí (Basařová *et al.*, 2010).

## **2.5 CHMEL**

Pěstování chmele (*Humulus lupulus L.*) má v České republice prastarou tradici. První zmínky pocházejí již z 9. století. Při vaření piva se z chmele využívají chmelové hlávky, které pivu poskytnou nahořklou chuť a množstvím rozhodují o celkové chuti piva. Chmel se ve velmi malé míře také využívá v kosmetice nebo ve farmaceutickém průmyslu (Basařová *et al.*, 2010).

Největší chmelařskou oblastí v České republice je Žatecko. Celková výměra chmelnic je 4 620 hektarů ([http://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2016\\_skliznove-plochy-chmelnic-v-ceske.html](http://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2016_skliznove-plochy-chmelnic-v-ceske.html)). V České republice se chmel nejvíce pěstuje ve třech oblastech – Žatecké, Ústěcké a Tršické. Výborné klimatické a půdní podmínky dodávají českému chmelu neobyčejné aroma. Český chmel je certifikován s garancí ÚKZÚZ ([http://www.czhops.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=55&Itemid=54&lang=cs](http://www.czhops.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=54&lang=cs)).

Chemické složení chmele se liší podle odrůdy, ročníku, posklizňové úpravy. Průměrné chemické složení suchých chmelových hlávek je následující:

- voda 10,0 %;
- celkové pryskyřice 15,0 %;
- polyfenolové látky 4,0 %;
- silice 0,5 %;

- sacharidické složky 44,5 %;
- dusíkaté látky 15,0 %;
- lipidy a vosky 3,0 %;
- minerální látky 8,0 %.

Z pivovarského hlediska jsou nejpodstatnější pryskyřice, polyfenolové látky a silice. Po obchodní stránce jsou celkem významné vosky, které ovlivňují vzhled chmelové hlávky (Basařová a Čepička, 1986).

## 2.5.2 MORFOLOGIE A LÁTKOVÉ SLOŽENÍ CHMELOVÉ HLÁVKY

### • MORFOLOGIE CHMELOVÉ HLÁVKY

Chmel je dvoudomá rostlina, má tedy samčí a samičí rostlinu. Chmelová hlávka je plodenství samičí rostliny. Osou chmelové hlávky je článkované věténko. Počet článků, které věténko obsahuje, ovlivňuje délku hlávky. Průměrný počet je od 8 do 16 článků. Věténko je jedním z nejdůležitějších kvalitativních ukazatelů. Kvalitu ovlivňuje například úhel zalomení věténka mezi dvěma sousedními články. Nejvhodnější je úhel přibližující se pravému úhlu. Velký důraz se u věténka také klade na jemnost stavby. U jemného chmele připadá na věténko 8 – 10 % z celkové hmotnosti hlávek. Hlávky, u kterých je podíl věténka přes 12 % z celkové hmotnosti, jsou označovány jako hrubé. Hlávky mají různorodý tvar - vejčitý, kulatý, kuželovitý, válcovitý nebo přechodný. Velikost hlávky se pohybuje od 15 do 35 mm. Barva je zelená, mnohdy se stopami poškození po škůdcích a chorobách (Šnobl *et al.*, 2004).

### • LÁTKOVÉ SLOŽENÍ CHMELOVÉ HLÁVKY

#### Chmelové pryskyřice

Chmelové pryskyřice neboli „hořké látky“ jsou z pivovarského hlediska považovány za nejdůležitější látky v chmelových hlávkách. Jsou zdrojem hořkosti piva. Hořké látky se dělí do dvou skupin, na měkké ( $\alpha$ ,  $\beta$  hořké kyseliny) a tvrdé pryskyřice ( $\gamma$ ,  $\delta$  pryskyřice). Hořkost piva nejvíce ovlivňují měkké pryskyřice, především  $\alpha$ -hořké kyseliny. Obsahově se  $\alpha$ -hořké kyseliny u jemných aromatických chmelů podílejí z 3,5 – 6,0 %. Je to ovlivněno odrůdou a ročníkem (Šnobl *et al.*, 2004).



## MĚKKÉ PRYSKYŘICE

- **$\alpha$  – HOŘKÉ KYSELINY**

Vznikají přeměnou  $\beta$ -hořkých kyselin při dozrávání. Čím je chmel zralejší, tím vyšší je obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin. Rozlišuje se pět homologů: humulon, kohumulon, adhumulon, prehumulon, posthumulon (Horejsek a Zich, 1990).

- **$\beta$  – HOŘKÉ KYSELINY**

Stějně jako u  $\alpha$ -hořkých kyselin, tak i u  $\beta$ -hořkých kyselin je rozlišeno pět homologů: lupulon, kolupulon, adlupulon, prelupulon, postlupulon. Složkové zastoupení je zhruba 60 % lupulonu, 30 % kolupulonu, 10 % adlupulonu. Zastoupení prelupulonu a postlupulonu je mizivé (Horejsek a Zich, 1990).

### **Chmelové silice**

Silice obsahují těkavé látky a jsou držiteli typické chmelové vůně, která se pozměňuje podle zralosti, odrůdy chmele. Dělí se na dvě skupiny – uhlovodíková (terpenická) frakce a kyslíkatá (oxidovaná) frakce. Množství jednotlivých frakcí je odlišné podle odrůd. Zráním dochází k navyšování obsahu silic a sušením naopak obsah klesá – vytěká (Horejsek a Zich, 1990). Za hlavní složky silic se pokládá myrcen a humulen. **Myrcen** je bezbarvá kapalina s pronikavou vůní. Představuje hlavní podíl chmelové silice, kdy obsah může být až 50 %. **Humulen** je bezbarvá olejovitá kapalina s nevýraznou vůní. Podíl u chmele bývá až 30 % (Hlaváček a Lhotský 1966).

### **Chmelové třísloviny**

Třísloviny se nacházejí v hlávkách a podzemních orgánech rostliny. Během dozrávání obsah tříslovin v rostlině klesá na rozdíl od pryskyřic a silic, jejichž obsah se dozráváním zvyšuje (Horejsek a Zich 1990). Tříslovina se vyznačuje trpce hořkou chutí. Původně byla považována za škodlivou látku chmele, která způsobovala drsnost chuti piva. Postupem se však zjistilo, že právě díky tříslovině má české pivo svou charakteristickou chuť. Chmel pojímá 2 – 5 % tříslovin (Hlaváček a Lhotský, 1966).

### 2.5.1 ODRŮDY CHMELE

Basařová *et al.*, (2010) uvádějí, že mezi základní dělení chmele patří rozdělení podle barvy chmelové révy na červeňáky a zeleňáky. Mezi zástupce červeňáků patří odrůdy pěstované v Evropě, České republice, Německu, Slovinsku a Polsku. K zeleňákům se řadí odrůdy z Anglie a ze zámorí (USA, Austrálie).

Další dělení chmele se provádí podle délky vegetační doby zrání na rané, polorané a pozdní. Chmel se dělí i podle obsahu chemických látek a to zejména podle obsahu chmelových pryskyřic a chmelového aroma. Chmelové odrůdy tedy členíme na chmele jemné aromatické a vysokoobsažné hořké. Jemné aromatické chmele jsou chmele s nízkým obsahem chmelových pryskyřic a s příjemným aroma. Vysokoobsažné chmele mají naopak vysoký obsah chmelových pryskyřic a obvykle se vyznačují hrubým aroma. V jednotlivých skupinách se odrůdy chmele od sebe odlišují také například poměrem  $\alpha$ -hořkých kyselin (humulon, kohumulon, adhumulon) a  $\beta$ -hořkých kyselin (lupulon, adlupulon, kolupulon) a zastoupením silic.

Z obchodního hlediska se člení chmelové odrůdy do pěti skupin a to podle obsahu pryskyřic a silic:

- tradiční aromatické chmele – Žatecký poloraný červeňák, Spalt, Tettang;
- nové aromatické chmele – Spalter Select, Hallertau Tradition;
- šlechtěné aromatické chmele – Hüller Biterer, Perle, Savinski Golding;
- kvalitní hořké chmele – Northern Brewer, Magnum, Styrian;
- hořké chmele – Target, Yeoman, Nugget.

Neméně důležité dělení chmelových odrůd je z hlediska kvality a hodnocení jejich pivovarských vlastností. Sleduje se tedy obsah kohumulonu v  $\alpha$ -hořkých kyselinách a podíl farnesenu v silicích.

Rozlišují se čtyři kvalitativně odlišné skupiny chmelových odrůd:

**Jemné aromatické odrůdy** – obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin je v rozmezí 3,5 – 4,0 % hmotnosti v sušině, podíl kohumulonu zaujímá 25 – 30 % a obsah farnesenu v silicích činí 10 – 15 %. Odrůdoví zástupci jsou Žatecký poloraný červeňák, Tettang a Spalt, Lublin.

**Aromatické chmele** – obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin je 3,5 – 6,5 %, z toho podíl kohumulonu je 20 – 40 %, podíl farnesenu do 5 %. Zástupci odrůd jsou Hersbrucker, Hallertauer, Select, Perle, Golding, Sládek.

**Hořké chmele** – obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin je okolo 8 %, podíl kohumulonu 30 % a obsah farnesenu v silicích je do 2 %. Patří sem odrůdy Northern Brewer, Supersterier, Marinka, Premiant.

**Vysokoobsažné chmele** – řadí se sem hybridní odrůdy, které mají vysoký obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin pohybující se okolo 15 %. Odrůdy mají horší aroma a jsou využívány především na chmelové výrobky, extrakty. Příkladem odrůd jsou Magnum, Nugget, Taurus, Columbus (Basařová *et al.*, 2010).

### 2.5.3 SKLIZEŇ CHMELE

Posklizňová úprava, jako je sušení a balení chmele, ovlivňuje jeho jakost. Při nedostatečném sušení a špatném skladování dochází k rychlému stárnutí chmele a k oxidačním změnám pryskyřic a silic. Špatným skladováním se rozumí, když je chmel ve velké míře ve styku se vzdušným kyslíkem. Takto znehodnocený chmel ovlivňuje sensorické vlastnosti piva, dává mu nepříjemnou hořkost a vůni. Oxidovaný chmel přidáváme do výrobku jen ve velmi malém množství k chmelu nenarušenému (Basařová *et al.*, 2010).

- **SUŠENÍ CHMELE**

Sušení chmele je jednou z nezákladnější a nejjednodušších operací pro jeho konzervaci následující ihned po sklizni. Chmel má obvykle vlhkost hlávky okolo 70 – 80 %. Pro skladování je potřeba dosáhnout vlhkosti na 10 – 11 % (Basařová *et al.*, 2010).

Proces sušení omezuje nerovnoměrné rozložení vody ve chmelové hlávce. Vřeténko uprostřed hlávky má o mnoho vyšší obsah vody než vnější listeny. Vlhkost chmele nad 14 % způsobuje při skladování nežádoucí zapaření a chmel může být snáze napaden plísněmi, což velmi zhorší jeho kvalitu. Nežádoucí je naopak i dosažení nižší vlhkosti než je 10 %. Hlávky chmele jsou pak příliš křehké, velmi snadno se rozpadají a dochází k obtížnějšímu využití při dalším zpracování (Basařová *et al.*, 2010).

Hlávka chmelu vysychá postupně. Nejdříve se usuší listeny, potom stopka a na nakonec vřeténko. Rozlišujeme dva stupně sušení. První stupeň je „na stopku“, kdy vlhkost je v rozmezí 8 – 11 %. Vřeténko uvnitř hlávky je stále pružné a ohebné, ale stopka je velmi křehká a při ohybu praská. Druhým stupněm je „na vřeténko“, zde se vysuší i vřeténko, které se stejně jako stopka stane křehkým,

lámavým. Obsah vody se pohybuje mezi 5 – 7 %. Vlhkost ovlivňuje tvar a vyrovnanost hlávky (Basařová a Čepička, 1986).

V dnešní době se využívá spíše sušení „na vřetenko“ a chmel se dále upravuje v klimatizační skříni na obsah vody 10,5 – 11 %, je to z důvodu snazší manipulace, chmel se nerozpadá (Basařová *et al.*, 2010).

- **SÍŘENÍ CHMELE**

Chmel se v dnešní době šíří jen výjimečně a to zejména na žádost zákazníka. Sírěním se dříve chmel ošetřoval proti napadení plísněmi, v dnešní době nebezpečí kontaminace chmele plísněmi snižují používané agrotechnické postupy (Basařová *et al.*, 2010).

- **BALENÍ A SKLADOVÁNÍ CHMELE**

Balení a skladování významně působí na kvalitu suroviny. Chmel se balí do žoků o obsahu 60 – 70 kg. Je to balení určené k bezprostřední spotřebě a krátkému skladování. Balení do balotů, kde obsah balotu je 130 – 150 kg, je určeno ke dlouhodobému skladování a to až do další sklizně. Další možnosti balení jsou do beden, plechových krabic nebo do kostek z jutové tkaniny. Ze zákona musí být balení zapečetěno, označeno místem původu chmele a musí mít označení o povinném známkování chmele. Každý obal musí být doložen ověřovací listinou (Basařová *et al.*, 2010).

Kvalitu chmele při skladování snižuje působení vyšších teplot, přístup vzduchu, vlhkost a světlo. Proto se chmel skladuje v temnu, v chladících místnostech s teplotou okolo 0 °C. Přístupu vzduchu můžeme zamezit balením za vakua nebo v atmosféře dusíku. Baloty jsou vyskládány na palety, aby nepřišly do styku s kondenzovanou vodou, která vzniká vlivem chlazení. Působením faktorů jako jsou světlo, vzduch, vlhkost a teplota dochází k ničení technologicky významných sloučenin, které chmel obsahuje a to zejména oxidačními procesy (Basařová *et al.*, 2010).

## **2.5.4 CHMELOVÉ VÝROBKY**

Chmelové výrobky můžeme označit za koncentráty hořkých látek. Jedna z jejich předností je snazší manipulace, možnost odděleného dávkování frakcí chmelových pryskyřic a silic a také dochází k vyššímu přechodu hořkých látek

do mladiny při chmelovaru. Kvalitu chmelových výrobků primárně ovlivňuje kvalita zpracovávaného chmele. Výrobky se dělí do pěti skupin na základě způsobu výroby a konzistence:

- chmelové výrobky vyrobené mechanickou úpravou hlávkového chmele;
- chmelové přípravky získané extrakcí hlávkového chmele;
- chmelové výrobky vyrobené chemickými úpravami;
- kombinované chemické přípravky;
- syntetické chmelové preparáty – téměř se nepoužívají (Basařová *et al.*, 2010).

Basařová *et al.*, (2010) charakterizují chmelové výrobky takto:

- **CHMELOVÉ PREPARÁTY VYROBENÉ MECHANICKOU ÚPRAVOU CHMELE**

Do mechanicky upravených chmelových výrobků patří chmelové prášky a pelety. Tyto výrobky se využívají především v kombinaci s chmelovými extrakty, v případě vyššího obsahu dusičnanů ve varní vodě. Pomocí těchto výrobků lze hladinu dusičnanů v pivu regulovat.

### **Chmelové prášky a pelety**

Chmelové prášky a pelety se vyrábějí z chmele, který je vysušený na obsah vody 4 – 5 % a rozemele na drobné části o velikosti 2 – 8 milimetrů. Poté se homogenizuje bez přístupu kyslíku a působení nízkých teplot. Pelety a chmelové prášky se uchovávají při teplotě pod 4 °C. Balení v inertní atmosféře poskytuje chemickou stálost pelet.

Typy pelet:

Granulovaný chmel – pelety 100 se vyrábí z usušeného chmele bez jakékoliv jiné úpravy pouze lisováním do granulí. Využívají se převážně u svrchně kvašených pív.

Chmelové granule – pelety 90 mají téměř totožné složení jako původní chmel.

Obohacené chmelové granule – pelety 45 specifickou výrobou se získají granule s téměř dvojnásobným obsahem hořkých kyselin a s pouze nepatrnými změnami chemického složení.

Obohacené chmelové granule – pelety 30 se získávají velmi podobným způsobem jako pelety 45, s tím rozdílem, že granule mají téměř trojnásobný obsah hořkých

kyselin oproti výchozímu chmelu. Změny chemického složení jsou opět velmi nepatrné.

### **Bentonitové pelety**

Pelety vznikají smísením chmelového prášku s přibližně 20 % bentonitu a peletizací. Při následném vaření jsou rychleji rozpustné a mají podporovat urychlenější proces izomerace  $\alpha$ -hořkých kyselin.

- **CHMELOVÉ PREPARÁTY ZÍSKANÉ EXTRAkcÍ HLÁVKOVÉHO CHMELE**

K přípravkům vyrobené extrakcí hlávkového chmele řadíme chmelové extrakty a izoláty chmelových silic, které se využívají pro úpravu aroma piva.

Chmelové extrakty se vyrábějí z rozdrceného chmele extrakcí hořkých látek pomocí různých rozpouštědel. V dnešní době se nejvíce využívají rozpouštědla ethanol a oxid uhličitý, a to především z ekologického a hygienického hlediska. Další rozpouštědla jsou například hexan, dichlormethan, methanol.

### **Ethanolový chmelový extrakt**

Ethanol je látka, která se přirozeně vyskytuje v pivu a vzniká během kvašení. Extrakt vzniká extrakcí chmele 90 % ethanolem. Výsledný produkt obsahuje měkké a tvrdé pryskyřice, silice, proteiny, cukry a vodný podíl obsahující polyfenoly. Zastoupení pryskyřic v extraktu je chemicky velmi podobné výchozímu chmelu, rozdílné je však složení silic.

### **Extrakt chmele získaný pomocí oxidu uhličitého**

Oxid uhličitý je stejně jako ethanol přirozenou součástí piva a opět vzniká při kvašení. Oxid uhličitý je vysoce nepolární látkou, a proto i do extraktu z chmele přecházejí pouze nepolární složky, jako jsou hořké kyseliny a silice. Extrakty neobsahují polární složky, jako jsou polyfenoly nebo dusičnany.

Extrakce se může provádět dvěma způsoby. Pomocí tekutého oxidu uhličitého nebo superkritickým oxidem uhličitým. Základním rozdílem je rozdílná výtěžnost látek. Při extrakci tekutým oxidem uhličitým máme oproti superkritickému oxidu uhličitému mnohem nižší výtěžnost látek.

- **VÝROBKY Z CHMELOVÝCH SILIC**

Chmelové silice lze získávat pomocí oxidu uhličitého. Silice upravují aroma piva. Lze je získat i z jiných extraktů a z destilačních izolátů. Připravují se ve formě alkoholových roztoků, emulzí nebo prášků.

- **PŘÍPRAVKY ZÍSKANÉ CHEMICKÝMI ÚPRAVAMI HLÁVKOVÉHO CHMELE**

Výrobky získané chemickou cestou mají vyšší výtěžek iso- $\alpha$ -hořkých kyselin, ale zároveň ve výrobku chybí látky, jako jsou měkké pryskyřice, silice, polyfenoly nebo bílkoviny, které ovlivňují hořkost piva. Použitím může docházet k přepěňování piva.

#### **Chmelové izoextrakty**

Extrakt se získává pomocí organických rozpouštědel a do výsledného extraktu přejdou všechny měkké pryskyřice. Na závěr se extrakt převede do formy draselné nebo hořečnaté soli.

Typy izoextraktů:

- Vodné koncentráty draselných solí iso- $\alpha$ -hořkých kyselin, které obsahují 15 – 30 % iso- $\alpha$ -hořkých kyselin.
- Koncentráty hořečnatých solí iso- $\alpha$ -hořkých kyselin s obsahem iso- $\alpha$ -hořkých kyselin v rozmezí mezi 40 – 45 %.
- Tekutý koncentrát draselných solí iso- $\alpha$ -hořkých kyselin v propylenglykolu s obsahem 20 % iso- $\alpha$ -hořkých kyselin.

V mnoha zemích je použití těchto výrobků legislativně omezena, využívají se především v Anglii, USA či Austrálii (Basařová *et al.*, 2010).

## **2.5.5 PŘEHLED VÝZNAMNÝCH ČESKÝCH A VYBRANÝCH SVĚTOVÝCH ODRŮD CHMELE**

Kovařík, (2016) charakterizoval vybrané české odrůdy chmelů takto:

- **JEMNÉ AROMATICKÉ CHMELE**

#### **ŽATECKÝ POLORANÝ ČERVENĚŘÁK**

Výnos chmele se pohybuje mezi 0,8 – 1,5 tuny na hektar,  $\alpha$ -hořké kyseliny zaujímají 2,5 – 5,0 % hm. a obsah  $\beta$ -hořkých kyselin je v rozmezí 4,0 – 6,0 % hm.

Podíl farnesenu je 14 – 20 % rel. Chmelové aroma je jemné, pravé chmelové. Tato odrůda je považována za standard pivovarské kvality.

#### SAAZ LATE

Je to jemný aromatický chmel s výnosem 1,8 – 2,6 tuny na hektar. Oproti Žateckému poloranému červeňáku má vyšší obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin v rozmezí 3,5 – 6,0 % hm. a obsah  $\beta$ -hořkých kyselin se pohybuje na přibližně stejné úrovni mezi 4,0 – 6,5 % hm. Podíl farnesenu je také téměř stejný 15 – 20 % hm.

Oba druhy jsou doporučeny používat pro třetí i druhé chmelení a to ve formě pelet nebo lisovaných hlávek.

- **AROMATICKÉ CHMELE**

#### SLÁDEK

Výnos chmele se pohybuje okolo 1,8 – 2,5 tuny na hektar. Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin je 4,5 – 7,5 % hm, obsah  $\beta$ -hořkých kyselin je 4,0 – 7,0 % hm. Aroma chmelu je typicky chmelové, jemné. Sládek je odrůda pozdní, často využívaná i v zahraničí. Používá se ve formě pelet nebo granulí při druhém chmelení.

#### KAZBEK

Výnos chmele bývá o něco vyšší než u odrůdy Sládek, většinou 2,1 – 3,0 tuny na hektar.  $\alpha$ -hořké kyseliny jsou v rozmezí 3,0 – 8,0 % hm. a  $\beta$ -hořké kyseliny 4,0 – 6,0 % hm. Aroma chmele je specifické, kořenité. Využívá se k výrobě speciálních piv a ve formě pelet se přidává při druhém chmelení.

#### BOHEMIE

Výnos chmele je okolo 2,0 – 2,7 tun na hektar. Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin je totožný jako u odrůdy Kazbek 5,0 – 8,0 % hm. množství  $\beta$ -hořkých kyselin je 6,0 – 9,0 % hm. Aroma je slabě kořenité, chmelové.

#### HARMONIE

Výnos chmele se pohybuje od 1,8 – 2,4 tuny na hektar. Typické pro tuto odrůdu je stejný obsah  $\alpha$ -hořkých a  $\beta$ -hořkých kyselin 5,0 – 8,0 % hm. Aroma je kořenité.



- **HOŘKÉ CHMELE**

#### RUBÍN

Výnos je 1,8 – 2,5 tuny na hektar. Množství  $\alpha$ -hořkých kyselin obsažených ve chmelu je poměrně vysoké 9,0 – 12,0 % hm. množství  $\beta$ -hořkých kyselin je 3,5 – 5,0 % hm. Typické aroma pro odrůdu Rubín je hrubě kořenité. Chmel má dobré růstové vlastnosti.

#### ANGUS

Výnos chmele je 1,8 – 2,2 tuny na hektar. Obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin je obdobný jako u odrůdy Rubín 10,0 - 14,0 % hm. a obsah  $\beta$ -hořkých kyselin je 4,0 – 6,5 % hm. Aroma je typicky chmelové, silně kořenité. Využití zejména pro první chmelení, ale může se použít i pro druhé.

#### VITAL

Výnos se pohybuje mezi 1,7 – 2,0 tuny na hektar. Z hořkých chmelů má nejvyšší obsah  $\alpha$ -hořkých kyselin 12,0 – 16,0 % hm. a i  $\beta$ -hořkých kyselin 6,0 – 10,0 % hm. Aroma je stejné jako u ostatních, chmelové, kořenité.

- **CHMELE SKUPINY - „DUAL PURPOSE“**

#### BOR

Výnos je 1,7 – 2,3 tuny na hektar. Chmel obsahuje 6,0 – 9,0 % hm.  $\alpha$ -hořkých kyselin a 3,0 – 5,5 % hm.  $\beta$ -hořkých kyselin. Aroma je typicky chmelové, příjemné. Tato odrůda je postupem času nahrazována odrůdou Premiant.

#### PREMIANT

Výnos chmele je 1,8 – 2,5 tuny na hektar. Odrůda má vyšší obsahy hořkých kyselin než odrůda Bor.  $\alpha$ -hořkých kyselin je ve chmelu obsaženo 7,0 – 11,0 % hm. a  $\beta$ -hořkých kyselin 3,5 – 5,5 % hm. Aroma bývá chmelové, příjemné. Odrůda vyniká vysokou výkonnostní stabilitou (Kovařík, 2016).

Vybrané odrůdy českých a zahraničních chmelů jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tabulka č. 3 Přehled vybraných odrůd chmele

Odrůda	Obsah $\alpha$ -kyselin (%)	Obsah kohumulonu (%)	Charakteristické chutě
<b>ČESKÉ ODRŮDY</b>			
Angus	10,0 – 14,0	28 – 38	Pikantní, zemitá, citrusová
Harmonie	5,0 – 8,0	17 – 21	Jemně pikantní, chmelová
Premiant	7,0 – 11,0	18 – 24	Zemitá, bylinná
Sazz /Žatecký červeňák/	2,5 – 5,0	23 – 26	Bylinná, květinová
Sládek	4,5 – 7,5	22 – 28	Zemitá, květinová
Kazbek	5,0 – 8,0	17 -21	Citrusová
<b>NĚMECKÉ ODRŮDY</b>			
Callista	2,5 – 4,5	25 -35	Chmelová, meruňková, malinová
Opal	5,0 -8,0	13 – 17	Pikantní, sladká
Merkur	11,0 – 14,5	17 – 22	Čistá hořkost
Ariana	9,5 – 11,0	25 – 35	Černý rybíz, broskev
<b>ANGLICKÉ ODRŮDY</b>			
Fuggles	4,0 – 5,0	25 – 30	Mátová, zemitá, travnatá
Challenger	6,5 – 8,5	20 – 25	Pikantní
Golding	4,5 – 6,5	23 – 28	Pikantní, medová, pomerančová
<b>FRANCOUZSKÉ ODRŮDY</b>			
Aramis	6,0 – 8,5	21 – 25	Travnatá, citrusová
Triskel	7,0 – 9,0	20 – 23	Květinová, ovocná
<b>SLOVINSKO</b>			
Aurora	7,5 – 9,5	30 – 40	Květinová, citrusová,
<b>SPOJENÉ STÁTY</b>			
Apollo	14,0 – 18,0	24 – 28	Silně bylinná, grapefruitová
Calypso	11,0 – 14,0	39 – 43	Hrušková, jabloková, broskvová
Cascade	4,5 – 7,5	33 – 40	Ovocná, citrusová
<b>NOVÝ ZÉLAND</b>			
Motueka	6,0 – 7,0	25 – 35	Citronová, limetková, květinová
Riwaka	5,0 – 8,0	29 – 36	Tropické ovoce
<b>AUSTRÁLIE</b>			
Topaz	15,0 – 18,0	47 – 50	Ovocný dort, pikantní

Zdroj: <http://www.brelex.cz/2017%20Hop%20Manual-E-0117.pdf>

## 2.5.6 VODA

K hlavním surovinám potřebných k výrobě piva se bezesporu řadí voda. Voda zaujímá až 93 % z celkové hmotnosti piva. Významně ovlivňuje charakter a jakost piva. Využívat se musí hygienicky nezávadná voda, i když na vodu využívanou pro varné účely nejsou kladeny vysoké podmínky, jelikož při varu se voda prakticky sterilizuje. Vodou se ovlivňuje pH rmutu a sladiny, dále barva, chuť a látková stabilita piva. Obecně nevhodná voda je voda s vysokým obsahem železa, síranu vápenatého ( $\text{CaSO}_4$ ) a síranu sodného ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), který dodává pivu hrubou chuť, což je nežádoucí. Chlorid sodný ( $\text{NaCl}$ ) ve velmi malém množství příznivě ovlivňuje chuť především tmavých piv (Ingr, 1993).

V pivovaru je voda rozlišovaná pod dvěma názvy. Voda varní, která se používá pro vaření piva a voda užitková, která se využívá k mytí a čištění provozu v pivovaru (Chládek, 2007). Nejsou na ni kladeny již tak vysoké požadavky, ale nesmí obsahovat mikroorganismy, které mohou kontaminovat prostředí (Ingr, 1993).

Z potravinářských průmyslů se pivovarnictví řadí k odvětví, které spotřebuje nejvíce vody. V průměru se spotřeba pohybuje mezi 3,7 – 10,9 hl vody na výrobu 1 hl piva, v průměru to činí 6 hl na 1 hl piva (Kunze, 1994).

### DRUHY PIVOVARSKÝCH VOD

Jak již bylo zmíněno, charakter a jakost piva také z velké části ovlivňuje voda, která je ve výrobku použita. Na základě využití vody se vyvinuly i základní typy piv. V České republice je příkladem plzeňské pivo, světlý ležák, vyrobené na základě použití plzeňské vody tabulka č. 4.

**Plzeňská voda** je velmi měkká, chudá na soli a převážně hydrogenuhličitanová. Je vhodná pro piva světlá a pro silně chmelená spodně kvašená piva.

**Mnichovská voda** ta je středně až tvrdá. Má nízké zastoupení síranů a chloridů. Je charakteristická pro tmavá mnichovská piva.

**Dortmundská voda** se řadí k velmi tvrdým vodám. Má poměrně vysoký obsah chloridů. Využití pro piva dortmundského typu.

**Vídeňská voda** je velmi tvrdá a využívá se pro polotmavá vídeňská piva (Schuster *et al.*, 1992).

Tabulka č. 4 Vybrané parametry složení pivovarských vod

	Plzeňská	Mnichovská	Dortmundská	Vídeňská
<b>Celková tvrdost [mmol/l]</b>	1,0	2,7	7,4	6,9
<b>Dusičnany [mg/l]</b>	18,0	stopy	Stopy	Stopy
<b>Sířany [mg/l]</b>	30,0	9,0	290,0	216,0
<b>Chloridy [mg/l]</b>	20,0	1,6	107,0	39,0
<b>Vápník [mg/l]</b>	25,0	75,82	62,01	62,4
<b>Hořčík [mg/l]</b>	9,0	18,21	9,96	8,5

Zdroj: Kosář a Procházka *et al.*, (2000)

### 2.5.7 PIVOVARSKÉ KVASINKY

Kvasinky se uplatňují v celém potravinářském průmyslu. Jejich použitím lze prodloužit trvanlivost výrobku, zajistit lepší stravitelnost a získat žádoucí chuť. Oblíbené jsou u nápojů, kde přeměňují cukr na ethanol, který působí euforizujícím účinkem na lidský organismus (Gallone *et al.*, 2016).

V minulosti sládkové o existenci kvasnic nevěděli. Pivo se nejvíce vařilo ve středověkých kláštorech, kde mniši kvašení považovali za boží zásah. Kvasnice v pivu poprvé pozoroval Holanďan Leeuwenhoek v roce 1685. Jejich vlastnosti však odhalil až v roce 1871 vědec Louis Pasteur. Byl první, kdo popsal, jak se kvasnice živí sladovými cukry rozpuštěnými v pivu a přeměňují je na alkohol a kysličník uhličitý. (Hasík, 2013)

Využití kvasinek v potravinářském odvětví vyžaduje základní znalosti o jejich fyziologii, biochemii, ekologii. Znalost těchto základů napomáhá k dalšímu genetickému vylepšení a objevování nových biokatalytických technologií, což může vést k rozvoji nových výrobků a procesů (Querol, Fleet, 2006).

Dochází k rozvoji mezidruhových hybridů využívaných nejen v pivovarnictví, ale i v širším okruhu zemědělství, kde se to kladně projevuje například na podstatně vyšším výnosu jak v rostlinné výrobě, tak živočišné produkci. Hybridní druhy často vykazují velmi dobré fenotypové vlastnosti ve vztahu k mateřským kmenům (Krogerus *et al.*, 2017).

Pivo, ale i víno nebo jiné alkoholické nápoje se při své výrobě neobejdou bez kvasinek. V převážné většině se jedná o kvasinky druhu *Saccharomyces cerevisiae*. Taxonomicky se kvasinky řadí k houbám tabulka č. 5 (Basařová *et al.*, 2010).

*Saccharomyces cerevisiae* je pивní, lihovarnická, vinná a pekařská kvasinka, která fermentuje glukózu, galaktózu, sacharózu, maltózu a rafinózu (Görner a Valík, 2004). V pivovarství se u kvasinek požaduje vyrovnanost tvaru, většinou elipsoidní nebo vejčitý, dále stejnoměrná velikost, a aby byly zachovány technologické vlastnosti (Šilhánková, 2002).

V pivovarství jsou používány dva základní druhy kvasinek, z nichž jsou vyráběny různé typy piv. Svrchní kvasinky (*Saccharomyces cerevisiae*) slouží převážně pro výrobu piva typu „ale“, „porter“ a „stout“. Druhým typem jsou spodní kvasinky (*Saccharomyces pastorianus/carlsbergensis*) využívané pro piva plzeňského typu (Kadlec, 2009).

#### • SVRCHNÍ A SPODNÍ PIVOVARSKÉ KVASINKY

Svrchní pivovarské kvasinky jsou využívány především pro piva typu Ale. Teplotní rozmezí pro růst kvasinek se pohybuje mezi 18 – 22 °C. Kvasnice jsou vynášeny do kvasničné deky (Basařová *et al.*, 2010).

Spodní pivovarské kvasinky se využívají k výrobě piv typu ležáku. Teplotní rozmezí pro růst se nachází mezi 7 – 15 °C a kvasnice se usazují na dno kvasné nádoby (Basařová *et al.*, 2010).

Dle Basařové *et al.*, 2010 se mezi svrchními a spodními kvasinkami nachází několik základních rozdílů:

- složení genetického materiálu;
- odlišné složení buněčných stěn;
- stupeň zkvašování  $\alpha$ -rafinosy;
- růst na určitých půdách;
- obtížná sporulace spodních kvasinek;
- rozdílné technologické znaky;
- rozdíl v teplotách růstu.

Tabulka č. 5 Taxonomické začlenění pivovarských kvasinek

<b>Říše</b>	Fungi
<b>Kmen</b>	Ascomycotina
<b>Podkmen</b>	Saccharomycotina
<b>Třída</b>	Saccharomycetes
<b>Řád</b>	Saccharomycetales
<b>Čeleď</b>	Saccharomycetaceae
<b>Rod</b>	Saccharomyces
<b>Typový druh</b>	Saccharomyces cerevisiae

Zdroj: Basařová *et al.*, (2010)

- **CHEMICKÉ SLOŽENÍ PIVOVARSKÝCH KVASINEK**

Větší část kvasinky je tvořena vodou, může to být až 85 %. Přibližně tři čtvrtiny z toho je voda intracelulární, ta je vázána uvnitř buňky a zbylá čtvrtina je voda hydratační a volná, která je vázaná povrchovými silami. Obsah sušiny je proměnlivý, mění se podle stáří kultury, fyziologického stavu nebo podle složení substrátu. Pro základní látky jsou uváděny tyto hodnoty tabulka č. 6 (Hlaváček a Lhotský, 1966).

Tabulka č. 6 Chemické složení pivovarských kvasinek

<b>Dusíkaté látky</b>	<b>Glycidy (uhlohydráty)</b>	<b>Lipidy</b>	<b>Minerální látky</b>	<b>Obsah vody</b>
45 – 60 %	15 – 37 %	2 – 12 %	6 – 12 %	cca 85 %

Zdroj: Hlaváček a Lhotský, (1966)

V sušině pivovarských kvasinek jsou obsaženy sacharidy a to ve formě monosacharidů, oligosacharidů a polysacharidů. Velký podíl sacharidů se nachází v obalových vrstvách buňky (Hlaváček a Lhotský, 1966). Nejvýznamnějšími polysacharidy jsou glykogen a mannan, které jsou obsaženy v cytoplasmě. Množství, ve kterém se glykogen vyskytuje, je ovlivněno mnoha faktory. Zejména genetickým základem kvasinek, jejich fyziologickým stavem a i podmínkami, které jsou vytvořeny při fermentaci. Bývá pravidlem, že kvasinky s vrchního kvašení

mají vyšší obsah glykogenu než kvasinky spodního kvašení. Mannan je spojen se schopností kvasinek se shlukovat (Basařová *et al.*, 2010).

Obsah lipidů v pivovarské kvasince bývá do 5 %. Většinu tvoří složené lipidy, lecithiny, kefaliny, cerebrosidy (Hlaváček a Lhotský, 1966). Nacházejí se v mitochondriích a buněčných membránách. Některé z nich řídí propustnost buněčné stěny a zároveň působí na přepravu substrátu do buňky. Lipidy jsou složeny z fosfolipidů, neutrálních lipidů a mastných kyselin. Obsah jednotlivých složek ovlivňuje množství kyslíku při kultivaci. Pomocí rozboru lipidů se odlišují kvasničné kmeny (Basařová *et al.*, 2010).

Další důležitou částí, která je uložena v membráně kvasinek, jsou steroly. Ovlivňují propustnost buněčných membrán a zajišťují správnou konzistenci. Nejvíce obsaženým steroidem v kvasinkách je ergosterol (Basařová *et al.*, 2010).

Z organických sloučenin vyskytujících se v nízkých koncentracích mají z nutričního hlediska význam především vitaminy skupiny B (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>), provitamin D (ergosterol) a u některých rodů také provitamin A tj. β-karoten (Šilhánková, 2002).

Hlavní složkou popela je oxid fosforečný. Obsah oxidu fosforečného v sušině se může do určité míry ovlivňovat složením kultivačního prostředí. Z iontů kovů je v největším množství zastoupen K<sup>+</sup>, méně je Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> a Na<sup>+</sup> (Šilhánková, 2002).

## • ROZMNOŽOVÁNÍ PIVOVARSKÝCH KVASINEK

Pivovarské kvasinky jsou fakultativní organismy a nejčastěji se rozmnožují vegetativním pučením. Reprodukce může probíhat i sporulací, což neprobíhá příliš často, ale kvasince může pomoci přežít v období stresu (Gallone *et al.*, 2016). Může docházet k přímému a nepřímému dělení jádra. Při amitóze (přímé dělení) se jádro rozdělí na dvě části, a to bez účasti chromozómů. Při mitóze (nepřímé dělení) se buněčné jádro společně s chromozómy dělí ve čtyřech fázích – profáze, metafáze, anafáze, telofáze. Tento proces je složitější a probíhá obdobně jako u rostlin a živočichů. (Hlaváček a Lhotský, 1966).

Teplotní rozmezí, které je vhodné pro růst a rozmnožování, se pohybuje mezi 25 až 30 °C. Při teplotách vyšších než 40 °C dochází k odumírání buňky. Nízké teploty, které se využívají při spodním kvašení, kvasinky nepoškozují, ale pouze zpomalují jejich vývoj (Hlaváček a Lhotský, 1966).

Základní podmínkou rozmnožování je vhodné prostředí, které poskytuje všechny potřebné živiny, jako jsou glycidy, dusíkaté a minerální látky a růstové

faktory. Takovým nejvhodnějším prostředím je pivní mladina. Při vegetativním pučení si mateřská buňka vytvoří pupen, který dále dorůstá v dceřinou buňku. U spodních pivovarských kvasinek se dceřiná buňka oddělí hned po dosažení určité velikosti, na rozdíl od svrchních kvasinek, kde se buňka oddělí až za nějaký čas a společně tvoří keříčkovité buněčné svazky. Na mateřské buňce po pučení zůstane jizva a podle počtu jizev lze zjistit stáří buňky (Hlaváček a Lhotský, 1966). Při nejbouřlivější fázi kvašení dochází k zvýšení počtu kvasinek z řádově  $1,7 \cdot 10^6$  na  $70 \cdot 10^6$  (Basařová *et al.*, 2010).

## 2.5.6 DĚLENÍ, TYPY A CHARAKTERISTIKA PIV

Pivo dělíme do skupin podle použitého sladu – světlé, polotmavé, tmavé a řezané pivo, které vzniká smíšením světlých a tmavých piv stejné skupiny. Dále do podskupin, podle obsahu extraktu původní mladiny tabulka č. 8, na výčepní, ležák, speciální, porter, se sníženým obsahem alkoholu, se sníženým obsahem cukru, pšeničné, kvasnicové, nealkoholické, bylinné, lehké. Mezi základní rozdělení se také zařazuje dělení piv na spodně kvašená nebo svrchně kvašená piva (Pešek, 2010).

Basařová *et al.*, (2010) uvádějí, že zahraniční piva mají většinou v názvu přívlastek dané země, ve které jsou vyrobená. Také uvádí příklady rozdělení zahraničních piv na:

### ❖ Spontánně kvašená piva

- Lambik
  - Lambik
    - Gueuze

### ❖ Svrchně kvašená piva

- Pšeničná piva
- Ale
- Stout
- Porter
- Německá svrchně kvašená piva
- Francouzská svrchně kvašená piva

### ❖ Spodně kvašená piva

- Ležáky



- **CHARAKTERISTIKA PODSKUPIN**

**Výčepní pivo** – bývá spodně kvašené, slad se využívá ječný, obsah extraktu původní mladiny je do 10 hmotnostních procent.

**Ležák** – spodně kvašené, obsah extraktu původní mladiny je 11 až 12 % hmot.

**Porter** – spodně kvašené, obsah extraktu původní mladiny je 18 i více % hmot. Je to pivo tmavé vyrobené nejčastěji z ječných sladů.

**Pšeničné pivo** – vyrobené z pšeničného sladu, podíl extraktu pšeničného sladu je vyšší než 1/3 hmotnosti z celkového extraktu.

**Speciální pivo** – spodně kvašené, používá se ječný slad, extrakt původní mladiny je 13 i více % hmot.

**Pivo se sníženým obsahem cukru** – obsah cukru je maximálně 7,5 g/l, je hluboce prokvašené.

**Kvasnicové pivo** – během stáčení hotového piva dochází k přidání malého podílu rozkvašené mladiny.

**Bylinné pivo** – vyrábí se s přidavkem speciálních extraktů nebo přidavkem částí bylin, dřevin.

**Lehké pivo** – hluboce prokvašené, využitelná energie je maximálně 1300 KJ/l.

**Pivo se sníženým obsahem alkoholu** – výše obsaženého alkoholu je nejvýše 1,2 obj. (1,0 % hmot.)

**Nealkoholické pivo** – má nejvýše 0,5 % obj. alkoholu (Pešek, 2000).

Na základě osobního sdělení sládka Libora Smutka se piva liší v různé typologii následujícím způsobem.

## **TYPY PIV**

- **ALE**

Ale jsou svrchně kvašená piva s původem převážně v Anglii, Belgii. Označení Ale patřilo pivům, která byla vyráběna bez použití chmele. Dochucovala se pomocí bylinek. Při výrobě jsou použity kvasinky svrchního kvašení, které fermentují pivo při vyšších teplotách a produkují vedlejší kvasné produkty, jako jsou estery a fenoly, které dají výslednému pivu charakteristický ovocný nebo kořenný nádech.

- **INDIA PALE ALE**

Základem tohoto druhu je pivo typu Ale. Bylo vyrobeno v Anglii pro úředníky a vojáky sloužící v Indii. Pivo bylo silné a silně chmelené, což zaručilo jeho kvalitu a trvanlivost při transportu do Indie.

- **STOUT**

Pod názvem stout je ukryto silné tmavé pivo s charakteristicky výraznou chutí. Obsah extraktu původní mladiny je 13 %.

- **PORTER**

Portery jsou soustavou silných piv s původní stupňovitostí minimálně 18 % a výše. Jsou to speciální piva, která bývají tmavá, ale i světlá. Silně chmelená s výraznou chutí. K výrobě je použita soustava sladů složená například z plzeňského, bavorského sladu. Přidávají se i speciální slady například karamelový a různé druhy chmele. Je to široká škála možností, která nelze přesně specifikovat.

- **SVĚTLÝ LEŽÁK**

K výrobě se používá převážně slad plzeňského typu. Chmelení se provádí obvykle Žateckým chmelem – Žatecký poloraný červeňák s přídavkem například odrůdy Sládek nebo Premium. Žatecký poloraný červeňák dodá pivu pomocí silic vůni a Sládek či Premium, které vyšším obsahem  $\alpha$ -hořkých kyselin, ovlivňují hořkost výsledného piva.

- **TMAVÝ LEŽÁK**

Základem je plzeňský, bavorský, karamelový a barvicí slad. Chmelení může být různé, ale obecně je nižší než u světlého ležáku.

- **SPECIÁLNÍ TMAVÉ PIVO**

Speciální tmavé pivo se liší právě složením sladů. Mohou být použité speciální slady a speciální chmele. Je to velmi široká škála., kde mohou být použity i slady z jiných obilovin než z ječmene. Většinou bývá náhradou za ječmen pšenice.

- **SVĚTLÝ LEŽÁK Z MINIPIVOVARU**

Neuvádí se žádný zásadní rozdíl mezi světlým ležákem a světlým ležákem z minipivovaru. V podstatě je vše stejné a záleží pouze na sládkovi, jakou si vytvoří skladbu chmelů a použitých sladů. Ve většině případů bývá pivo nefiltrované.

- **SVĚTLÝ LEŽÁK PREMIUM Z MINIPIVOVARU**

Použité suroviny se neliší. Rozdíl může být v technologii, době ležení a způsobu chmelení. Je možnost použít studené chmelení. Opět záleží jen na sládkovi,

jakou možnost zvolí. Ve většině případů bývá dvourmutový výrobní postup, který je typický pro česká piva.

- **SVĚTLÉ VÝČEPNÍ PIVO Z MINIPIVOVARU**

Základním ukazatelem je rozpětí 7 – 10,99 % extraktu původní mladiny. Z většiny případů jsou to 10°.

- **SPECIÁLNÍ SVĚTLÉ PIVO Z MINIPIVOVARŮ**

Světlé pivo, kde základem je plzeňský typ sladu. Označením slovem speciální musí splňovat rozmezí 13 – 17,99 % obsahu extraktu původní mladiny. Ve výrobě je použit převážně plzeňský typ sladu a žatecké chmele.

- **POLOTMAVÉ PIVO Z MINIPIVOVARU**

Podle barevné škály EBC se polotmavé pivo pohybuje v rozmezí 15 – 40 tabulka č. 7. Barvy se docílí přidavkem sladů. Využívá se plzeňský, bavorský, karamelový a barvicí v malém množství.

- **SPECIÁLNÍ POLOTMAVÉ PIVO Z MINIPIVOVARU**

K výrobě se používají stejné slady jako u polotmavého piva. Jediným rozdílem je stupňovitost, kdy speciální polotmavé pivo musí mít 13 – 17,99 % extraktu původní mladiny.

- **TMAVÝ LEŽÁK Z MINIPIVOVARU**

Barva je podle škály EBC nad 40. Barevné odstíny jsou zobrazeny na obrázku č. 1. Rozmezí stupňovitosti je 11 – 12,99. Základní skladba sladů je tvořena z plzeňského, bavorského, karamelového a barvicího sladu.

- **SPECIÁLNÍ TMAVÉ PIVO Z MINIPIVOVARU**

Skladba sladů je obdobná jako u tmavého ležáku, ale mohou být přidány speciální chmele a slady. Je to individuální.

- **PŠENIČNÉ PIVO**

Jde o kombinaci sladu pšeničného se sladem plzeňským. Poměr bývá různý. Pivo je svrchně kvašené při teplotách kolem 16 – 18 °C, což je příčinou vzniku vedlejších produktů kvašení, které jsou záměrem. Produkty poté dodávají pivu typickou vůni.

- **SPECIÁLNÍ SVĚTLÉ PIVO**

Výroba z plzeňského typu sladu. Opět může být použita celá škála druhů chmelů. Piva mohou být hluboce nebo málo prokvašena. Může být velmi hořké, ale nemusí. U světlého typu piva jsou libovolné možnosti.

- **NEFILTROVANÉ PIVO**

Pivo není filtrované, zůstávají v něm kvasinky, které byly původně zakvašeny na hlavní kvašení. Při hlavní kvašení z 90 % extraktu prokvasí a velké množství kvasinek si sedne, zejména pro nedostatek živin. Nefiltrované pivo je tvořeno zejména z kvasinek, které zbyly po zrání v pivu. Kvasinky jsou již povadlé, mohou být i mrtvé.

- **KVASNICOVÉ PIVO**

Filtrované pivo s přidanými kvasinkami v nejlepší kondici hlavního kvašení, která se nazývá „bílý kroužky“. Vzniká smícháním části mladého piva, které obsahuje vitální kvasinky s pivem filtrovaným.

- **EXTRA SILNÉ PIVO**

Podobné porterům, kde původní stupňovitost je minimálně 18° a obsah alkoholu 6 – 7 % obj., ale pivo může dosahovat i mnohem vyšší původní stupňovitosti například 24° s alkoholem i přes 10 % obj. Je to ovlivněno množstvím extraktu, který se přidá v prvopočátku, záleží na způsobu vaření, kvašení a použití hluboko prokvašujících kmenů kvasinek, které jsou schopny odolávat vyšším hladinám alkoholu (Osobní sdělení – sládek Libor Smutek).

- **CIDER**

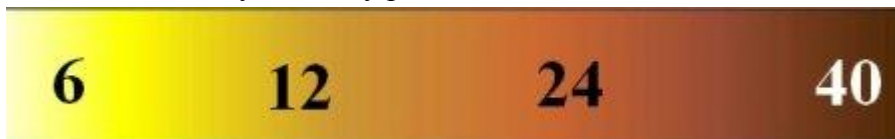
Dle celní nomenklatury je cider považován za víno, nikoliv za pivo. Je vyráběn kvašením z jablečného moštu s 2 až 8 obj. % alkoholu. Nápoj si velmi rychle získal svou oblíbenost ve světě a to zejména ve Velké Británii či Francii (Basařová *et al.*, 2010).

Tabulka č. 7 Barevná škála piv

ZÁKLADNÍ BARVA	ODSTÍN	EBC
ŽLUTÁ	SVĚTLÝ	4 – 6
	STŘEDNÍ	6 – 9
	ZLATÝ	9 – 12
	TMAVÝ ZLATÝ	12 – 15
JANTAROVÁ	SVĚTLÝ	15 – 18
	MĚDĚNÝ	18 – 22
	ČERVENÝ	22 – 28
HNĚDÁ	SVĚTLÝ	28 – 34
	TMAVÝ	34 – 40
	TMAVÝ – SVĚTLE ČERNÁ	40 – 50
ČERNÁ	PLNÝ TMAVÝ	>50

Zdroj: <http://www.pivniklenoty.cz/vse-o-pivu/slovník-pojmu/b/barva-piva/>

Obrázek č. 1 Barvy a odstíny piv



Zdroj: <http://www.pivniklenoty.cz/vse-o-pivu/slovník-pojmu/b/barva-piva/>

Tabulka č. 8 Dělení piv dle obsahu extraktu původní mladiny

<b>PORTER</b>	18 a více %
<b>SPECIÁLNÍ PIVA</b>	13 – 17,99 %
<b>LEŽÁKY</b>	11 – 12,99 %
<b>VÝČEPNÍ PIVA</b>	7 – 10,99 %
<b>STOLNÍ PIVA</b>	do 6,99 %
<b>PIVA SE SNÍŽENÝM ALKOHOLEM</b>	nejvýše 1,2 %
<b>NEALKOHOLICKÉ PIVO</b>	nejvýše 0,5 %

Zdroj: Osobní sdělení sládka Libora Smutka

### 3. ZÁVĚR

V posledních letech došlo k vysokému nárůstu počtu minipivovarů se zájmem vyrábět odlišné, netypické pivo. Jednotlivé série piva bývají ve většině případů rozdílné. Málokdy se povede vyrobit totožné pivo, jak tomu bývá ve velkých pivovarech. Právě na této odlišnosti si craft beer zakládá. Zákazník má možnost stále zkoušet nové chutě. Výrobce není omezen standardem, který konzument očekává od piv vyrobených z průmyslových pivovarů. Dělení piv na spodně a svrchně kvašená zůstává. Do přímého styku s kvasinkami se spotřebitel dostává při konzumaci nefiltrovaného či kvasnicového piva.

Bakalářská práce se zabývala tématem, jak základní suroviny působí na různé druhy craft beer, Velmi záleží na sládkovi, jakou zvolí skladbu sladů a chmelů.

Craft beer nebylo pro Českou republiku do nedávna příliš typickým. Své kořeny má zejména v USA či v Anglii. Světové vyšlechtěné odrůdy chmelů měly atypické aroma, které dalo za vznik novým typům piva. Příkladem jsou odrůdy z Austrálie - Topaz, Nového Zélandu - Motueka či Ameriky - Cascade, kdy aroma chmele bývá ovocné, citrusové. Především se vyrábí svrchně kvašená piva typu Ale, které nyní konkurují ležáku plzeňského typu, jenž je pro Českou republiku typickým.

Různorodou kombinací sladů se též pivo velmi ovlivní. Reguluje se především barva výsledného produktu. Pro získání tmavých či polotmavých piv se přidávají slady bavorského typu, čímž získáme vysokou hodnotu barvy sladiny. Přidávají se také speciální slady, mezi které se řadí například karamelové slady anebo barvicí, využívané pro výrobu velmi tmavých piv. Kombinaci sladů si určuje sládek a záleží jen na něm, jaké barvy chce dosáhnout.

#### 4. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BASAŘOVÁ G., ČEPIČKA J., 1986: Sladařství a pivovarství. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury. 256 s.

BASAŘOVÁ G., ŠAVEL J., BASAŘ P., LEJSEK T., 2010: Pivovarství: teorie a praxe výroby piva. Praha: Vydavatelství VŠCHT. ISBN 978-80-700-734-7. 904 s.

DOSTÁLOVÁ J., KADLEC P., 2014: Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing. ISBN 978-80-7418-208-2. 425 s.

GALLONE B., STEENSELS J., PRAHL T., et al. Domestication and Divergence of *Saccharomyces cerevisiae* Beer Yeasts. *Cell* [online]. 2016, 166(6), 1397-1410.e16 [cit. 2017-04-18]. DOI: 10.1016/j.cell.2016.08.020. ISSN 00928674.

GÖRNER F., VALÍK L., 2004: Aplikovaná mikrobiológia požívatin. Bratislava: Malé centrum. ISBN 80-967064-9-7. 528 s.

HAGER AS., TAYLOR JP., WATERS DM., ARENDT EK.: Gluten free beer – A review. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2014, 36(1), 44-54 [cit. 2017-04-18]. DOI: 10.1016/j.tifs.2014.01.001. ISSN 09242244.

HASÍK T., 2013: Svět piva a piva světa. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4648-7. 128 s.

HLAVÁČEK F., LHOTSKÝ A., 1966: Pivovarství. SNTL – Praha: nakladatelství technické literatury. 484 s.

HOLMES, CALUM P., CASEY J., COOK D. J., 2016: Mashing with unmalted sorghum using a novel low temperature enzyme system: Impacts of sorghum grain composition and microstructure. *Food Chemistry* [online]. 2017, 221, 324-334 [cit. 2017-04-19]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.10.083. ISSN 03088146.

HOREJSEK J., 1990: Chmelařství. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. ISBN 80-209-0125-6. 288 s.

CHLÁDEK L., 2007: Pivovarnictví: Řemesla, tradice, technika. Praha: Grada Publishing, a. s.. ISBN 978-80-247-1616-9. 207 s.

INGR I., *et al.*, 1993: Zpracování zemědělských produktů. Brno: VŠZ (Brno). ISBN 80-7157-058-3. 249 s.

ISSN 1801 – 7452. 30 s.

KADLEC P., MELZOCH K., VOLDŘICH M., 2009: Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing. ISBN 978-80-7418-051-4. 536 s.

KOSAŘ K., PROCHÁZKA S., 2000: Technologie výroby sladu a piva. Praha: VÚPS. ISBN 80–902658–6–3. 398 s.

KOVAŘÍK M., České odrůdy chmele a jejich pivovarské využití. Český chmel, 2016. ISBN 978-80-7434-32-4. s. 66 – 68

KROGERUS K., MAGALHÃES F., VIDGREN V., GIBSON B.: Novel brewing yeast hybrids: creation and application. *Applied Microbiology and Biotechnology* [online]. 2017, 101(1), 65-78 [cit. 2017-04-18]. DOI: 10.1007/s00253-016-8007-5. ISSN 0175-7598.

KUNZE W., 1994: Technologie Bauer und Mälzer. Berlin: VLB. ISBN 3-921690-6-3.

MORAVEC J., 2006: Nakuřovaný slad, Pivař, roč. I., č. 09.

PEŠEK M., ČURN V., JIROTKOVÁ D., PELIKÁN M., SAKOVÁ L., 2000: Potravinářské zbožíznalství. České Budějovice: ZF JU. ISBN 80-7040-399-3. 175 s.

QUEROL A., FLEET G., 2006: Yeasts in food and beverages. Springer, Berlin. ISBN 3-540-28388-9. 453 s.

SCHUSTER K., WEINFURTNER F., NARZISS L., 1992: Die Bierbrauerei; Zweiter Band; Die Technologie der Würzebereitung. Stuttgart. 402 s.

ŠILHÁNKOVÁ L., 2002: Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology. Praha: Academia. ISBN 80-200-1024. 363 s.



ŠNOBL J., ŠTAUD J., VAŠÁK J., ZIMOLKA J., 2004: Rostlinná výroba. IV, (Chmel, len, konopí, využití biomasy k energetickým účelům). Praha: Česká zemědělská univerzita, Agronomická fakulta. ISBN 80-213-1153-3. 119 s.

## **INTERNETOVÉ ZDROJE**

[http://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2016\\_skliznove-plochy-chmelnic-v-ceske.html](http://eagri.cz/public/web/ukzuz/tiskovy-servis/tiskove-zpravy/x2016_skliznove-plochy-chmelnic-v-ceske.html)

Staženo dne: 1. 3. 2017

<http://www.brelex.cz/2017%20Hop%20Manual-E-0117.pdf>

Staženo dne: 10. 4. 2017

[http://www.czhops.cz/index.php?option=com\\_content&view=article&id=55&Itemid=54&lang=cs](http://www.czhops.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=54&lang=cs)

Staženo dne: 25. 2. 2017

<http://www.pivniklenoty.cz/vse-o-pivu/slovník-pojmu/b/barva-piva/>

Staženo dne: 25. 3. 2017

<http://www.svet-piva.cz/clanky-o-pivu/2012/10/12/slad/>

Staženo dne: 6. 4. 2017