

**Česká zemědělská univerzita  
v Praze**



**Technická fakulta  
Katedra technologických zařízení staveb**

Porovnání energetické náročnosti procesu hlavního kvašení  
mladiny při použití kvasnic spodního a svrchního kvašení

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

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

Autor bakalářské práce: Filip Zavadil

Praha 2012

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra technologických zařízení staveb

Technická fakulta

# **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

Zavadil Filip

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

**Porovnání energetické náročnosti procesu hlavního kvašení mladiny při použití kvasnic spodního a svrchního kvašení**

Anglický název

**The comparison of energy consumption during fermentation using bottom and upper yeast**

## **Cíle práce**

Provedení analýzy současného stavu procesů hlavního kvašení mladiny z hlediska kvality finálního výrobku a ekonomiky provozu

## **Metodika**

Na základě literární rešerše odborné literatury a odborných časopisů provést zhodnocení současného stavu procesu hlavního kvašení v českých a zahraničních pivovarech

## **Osnova práce**

1. Úvod
2. Současný stav procesu hlavního kvašení mladiny
3. Rozbor vlivu použití kvasnic dolního a horního kvašení na průběh procesu, kvalitu finálního výrobku a ekonomiku provozu
4. Diskuze výsledků
5. Závěr

**Rozsah textové části**

30 textových stran

**Klíčová slova**

pivo, mladina, kvašení, kvasinky spodního a horního kvašení, ekonomika provozu

**Doporučené zdroje informací**

Chládek, J., „Pivovarnictví“, Praha Grada Publishing 2007, ISBN 978-80-247-15-16-9, 218 stran,

Kosař, K. a kol., „Technologie výroby sladu a piva“, VÚPS Praha 2000, ISBN 80-902658-6-3, 398 stran,

Basáňová, G. a kol., „Přívovarnictví“ vydavatelství Praha VŠCHT, ISBN 978-80-7080-734-7, 863 stran,

odborné časopisy Kvasný průmysl, Brewers Digest, Brauwelt,

**Vedoucí práce**

Chládek Ladislav, doc. Ing., CSc.

**Termín zadání**

listopad 2010

**Termín odevzdání**

duben 2012

  
doc. Ing. Miroslav Příkryl, CSc.  
Vedoucí katedry



  
prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.  
Děkan fakulty

## **PROHLÁŠENÍ**

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Česká zemědělská univerzita v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Česká zemědělská univerzita v Praze oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Praze dne 15. 3. 2012

Filip Zavadil v.r.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Bernatovi, a zejména doc. Ing. Ladislavovi Chládkovi CSc., vedoucímu bakalářské práce, kteří svými odbornými znalostmi přispěli k vypracování této bakalářské práce. Poděkování patří také firmě AB Vickers, která poskytla potřebné informace a údaje týkající se kvasnic.

## **SOUHRN**

Práce je zaměřena na porovnání spodního a svrchního kvašení. Hlavní důraz je věnován porovnání technologických odlišností, energetické náročnosti a sensorickým rozdílům spodního a svrchního kvašení. Cílem práce je shrnout základní odlišnosti obou zmiňovaných technologických postupů se zaměřením na charakter a kvalitu výrobku a ekonomiku procesů. V práci je dále věnována pozornost vývoji pivovarské technologie s akcentem na použití kvasnic spodního a svrchního kvašení.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Spodní a svrchní kvašení, kvašení, kvasnice, pivo, mladina, sensorický profil, technologické vybavení, provozní náklady, chlazení

## **TITLE**

The comparison of energy consumption during fermentation using bottom and top fermentation yeast

## **SUMMARY**

The work is focused on comparing the top and bottom fermentation. The main emphasis is devoted to comparing differences in technological, energy and sensory differences in the top and bottom fermentation. The aim is to summarize the basic differences between the two above mentioned technological processes, focusing on the character and quality of product and economy of process. In thesis I also paid attention to the development of brewing technology with emphasis on the use of top and bottom yeast fermentation.

## **KEY WORDS**

Bottom and top fermentation. fermentation, yeast, beer, wort, sensorial profile, technological equipment, operating costs, chilling

## OBSAH

1. Úvod.....	1
2. Cíl práce.....	2
3. Výroba piva od historie do současnosti .....	3
3.1. HISTORIE VÝROBY PIVA.....	3
4. Technologie výroby piva.....	9
4.1. SUROVINY PRO VÝROBU PIVA .....	9
4.2. PŘÍPRAVA MLADINY .....	9
4.3. KVAŠENÍ MLADINY A DOKVAŠOVÁNÍ PIVA.....	10
4.4. DALŠÍ TECHNOLOGIE VÝROBY PIVA.....	12
5. Rozbor vlivu použití kvasnic spodního a svrchního kvašení na průběh procesu, kvalitu finálního výrobku, ekonomiku provozu.....	13
5.1. ROZDÍLY MEZI SPODNÍM A SVRCHNÍM KVAŠENÍM.....	13
5.2. CHARAKTERISTIKA PIVOVARSKÝCH KVASNIC .....	15
5.3. POUŽÍVANÉ KVASNÉ NÁDOBY PRO HLAVNÍ KVAŠENÍ .....	18
5.4. VÝVIN TEPLA PŘI KVASNÉM PROCESU .....	21
5.1. ZHODNOCENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI .....	22
6. Zastoupení svrchně a spodně kvašených piv na trhu .....	26
6.1. ROZDĚLENÍ DRUHŮ PIV.....	26
6.2. SVRCHNĚ KVAŠENÁ PIVA .....	29
6.3. SPODNĚ KVAŠENÁ PIVA .....	33
7. Závěr.....	35
8. Seznam použité literatury.....	36
9. Seznam obrázků .....	37

# 1. Úvod

Pivo a jeho výroba je spojována s dějinami civilizovaného lidstva. Někteří autoři dokonce uvádějí, že pivo je nejstarší lidmi vyráběný nápoj. Je však otázkou, zda lze původní kvasné produkty nazývat pivem. Pivo a jeho výroba prošla od svého vzniku do současnosti zásadními proměnami a zákazník by určitě pivo, které bylo vyrobeno 4000 let př. Kristem, pivem tak, jak ho zná nyní, nenazval. Pivo bylo vždy velice populárním nápojem, který je v současné době dokonce nejrozšířenějším alkoholickým nápojem na světě. V některých zemích, jako například v Česku nebo Bavorsku, je jeho spotřeba nad 150 hl na hlavu a rok.

Obecně lze pivo definovat jako slabě alkoholický nápoj vyrobený kvašením cukerného „chmelového“ roztoku, přičemž cukr nutný pro kvašení lze získat z různých škrobnatých surovin. Pro výrobu piva je dále ze surovin nezbytná voda, kvasnice a chmel. Podle způsobu kvašení lze piva rozdělovat na spodně a svrchně kvašená. Podle způsobu kvašení a podle použitých surovin získávají piva osobitý charakter a chuť. Se zvolenou technologií úzce souvisí dostupné technologické vybavení, náklady na výrobu a kvalitu (trvanlivost) výrobku. V různých regionech světa jsou jiné zvyklosti, které přinášejí odlišné nároky na sensorický a chuťový profil piva. Podle jejich charakteru, složení a zvolené technologie je lze rozdělit podle více než 43 typů, ve kterých převládají piva svrchně kvašená [3]. Seznam těchto typů piv je součástí této práce. V České republice je nejvíce rozšířeno pivo Plzeňského typu, tmavá piva a v omezené míře speciály, které jsou však na vzestupu.



## 2. Cíl práce

Cílem této práce je s využitím znalostí historie přiblížit vývoj k dnešním pivům. V časovém kontextu zmínit kdy a proč došlo k rozšíření technologie spodního kvašení. Diskutovat, co tato změna přinesla z pohledu kvality takto vyráběných piv a co bylo podmínkou k této změně. Celý proces výroby piva bude popsán jen obecně. Hlavní pozornost je věnována popisu odlišností hlavního kvašení s použitím kvasnic spodního a svrchního kvašení. A to z pohledu technologického, ekonomického (chlazení) a kvalitativního. Součástí práce bude také zhodnocení současného stavu z pohledu kvašení v českých a zahraničních pivovarech. Stejně jako základní přehled typů vyráběných piv.

Pro tuto práci jsem čerpal informace převážně z publikací Chládek,L.“Pivovarství“, a to převážně v případě historických údajů, které jsou zde vyčerpávajícím způsobem přehledně sumarizovány, a z publikace Basařová,G. a kol.,“Pivovarství“, z které jsem čerpal informace týkající se technologie a výpočtů. A samozřejmě z dalších zdrojů, které uvádím v seznamu použité literatury.

## 3. Výroba piva od historie do současnosti

### 3.1. Historie výroby piva

Výroba piva je tak stará jako dějiny civilizovaného lidstva. Podle některých historiků se jedná o vůbec nejstarší lidmi vyrobený nápoj. [1]

Bylo zjištěno, že již v období 4000 až 3000 let před naším letopočtem se pivo vařilo též v Mezopotámii. Existují různé teorie vysvětlující tehdejší vznik kvašeného nápoje z ječmene nebo pšenice. Jedna z těchto teorií tvrdí, že pivo vzniklo pravděpodobně tak, že někdo kdysi zapomněl nádobu s obilnou kaší mimo obydlí, při dešti se do kaše dostala voda a na horkém sluníčku kaše po nějaké době samovolně vykvasila. Jiná teorie vysvětluje vznik piva tím, že kdysi kdosi rozkousal pro nemocného chleba a dal ho do vody, tento pokrm zůstal někde v teple a jeho osud byl pak stejný jako u předchozího nápoje. Třetí hypotéza předpokládá, že někde ve starověké pekárně zůstal kousek těsta rozmíchaného ve vodě, které opět samovolně zkvasilo a náhodnému nálezci zachutnalo. Je možné a pravděpodobné, že nápoj, vyrobený z nějaké obilniny a samovolně zkvašený, vznikl nezávisle na sobě na různých místech přibližně ve stejné době. Jistěže všechna tato „piva“ neměla dobrou chuť a vůbec se nepodobala dnešním pivům, ale samovolným zkvašením vzniklý nápoj, nebo spíše kaše, jistě někomu zachutnal a stal se nedílnou součástí jídelníčku v různých částech světa. [1]

Mezopotámie (Meziříčí) je území mezi řekami Tigrid a Eufrat na území dnešního Iráku. V období kolem 6000 let před Kristem bylo toto území osídleno nejstarší lidskou civilizací, Sumery, kteří objevili (pravděpodobně náhodou) výrobu piva. První písemné památky lidstva pocházejí však teprve zhruba z roku 4000 před Kristem. První taková zmínka výslovně o pivu je v „Hymně bohyni Nikasi“ (sumerská bohyně piva). V této hymně je uveden též výrobní postup pro vaření piva při použití chleba z ječmene. V pekárně vyrobený chléb, sumersky zvaný „bapiru“, se rozdrobil do vody, pravděpodobně s přidávkem ječného nebo pšeničného sladu nebo nesladovaného ječmene popř. pšenice, vzniklá kaše se nechala kvasit a po nějaké době se toto „pivo“ vypilo. [1]

Staří Sumerové a Babyloňané znali již ve 25. a 24. století před Kristem již výrobu piva a sladu. Bylo zjištěno, že znali dokonce výrobu několika druhů piv, např. „pivo husté“, „pivo černé“ a „pivo červené“. Samozřejmě všechna tato piva byla kašovitá, a proto se používaly

k jeho pití slámky, aby se konzumoval pouze čistý nápoj a hořké kousky zůstávaly v poháru, místo pití se spíše srkalo. [1]

Ve starém Babylonu tedy bylo známo již dvacet druhů pív, mezi něž patřilo např. černé pivo, červené pivo, jemné bílé pivo, ležák a další. [1]

Na mlýnských kamnech byla semleta mouka, připravilo se těsto a přidal se zbytek těsta z předchozí výroby, obsahující kvasnice. Poté se buď z těsta vytvarovaly a upekly různé druhy chlebů, nebo se těsto dále rozředilo a tato hustá kaše se nechala kvasit. Vykvašená kaše, podle současné terminologie mladé pivo, se pak dochucovalo různým kořením.

Výroba piva ve starém Egyptě v éře staré říše byla: k přípravě piva se používal jen nejlepší slad s neporušenými zrny, který se rozdrtil v hmoždíři nebo semlel na ručním mlýnku. K tomuto ječnému šrotu se přidal namletý pšeničný šrot a z této směsi se vyrobilo těsto, z něhož se uhnětlly bochníky, které se vložily do forem a upekly se. Proto se tehdy pivovary nacházely poblíž pekáren.

Přestože bychom chutí tehdejšího egyptského piva nejspíše nebyli nadšeni a pravděpodobně by nám moc nechutnalo, tak v tehdejší Egyptě bylo pivo nejoblíbenějším nápojem. [1]

O mnoho let později, až za vlády řecko-makedonské dynastie Ptolemaiovců (323 – 30 před Kristem), byly zaváděny státní pivovary.[1]

Indové znali výrobu piva již kolem roku 3200 před Kristem. Pro zlepšení chuti možná používali chmel dříve, než tuto rostlinu poznali Evropané. [1]

Při výrobě piva však Izraelité na rozdíl od Egyptanů nebo Babyloňanů nepoužívali pivní chleby, ale sušili ječmen na prudkém slunci a po rozmačkání a rozmíchání s vodou jej nechali samovolně vykvasit. Někdy se pro zlepšení chuti hotového piva přidávalo různé koření, např. šafrán a pelyněk. Staněk uvádí, že Izraelité též při výrobě používali chmel, který nazývali „kešut“ nebo „kišoš“. [1]

Starí Germáni vyráběli pivo na svém území podle jedněch pramenů již v období přibližně 1600 let před Kristem. Podle jiných autorů se pivo začalo vařit na jejich území už minimálně 800 let před našim letopočtem. Pivo bylo u Germánů vedle medoviny nejrozšířenějším nápojem. Germáni si vařili pivo v bronzovém kotli, vytápěném horkými kameny nebo umístěným nad ohništěm. Potom nápoj dochucovali myrtou, dubovým listím

nebo dubovými kořínky. Toto pivo jistě nebylo chuťově olišné od současných našich piv; podobně jako v Egyptě nebo v Mezopotámii bylo kalné, se zbytky sladu, nemělo žádný větší říz a samozřejmě nebylo možné v teplejším období jej delší dobu skladovat.[1]

Piva v Rusku, která popsal v roce 448 našeho letopočtu Řek Priskos, účastník byzantského poselstva k Attilovi. Slované na území Ruska přivítali poselstvo ječným nápojem, který nazývali „kanas“. Dělali jej z rozemletých surovin, které smíchali s horkou vodou a poté přecedili přes slámu. Po vychladnutí přidali **kvasnice** a po skončení kvašení jej pili. [1]

Předchůdcem zákona o čistotě je výnos městské rady v Mnichově z roku 1363. Nejznámějším a v podstatě dosud funkčním výnosem bavorského vévody Viléma IV. je takzvaný „Zákon o čistotě piva“ (Reinheitsgebot) z roku 1516. Podle tohoto zákona se pivo mohlo vyrábět pouze za použití sladu, chmele a vody. [1]

Používání chmelu pro výrobu piva dlouho zůstávalo zejména díky klášterním pivovarům doménou našich zemí. Mniši pěstovali v klášteřích chmel. V západní Evropě se začal používat chmel poměrně později, až v 15. století. [1]

Vaření piva na našem území až do konce devátého století byla zcela běžná domácí práce, kterou mohl vykonávat kdokoliv, kdo měl potřebné suroviny a znalosti. Jak uvádí Hajn ve své knize „Budějovický Budvar v novém století“, pivo přestalo být domácím produktem až koncem devátého století, kdy začalo být „předmětem obchodu“. Domácí výroba piva byla do desátého století jistě velmi primitivní, k jistému jejímu zdokonalení došlo zřejmě až zakládáním klášterů. Nejstarší klášterní pivovar na našem území byl založen již v roce 970 společně s prvním klášterem v českých zemích konventem benediktinek u sv. Jiří na Pražském hradě. [1]

Ottův slovník naučný uvádí jako nejstarší písemný doklad, ve kterém je přímo zmíněno pivovarství na území Čech, Nadační listinu kolegiální kapituly při kostele svatého Petra a Pavla na Vyšehradě z roku 1088. V této listině je již výslovně jmenován pivovar na Trávníku, tedy v lokalitě přímo pod Vyšehradem, protože každý pivovar potřebuje mnoho vody, jistě stál u potoka Botiče, a dále jsou v listině uvedeni sládcí Častoň, Sobík a Šešur a výše daní (desátky), které musejí odvádět z piva, vyrobeného z ječmene a pšenice. [1]

Rozvoj pivovarství vedle stávajících klášterních a církevních pivovarů na našem území je spojen s dobou zakládání královských měst, zejména ve dvanáctém a třináctém století.

Panovník si zakládáním měst, řízených prostřednictvím jeho zástupce, chtěl udržet svůj vliv v daném regionu. Pro zajištění loajality obyvatel těchto nových měst mělo sloužit i nové privilegium vaření piva, takzvané „právo várečné“ které dostali pouze ti, kteří měli uvnitř města svůj dům, tedy měšťané královského města. Právováreční měšťané si mohli ve svém domě vyrábět slad i pivo, skladovat jej samozřejmě i šenkovat. Toto várečné právo se nevztahovalo samozřejmě na lidi bez vlastního domu, tedy na chudinu, a ani na živnostníky sice s domem, ale jaksi podřadnějšího řemesla, což tenkrát byli například lazebníci. [1]

Královské město, Plzeň, bylo králem Václavem II. založeno roku 1295. V té době udělil panovník 260 plzeňským měšťanům várečné právo. Nejdříve se v Plzni vařilo pivo v každém pivovárečném domě, ale poté si měšťané postavili společný pivovar. Nejstarší plzeňský pivovar se sladovnou je doložen již v roce 1307. Uvařená várka se ve velkém sudu převezla do právovárečných domů, kde se ve velké otevřené kvasné kádi nechala zkvasit a potom se sesudovala do ležáckých sudů. [1]

V tábořských pivovarech se, podobně jako jinde vařilo v zimě „pivo bílé“, tedy z pšenice, a během zbytku roku „pivo staré“ z ječmene. Kromě sladu a chmelu se do piva přidávala sůl a jalovec, pivo s příchutí jalovce bylo tehdy v Táboře velmi žádané. Samozřejmě se pro kvašení obou druhů piv používaly kvasnice na svrchní kvašení. Objem vařené mladiny byl v případě „bílého piva“ 18 českých sudů a při výrobě „starého piva“ se vařilo 10 sudů. [1]

Nejdříve se pivo vařilo podomácku. Je zajímavé, že výroba sladu a piva se specializovala podle vhodnosti do různých domů. V závislosti na jejich velikosti, zařízení, poloze apod. se buď v domě vyráběl slad (nákladnický dům), nebo pivo (právovárečný dům). [1]

Do konce první poloviny 19. století na našem území převládala výroba svrchně kvašených piv, nicméně názor, že spodní kvašení bylo do Čech dovezeno z Bavorska, je mylný. V českých zemích se spodně kvašená piva vyráběla vždy, hlavně v zimě, kdy byl dostatek ledu, nutného pro chlazení během kvašení a hlavně ležení. Žatecký pivovar již v patnáctém století vařil spodně kvašené pivo *samec*. Jihlavský pivovar spodně kvašené pivo již v roce 1452 dodával císaři Fridrichu III. Habsburskému. Nicméně ve větší míře se vaření spodně kvašených piv začalo rozšiřovat až po roce 1840, kdy je začal vařit sládek Vojtěch Wanka v pražském pivovaru U Primasů, umístěném na Koňském trhu, dnešním Václavském

náměstí, na místě bankovního domu č. 796. Jak uvádí Černohorská z Výzkumného ústavu pivovarského a sladařského Praha, již v roce 1841 vařila celá desetina pivovarů v Čechách spodně kvašené pivo a počet těchto pivovarů se postupně zvyšoval. Důvodem k tomu byla jistě i vyšší kvalita piva, protože bylo studené, mělo větší obsah rozpuštěného oxidu uhličitého a tím lepší říz, a svoji roli určitě hrála též větší trvanlivost spodně kvašeného piva. [1]

Velkým mezníkem pro české i světové pivovarství bylo založení Měšťanského pivovaru v Plzni roku 1839. Kupodivu k tomuto aktu došlo proto, že se v tomto městě do té doby vařilo pivo tak špatné kvality, že sami právováreční měšťané se rozhodli tento problém řešit. Tehdy se v Plzni a samozřejmě i po celých Čechách a na Moravě vyrábělo v teplejších měsících pivo svrchního kvašení, protože kvasí při téměř pokojových teplotách do 20 °C a v podstatě není nutné jej chladit. Plzeňští měšťané si tehdy pozvali stavitele Stelzera, kterého poslali na zkušenou do Bavor, aby si ohlédl bavorské pivovary, které již v té době používaly celoročně pro výrobu tmavého piva technologii spodního kvašení. Kvasinky spodního kvašení však vyžadují pro hlavní kvašení podstatně nižší teploty, kolem 10 °C, kterých bylo v době před vynálezem strojního chlazení možné dosáhnout jenom použitím přírodního ledu. Toto však v tuhých zimách v bavorských Alp byl a je vždy dostatek a při uskladnění ve speciálních izolovaných prostorech, tzv. „lednicích“ vydržel bez problémů přes léto až do příští zimy. Samozřejmě se muselo připravit takové množství ledu, aby pokrylo během léta nejen potřebu vlastního pivovaru, ale i hostinských, protože pivo se pilo vychlazené. Stavitel nelenil a navrátil se nejen se zkušenostmi, ale i s bavorským sládkem Josefem Grollem, který provedl dne 25. února 1842 (některé údaje udávají datum této várky 5. 10. 1842) první várku v nově postaveném Měšťanském pivovaru. Josefu Grollovi se světlé pivo, vyrobené spodním kvašením se zvýšeným dávkováním chmelu a neprokvašením celého podílu extraktu, opravdu podařilo a kvalita nového typu piva předčila všechna očekávání tehdejších plzeňských právovárečných měšťanů. [1]

V podstatě se dá říci, že zavedením nového typu piva z Měšťanského pivovaru v Plzni proběhl přerod pivovarského řemesla v pivovarský a sladovnický průmysl. Pivovarské řemeslo mělo až do této doby „zlaté dno“. Jak píše Chodounský v pivovarském časopisu Kvas v roce 1912, „... všechny malé pivovárky, rozhozené v zemích Koruny české jako písek, se svým odbytem ve svém malém okrsku, se svým panem starým a patriarchálním

*způsobem života, starými zvyky a cechovním životem, se buď modernizovaly na nový typ piva, nebo začaly upadat, případně svoji existenci musely skončit“.* [1]

Důvodem byla daleko vyšší kvalita nového typu piva. Vzhledem k tomu, že tato piva byla uchovávána v ledem vychlazených prostorách jak v pivovaru, tak v hostinci, měla při čepování nižší, teplotu a tedy vyšší obsah oxidu uhličitého, a tím i lepší říz, a proto více osvěžila. Významnou roli též hrála podstatně delší životnost spodně kvašeného piva ve srovnání se svrchně kvašenými pivy. Zákonitě vzniklý konkurenční boj mezi výrobcí svrchně a spodně kvašených piv spolu s výstavbou průmyslových pivovarů trval delší dobu a znamenal zánik pivovarů vyrábějících svrchně kvašené pivo, a tím i výrazný pokles celkového počtu pivovarů. Konec ledaření udělal vynález Karla von Lindeho – strojní chlazení (1902). [1]

Od vzniku samostatné České republiky v roce 1993 se naše země stala největšími konzumenty piva na osobu a na rok (160 litrů).

## 4. Technologie výroby piva

### 4.1. Suroviny pro výrobu piva

Pivo je slabě alkoholický nápoj, který vzniká z upraveného ječmene, tzv. sladu, chmele a vody za pomoci působení pivovarských kvasinek.

V dnešní době se také nahrazuje určitý podíl ječného sladu buďto jinými druhy sladu, nebo cukernými a škrobnatými náhražkami, např. ječmenem. A to především kvůli snížení výrobních nákladů.

Chemické složení sladu ovlivňuje průběh výroby piva, ale především jeho základní i specifické chemické, biochemické a organoleptické vlastnosti. [2, 4, 6]

Chmel je doposud nezastupitelnou surovinou dávající pivu typickou hořkost a aroma odlišující je od jiných alkoholických i nealkoholických nápojů, ale ovlivňující rovněž technologii a další kvalitativní kritéria piva. Nejdůležitějšími složkami chmele jsou chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly. Nositelem hořkosti chmele jsou obecně chmelové pryskyřice. Odrůdy chmele se dělí na aromatické a hořké. [2, 4, 6]

Varní voda svými vlastnostmi musí splňovat požadavky na pitnou vodu, především z hlediska zdravotní a hygienické nezávadnosti. Fyzikálně-chemické a biologické vlastnosti této vody ovlivňují průběh přípravy, základní kvalitu i specifické vlastnosti určité značky piva. Voda v pivě představuje 75-80 % hmotnosti podle druhu výrobku. [2, 4, 6]

### 4.2. Příprava mladiny

Mladina se připravuje na varně pivovaru ze sladu (event. s částečnou náhradou nesladovanými obilovinami, škrobnatými přípravky nebo cukernatými náhražkami), z vody a chmele či chmelových přípravků. Podmínky přípravy z hlediska složení a surovin se volí podle druhu vyráběného piva. Příprava mladiny spočívá v těchto procesech:

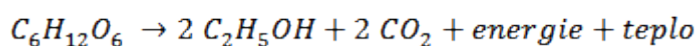
- **předčištění a zvážení surovin**
- **rozemletí sladu** (event. nesladovaných náhražek) ve šrotovně v blízkosti varny; získá se sladový **šrot** (šrot sladových náhražek)
- **vystírání** - smíchání šrotu s varní vodou



- **rmutování** - působení gradace teplot pro uplatnění aktivity sladových enzymů, pro spodně kvašená piva a typicky pro Česká piva se používá tzv. dekokční způsob, spočívající v oddělení části díla (zpravidla jedné třetiny) a jeho postupné ohřívání až k varu a jeho následné vrácení k původnímu dílu. Tím dochází k postupnému ohřevu celého objemu. Běžně se používají 1 až 3 rmutový postup. Pro svrchně kvašená piva se převážně používá tzv. infuzní rmutování, které spočívá v postupném ohřevu celého díla bez vaření dílčích částí rmutovaného objemu.
- **scezování** - oddělení roztoku s rozpuštěnými a degradovanými látkami extraktu sladu, tj. **předku** (sladiny), od tuhých zbytků sladového šrotu, **mláta**
- **vyslazování** - vymývání extraktu zbylého v mlátě vodou, získané roztoky jsou **výstřelky**
- **sladina pohromadě** - smíchaný předek s výstřelky
- **vaření sladiny s chmelem nebo chmelovými přípravky** - získá se mladina, která se při přečerpání do vířivé kádě nazývá **horká** nebo **vyrážená mladina**
- **oddělení hrubých a jemných kalů z mladiny ve vířivé kádi**
- **chlazení mladiny na zákvasnou teplotu** - získá se **studená mladina** [2, 4, 6]
- **provzdušnění mladiny a její zakvašení**

### 4.3. Kvašení mladiny a dokvašování piva

Hlavní kvašení je proces, při kterém dochází k neúplnému zkvašení cukernatých látek extraktu mladiny pivovarskými kvasnicemi za tvorby ethanolu, oxidu uhličitého a vedlejších metabolitů se současným pomnožením kvasničného zákvasu. Sumárně lze tento proces přeměny cukrů na ethanol a oxid uhličitý vyjádřit rovnicí:



Pro dosažení požadovaného složení piva, jeho správnou chuť a skladbu sensoricky aktivních látek, jsou rozhodující následující faktory [2]:

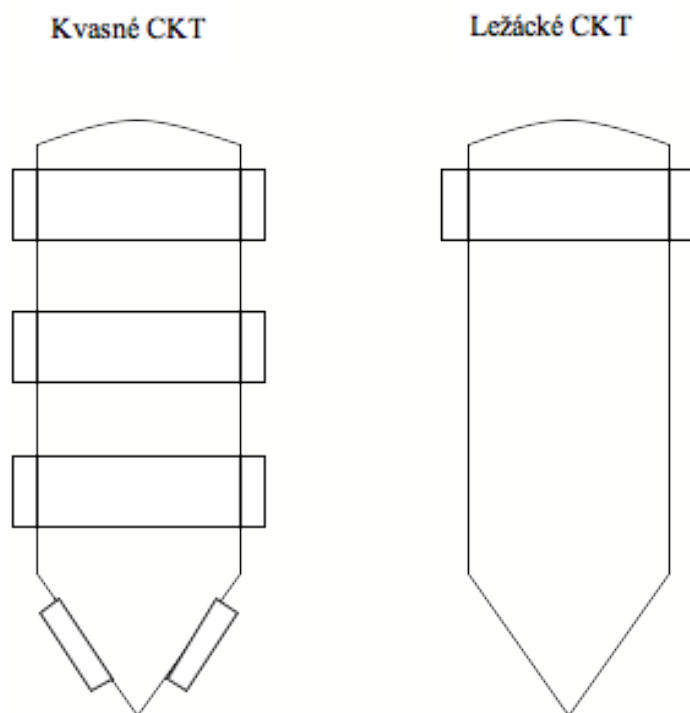
- řádně vysanitované potrubí a varní nádoby,
- stupeň provzdušnění mladiny a kvasnic,

- složení mladiny a její koncentrace,
- vlastnosti kmene kvasinek, jeho vitalita a viabilita,
- teplotní průběh kvašení a jeho regulace,
- doba kvašení,
- dávka kvasnic a způsob zakvašování,

Kvašení probíhá v různých typech kvasných nádob (viz. kapitola 5.3.) a za použití různých postupů. Základní rozdělení kvasného procesu je na spodní a svrchní kvašení (viz. kapitola 5.1.), přičemž jednotlivé postupy mají mnoho variant, které vycházejí z požadavků na charakter finálního produktu a dostupné technologii.

Proces, který následuje po fázi hlavního kvašení, je dokvášení. V této části výrobního postupu dochází k pomalému zkvašování sacharidů při nízkých teplotách, sycení a fixace oxidu uhličitého se současným vyčiřením a zajištěním organoleptické zralosti piva. Dokvášení může probíhat v CKT, ležáckých tancích různých konstrukcí nebo ve velkoobjemových tancích podobných CKT pro hlavní kvašení. U některých postupů hlavně svrchního kvašení může dokvášení probíhat i v lahvích. Fáze dokvašování trvá od 2 do 4 týdnů, podle typu piv.

*Obr. 1 CKT podle osazení chladicími zónami se dělí na kvasné CKT a ležácké CKT.*



## 4.4. Další technologie výroby piva

Po fázi dokvácení je pivo buď rovnou plněno do přepravních sudů v případě, že se jedná o tzv. kvasnicové pivo, které je určeno pro rychlou spotřebu. V případě, že je cílem vyrobit pivo s delší trvanlivostí nebo bez obsahu kvasnic musí následovat filtrace. Ta probíhá na různých typech filtru a je kombinována s různými postupy stabilizace, které pomáhají zvyšovat koloidní stabilitu piva. Poslední fází výroby piva, před jeho distribucí zákazníkovi je jeho plnění do přepravních obalů o různých objemech a typech balení. Nejrozšířenější jsou nerezové sudy o objemech 50, 30 a 15 litrů tzv. Kegy. Skleněné lahve o objemech 500 a 330 ml, plechovky o stejných objemech a v poslední době se rozšiřující plastové lahve převážně o objemu 1,5 litru. V průběhu procesu filtrace a následně plnění je kladen důraz na mikrobiologickou čistotu a nárůst obsahu kyslíku, který u hotového výrobku zhoršuje chuťovou stabilitu.

## 5. Rozbor vlivu použití kvasnic spodního a svrchního kvašení na průběh procesu, kvalitu finálního výrobku, ekonomiku provozu

### 5.1. Rozdíly mezi spodním a svrchním kvašením

Hlavní rozdíly mezi oběma způsoby kvašení vycházejí z požadavku na výsledný charakter vyrobeného piva. U piv spodně kvašených je vyžadován přiměřený obsah esterů, typicky sladová chuť, přiměřená plnost, sladkost a hořkost. Hlavní důraz je kladen na vyrovnanost sensorického profilu a delší chuťovou stabilitu. Naproti tomu v případě svrchně kvašených piv je důraz kladen na vyšší obsah esterů, který dává pivům spolu s použitým sladem nebo náhražkou typický nezaměnitelný charakter. Intenzivní způsob kvašení při vyšších teplotách může mít u svrchně kvašených piv dopad na jeho trvanlivost.

Pro dosažení požadovaného charakteru spodně kvašených piv jsou pro hlavní kvašení použity kvasnice spodního kvašení (viz. kapitola 5.2) a kvašení je vedeno v kvasných nádobách (kapitola 5.3.), čemuž jsou přizpůsobeny základní parametry kvašení. V případě otevřených kvasných nádob jsou běžné tyto technologické podmínky [2]:

- provzdušnění mladiny na obsah  $O_2$  5 až  $7 \text{ mg l}^{-1}$ ,
- nízká až střední dávka kvasnic, 0,5 l hustých kvasnic na 1 hl mladiny, ( $15\text{-}25 \times 10^6$  buněk na 1ml),
- nízká zákvasná teplota 4,5 až  $6^\circ\text{C}$ , výjimečně  $8^\circ\text{C}$ ,
- nízká maximální teplota 9 - $12^\circ\text{C}$ ,
- nízká sudovací teplota, okolo  $5^\circ\text{C}$ ,
- neúplné prokvašení, světlá piva 62 až 67%, tmavá piva 53 až 57%
- doba kvašení 7 až 12 dnů,
- výtěžek kvasnic 1,5 až 2 l hustých kvasnic na 1 hl mladého piva

Samotné kvašení probíhá v několika fázích dle intenzity kvasničné aktivity. Od druhého dne kvašení dochází k maximálnímu vývinu  $CO_2$  (této fázi odpovídá exponenciální fáze růstu), od

3. do 5. dne dochází k maximálnímu úbytku extraktu (stacionární fáze růstu), na konci této fáze je nutné sebrat tzv. deky (hustá pěna na povrchu, která obsahuje polyfenoly, hořké látky, polysacharidy, mrtvé buňky,...). V dalších dnech se aktivita kvasnic a úbytek extraktu snižuje, dochází k poklesu teploty a pozvolnému sedání kvasnic. Kvašení je ukončeno při dosažení požadovaného prokvašení, mladé pivo je schlazeno na teplotu sudování, jsou sebrány deky a pivo je čerpáno do sklepa, kde pivo dozrává při 2-3°C po dobu běžně 2 až 4 týdnů (u speciálních piv i déle). Kvasnice usazené na dně se pak sbírají a po proprání uchovávají pro nové nasazení. Kvasnice lze při dobrém zacházení a jejich dobrém fyziologickém stavu opakovaně použít pro zakvašení, běžně až 6x.

V případě kvašení v cylindrokónických tancích jsou některé parametry kvašení mírně odlišné od kvašení v otevřených kádích. Největší rozdíl je však ve způsobu sběru kvasnic, který na rozdíl od kvašení v kádích probíhá 4. až 5. den, kdy jsou kvasnice odstřeleny z kónusu. Poslední část kvašení probíhá již za mírného tlaku, který podporuje nasycení piva CO<sub>2</sub> a sedimentaci kvasnic. Díky intenzivnějšímu pohybu kvasícího média vlivem rozdílu teploty je kvašení v CKT rychlejší než v otevřených nádobách. Díky lepší možnosti řízení chlazení je zde také možnost dosáhnout přesnějšího řízení kvašení a lepší mikrobiologické čistoty mladého piva.

V případě svrchně kvašených piv, kde, jak již bylo řečeno, je cílem získat vyšší hladinu esterů, jsou pro tento cíl použity kvasnice svrchního kvašení a kvašení je vedeno za vyšších teplot 15 – 22°C. Kvašení je intenzivnější a celková doba kvašení je kratší než u spodního kvašení, podle použitého postupu 2 až 8 dní. Dávka kvasnic je 2 až 4 x10<sup>6</sup> buněk na 1 ml. S cílem ještě více podpořit vyšší tvorbu esterů se v některých postupech teplota kvašení ještě zvyšuje (např. 25°C i více), použije se malé či naopak velké množství kyslíku při provzdušnění a zvýší se dávka násadních kvasnic [2]. Kvasnice pro další nasazení jsou opakovaně sbírány z povrchu kvasícího média. Tyto kvasnice lze opakovaně nasazovat. Při dosažení požadovaného prokvašení je mladé pivo přečerpáno do lahví nebo do tanků, kde pivo dokváší.

V první polovině minulého století se většina svrchně kvašených piv vystavovala bez zrání v kvasných kádích [8]. Dnes zrání svrchně kvašených piv probíhá buď v tradičním postupu v tancích, nebo v lahvích. V lahvích nejdříve dokvašuje asi týden při vyšších teplotách 15 až 20°C, pak následuje chladná fáze zrání, která trvá 2 týdny při 10°C až 12°C

(belgická piva). Pivo z tohoto tradičního postupu vykazuje vyšší hladinu aromatických látek než piva dokvašovaná v tanku. Při zrání piva v tancích probíhá proces obdobně, ale teploty v závěru dozrávání jsou podstatně nižší až ( $-1^{\circ}\text{C}$ ).

I v případě svrchně kvašených piv lze použít intenzivní postupy kvašení, a to jednak semikontinuální kvašení v uzavřených fermentorech s přítokováním mladiny a obdobně jako u spodního kvašení v cylindrokonických tancích. Stejně jako u otevřených kádí i zde je kvašení intenzivní, třetí den je většina extraktu již prokvašena. Od třetího dne probíhá odstřed kvasnic a hrazení (až na 3 bar) pro docílení požadovaného nasycení piva. Od pátého dne se začne chladit a hlavní kvašení pozvolna přechází do fáze dokvašení. Tento jednofázový postup, kdy hlavní kvašení a dokvašení probíhá v jednom tanku je více typický právě pro svrchně kvašené piva. Narozdíl od spodního kvašení jsou kvasnice odstředěné z kónusu při použití kvasinek svrchního kvašení řídkší.

## 5.2. Charakteristika pivovarských kvasnic

V pivovarství se převážně používají kvasnice kmene *Saccharomyces uvarum* pro spodní kvašení a *Saccharomyces cerevisiae* pro svrchní kvašení. V základní dělení se kvasničné kmeny dělí na kvasnice svrchního a kvasnice spodního kvašení. Tyto kvasničné kmeny se od sebe liší nejen morfologicky, ale hlavně projevy při kvašení.

Kvasnice spodního kvašení vykazují menší sklon k shlukování a tvorbě řetízků, než je tomu u kvasnic svrchního kvašení. Toto je dáno tím, že kvasnice svrchního kvašení zůstávají spojené s mateřskou buňkou déle, až do okamžiku plného vývinu buněčné stěny [1].

Mezi fyziologické odlišnosti obou druhů kvasnic patří zkvašování rafinosy. V případě kvasnic spodního kvašení, které mají úplnou enzymatickou výbavu, je tato zkvašována zcela. Kdežto v případě kvasnic svrchního kvašení, u kterých není enzymatická výbava kompletní, jen asi 1/3. Dalšími odlišnostmi jsou rozdíly v aerobní a anaerobní části metabolismu, což sebou nese rozdílné poměry nárůstu kvasnic a skladbu metabolitů a snadnější schopnost sporulovat v případě kvasnic svrchního kvašení.

Mezi technologické odlišnosti patří zejména chování kvasnic při kvašení. Kvasinky svrchního kvašení stoupají k hladině, kdežto kvasinky spodního kvašení klesají ke dnu. Další charakteristikou odlišující oba druhy kvasnic je jejich schopnost flokulovat. U spodního kvašení navíc rozlišujeme práškové a flokulující kvasnice. Kde práškové kvasnice zůstávají ve


vznosu delší dobu a jen pozvolna si sedají. Flokulující kvasnice naproti tomu tvoří shluky a poměrně rychle si sedají. Tohoto se dá využít při volbě kvasničných kmenů v závislosti na požadované hloubce prokvašení. Kvasnice svrchního kvašení neflokulují. Toto však neplatí u kvasnic nabízených firmou AB Vickers, které nabízejí kvasnice svrchního kvašení, které se vyznačují projevy shodnými s kvasnicemi spodního kvašení, tedy i flokulací [7]. V případě technologických odlišností nelze opomenout optimální teploty kvašení, které jsou u spodního kvašení mezi 4°C až 12°C a u svrchních kvasinek mezi 14°C až 25°C. S tím je spojena i vyšší teplotní odolnost svrchních kvasinek. Teplotní tolerance je stejně jako schopnost flokulace dána genetickou výbavou zvoleného kmene kvasnic. Některé svrchní kvasinky mohou také tvořit typickou chuť pšeničných svrchně kvašených piv (Weizen). Jejich specifická chuť a vůně (po hřebíčku) je způsobena 4-vinylguajakolem vznikajícím tepelnou degradací nebo enzymovou dekarboxylací ferulové kyseliny. Další technologickou výhodou, kterou využijí zejména malé pivovary, je schopnost uchovávat kvasnice svrchního v sušeném stavu, což přináší výhody v manipulaci a skladování.

Obecně lze tedy konstatovat, že volba kvasničného kmene použitého pro kvašení, je závislá na tom, jaký výsledný produkt očekáváme. Dále uvádím příklad konkrétních komerčních kmenů kvasnic, které jsou pro různé typy piv nabízeny firmou Ab Vickers, a to včetně jejich základních charakteristik [7]:

*Obr. 2 Nottingham Yeast - Lallemmand*

<p><b>NOTTINGHAM: Ale Yeast</b> <b>Typ kvasnic:</b> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> UK <b>Charakteristika kvasnic:</b> Neutrální chuť a aroma <b>Určeno pro piva typu:</b> Mild Ale, Golden Ale, Blond Ale, Kolsch, Pale Ale, Amber Ale, Red Ale, ESB, IPA, Altbier, Strong Ale, Barleywine, American Style Brown Ale, Dry Stout, Imperial Stout, Lager, Pilsner, Vienna, Schwartzbier, Bock <b>Základní podmínky fermentace:</b> vhodné do obsahu alkoholu 9%, zákvasná dávka 100g/hl (do 5 ml. na ml.), optimum teplot mezi 10°C až 23°C, pro spodní kvašení je doporučována teplota 10°C, pro ale beers 20°C, kvašení je ukončeno do 3 dnů, při vyšších koncentracích mladiny do 4 dnů <b>Sedimentace kvasnic:</b> kvasnice silně flokulují a rychle si sedají na dno kvasné nádoby, vyšší flokulace může snižovat hořkost, piva mají nízký obsah kvasnic ve vzhledu, nemusí být tedy pro přímou konzumaci filtrována</p>	
--	---


Obr. 3 Munich Yeast - Lallemmand

<p><b>MUNICH: Wheat Beer Yeast</b> <b>Typ kvasnic:</b> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Germany <b>Charakteristika kvasnic:</b> Německé pšeničné pivo z regionu Bavorska, typické banánovým a hřebíčkovým aroma <b>Určeno pro piva typu:</b> Weizen, Hefeweizen, Dunkelweizen, Weizenbock, Wit Beer, American-Style Hefeweizen <b>Základní podmínky fermentace:</b> vhodné do obsahu alkoholu 7%, zákvasná dávka 100g/hl (do 5 mil. na ml.), nižší zákvasná dávka 50 g/hl podporuje vyšší tvorbu esterů, optimum teplot mezi 17°C až 22°C, doporučená teplota je 22°C <b>Sedimentace kvasnic:</b> kvasnice mají nízký flokulační potenciál, částečná sedimentace je podpořena teplotou mezi 1-3°C</p>	
--	---

Obr. 4 Windsor Yeast - Lallemmand

<p><b>WINDSOR: British Style Beer Yeast</b> <b>Typ kvasnic:</b> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> UK <b>Charakteristika kvasnic:</b> Tyto kvasnice produkují estery s ovocnou chutí a aromaem. Nejsou schopné plně zkvasit maltotriosu, které zůstává v pivu asi 10-15% u celosladových várek. To má za následek vyšší zbytkovou sladkost pív. <b>Určeno pro piva typu:</b> Mild Ale, Cream Ale, American-Style Hefeweizen, American-Style Wheat Ale, English-Style Pale Ale, Amber Ale, Scottish-Style Ale, English-Style Brown Ale, Porter, Sweet Stout, Cream Stout <b>Základní podmínky fermentace:</b> vhodné do obsahu alkoholu 7%, zákvasná dávka 100g/hl (do 1 mil. na ml.), optimum teplot mezi 15°C až 22°C, doporučená teplota je 20°C <b>Sedimentace kvasnic:</b> kvasnice mají střední flokulační potenciál, částečná sedimentace je podpořena teplotou mezi 1-3°C</p>	
---	---

Obr. 5 CBC-1 Yeast – Lallemmand

<p><b>CBC-1: Dokvášení v sudu a lahvích</b> <b>Typ kvasnic:</b> <i>Saccharomyces cerevisiae</i> France <b>Charakteristika kvasnic:</b> Tyto kvasnice se používají pro refermentaci všech typů pív. Typické pro tyto kvasnice je neutrální chuť a aroma a resistence k alkoholu. <b>Určeno pro piva typu:</b> pro všechny typy pív <b>Základní podmínky fermentace:</b> kvasnice nejsou vhodné pro hlavní kvašení, z důvodu omezené utilizace mladinových cukrů. Kvasnice jsou vhodné pro dokvášení, kdy využívají dextrosy. Zákvasná dávka 10g/hl (do 1 mil. na ml.), optimum teplot mezi 20°C až 25°C <b>Sedimentace kvasnic:</b> vysoký flokulační potenciál, na dně nádoby se vytváří pevná vrstva sedimentu</p>	
---	---



### 5.3. Používané kvasné nádoby pro hlavní kvašení

Technologické postupy hlavního kvašení se provádějí tradičním stacionárním postupem nebo novější semikontinuální či kontinuální technologií. V současné době převažuje stacionární postup v různých typech velkoobjemových nádob s možností dvoufázového postupu, při němž hlavní kvašení a dokvašení probíhají v samostatných tancích, nebo s provedením obou fází fermentace v jednom tanku. Přičemž tento postup je typický pro spodní kvašení. Svrchní kvašení probíhá dvoufázově, a to buď v podobných nádobách jako při spodním kvašení nebo v upravených fermentorech se spodním přítokem mladiny v kónusové části, kde probíhá kvašení semikontinuálně. Tento typ fermentoru nemá oproti nádobám určeným pro spodní kvašení tak dimenzované chladicí zóny, nebo není chlazen vůbec.

Stacionární kvašení probíhá v kvasných nádobách umístěných v prostorách zvaných spilka. Spilky jsou situovány v tepelně izolovaných a chlazených budovách s vnitřní úpravou prostor, která umožňuje pečlivou čistotu. V případě svrchního kvašení mohou být kvasné kádě záměrně umístěny v otevřených prostorách, a tím je podporováno spontánní kvašení. Pro hlavní kvašení stacionárním postupem se používají otevřené a uzavřené kvasné nádoby různé konstrukce. Na obrázku č. 5 je znázorněna kvasná kád' určená na svrchní kvašení, která je opatřena přepadem pro jednodušší sběr kvasnic. Uzavřené kvasné nádoby umožňují technologický proces za běžného atmosférického i mírně zvýšeného tlaku a jímání oxidu uhličitého.

*Obr. 6 Otevřená kvasná kád' pro svrchní kvašení*



*Obr. 7 Cylindrokónické tanky – 6hl*

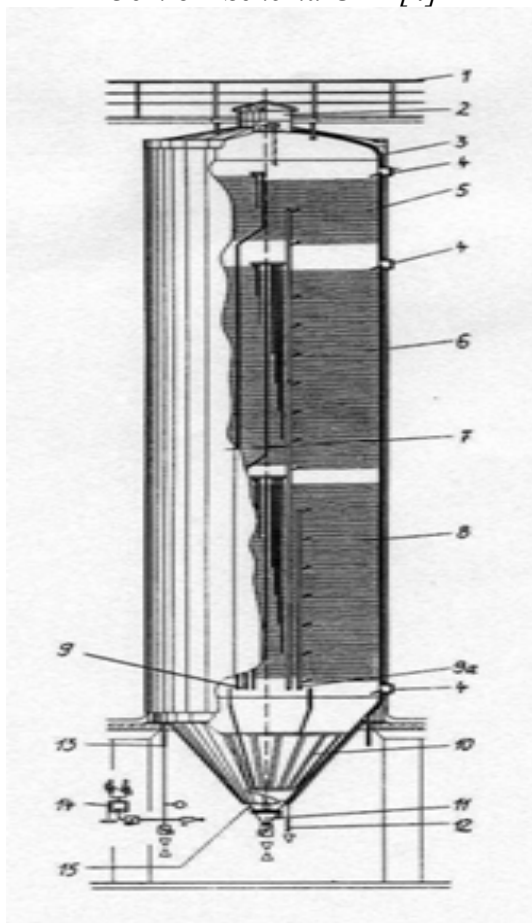


Materiál kádí musí být indiferentní vůči pivu. Původně se jako materiál používalo dřevo bez vnitřní úpravy, později beton a ocel s různými nátěry nebo povrchovými úpravami. Další variantou byly hliníkové kádě s eloxovým povrchem. Nejlepším, nejdražším a dobře sanitovatelným a vůči pivu inertním materiálem je korozivzdorná ocel. Rozměry kádí jsou dány požadovanými objemy od nejmenších do 500 hl s výškou do 2metrů. Nad hladinou musí být ještě 20 až 30 cm vysoký prostor pro kroužky. Chlazení spilek je zajištěno přímým chlazením (soustavou chladících trubek v prostoru), nepřímým chlazením (vytemperovaným vzduchem) nebo vnitřním chlazením (plováky, trubkami nebo chlazením v plášti nádoby) [2].

Vedle klasických otevřených nádob, které nacházejí stále své uplatnění v případech, kde jsou požadovány malé objemy šarží, nebo ve specifických případech, kdy je vyžadován přístup ke kvasícímu pivu (sběr kvasnic, spontánní kvašení) a také v případě malých pivovarů, jsou v současné době nejen ve velkých pivovarech preferovány uzavřené systémy a kvasné nádoby o větších objemech. Mezi přednosti velkoobjemových nádob patří: redukce investičních (stavebních) nákladů, redukce nároků na obsluhu, snížení ztrát piva, rychlejší fermentace, lepší homogenizace piva, snížení rizika kontaminace, lepší kontrola fermentace, lepší možnost chlazení a zajištění účinného automatického mytí a sanitace. Mezi v současnosti nejrozšířenější uzavřené kvasné nádoby patří horizontální nerezové tanky s kónusovým dnem a plášťovým chlazením. Tyto tanky jsou nazývány CKT (cylindrokónické tanky), které se mohou v různých objemech od desítek do tisíce hl používat jak pro převážně spodní kvašení, tak také pro kvašení svrchní. Za nejvhodnější materiál je považována korozivzdorná ocel. Vnitřní povrch musí být dokonale hladký, aby se na povrchu

nezachytávaly kvasnice. Co se týká geometrie, tak převládá názor, že nejvhodnějším poměrem celkové výšky k průměru válcové části je 1:4, přičemž výška by neměla být vyšší než 20 metrů. Pro spodní kuželovou část je nejvhodnější úhel 60° až 75°.

Obr. 8 – Schéma CKT [4]



K dalšímu vybavení tanků patří 3 až 4 chladicí zóny, které mohou být chlazeny přímým odparem čpavku nebo případně glykolem. Dále jsou tanky opatřeny: 1- lávka pro obsluhu, 2-víko pro armatury a ventily, 3-rozvod kabelů a odvodnění pod izolací, 4-teplotní čidlo, 5-menší chladicí zóna pro dokvašování, 6-chladicí zóna pro kvašení, 7-izolace, 8-chladicí zóna pro kvašení, 9-přívodní trubky pro kapalný amoniak s ventily, 9a- odváděcí potrubí pro odpařený amoniak, 10-chladicí zóna kónusu, 11- hrdlo kónusu s průřezem, 12- vzorkovací kohout, 13-přívod a odvod z kupole (oxid uhličitý, vzduch, CIP) - pod izolací, 14-hradící aparát, 15-sonda na měření obsahu tanku [4]

Pro intenzifikaci a modernizaci procesu svrchního kvašení lze použít uzavřené fermentory o různých objemech, které se podobají CKT a slouží k semikontinuálnímu

kvašení. Tank je vybaven spodním a bočním nátokem, může být opatřen chladicími zónami pro dochlazování (nejsou tak dimenzovány jako u CKT) a podobným vybavením tank-dómu jako CKT. Z tanku je pravidelně odváděno mladé pivo a přítokována mladina, čerstvé kvasnice mohou být nasazovány cca 1 x za 6 měsíců.

## 5.4. Vývin tepla při kvasném procesu

Z pohledu jednoho z nejvýraznějších rozdílů mezi svrchním a spodním kvašením, kterým je teplota kvašení, je právě vývin tepla a jeho odvedení chlazením důležitým aspektem, který hraje roli při volbě a porovnání obou zmíněných technologií.

Kvasničné buňky získávají energii k tvorbě buněčných struktur z organických živin. Vznik vysoce organizovaných struktur souvisí podle druhé termodynamické věty s nárůstem neuspořádanosti okolí, čehož se dosahuje produkcí tepla. V současnosti se pro výpočet produkce tepla používá hodnota 219 kJ, které se uvolní zakvašením 1 molu jednoduchého cukru, glukosy:

$$Q = \frac{219}{M_{glu}} \Delta e = 1,217 \Delta e$$

kde  $Q$  je teplo uvolněné kvašením 1g glukosy. Protože hodnotě extraktu (vyjádřeného v hmotn. %) přibližně číselně odpovídá hmotnost extraktu v kg v 1 hl mladiny, je přibližný teplotní zisk **1217  $\Delta e$  kJ hl<sup>-1</sup>**. Toto teplo se částečně použije k ohřátí kvasničného média, částečně se odvede do okolí [2].

V průběhu kvašení se také mění rychlost kvašení, a tím také intenzita uvolňování tepla. Při zkvašení například 10% extraktu v 1hl piva se získá 12 170 kJ, maximální vývin tepla např. při rychlosti kvašení 0,2 kg h<sup>-1</sup> na 1 hl mladiny. Při přepočtu na 1000 hl odpovídá tomuto příkladu 12 170 MJ a intenzitě vývinu tepla 243,4 MJ h<sup>-1</sup>hl<sup>-1</sup>. Menší část uvolněné energie však spotřebují kvasinky pro vlastní stavbu [2].

Naproti tomu Kunze uvádí teplotní zisk **586,6 kJ** (0,16 kWh) na 1kg extraktu, což při stejné úvaze zkvašení 10% extraktu a celkovém objemu 1000 hl odpovídá celkovému vývinu tepla 5866 MJ [4].

Rozdíl teplotního zisku, který je dán kvašením, u jednotlivých autorů může být způsobem faktem, že Basařová pro zjednodušení uvažuje oproti Kunzemu jen glukosu, přičemž v mladině jsou obsaženy i další extraktové látky, které nemají tak velký energetický potenciál. Z toho důvodu je pro běžnou praxi přesnější uvažovat empiricky stanovenou hodnotu **586,6 kJ kg<sup>-1</sup>**, kterou ve své knize uvádí Kunze.

Vztah pro výpočet chlazení:

$$Q = V \rho c_p (T_1 - T_2)$$

kde

Q = chladičový výkon [MJ]

V = objem mladiny [litry]

$\rho$  = hustota mladiny [1040 kg \* m<sup>-3</sup>]

$c_p$  = jeho měrné teplo (asi 3,8 kJ kg<sup>-1</sup>°C<sup>-1</sup>)

T<sub>2</sub> = teplota mladiny před chlazením [K]

T<sub>1</sub> = teplota mladiny před chlazením [K]

## 5.1. Zhodnocení energetické náročnosti

Základním rozdílem obou technologií je teplota hlavního kvašení. V případě spodního kvašení je zákvasná teplota 6 – 11°C, přičemž hlavní kvašení probíhá při 11 -13°C. Oproti tomu svrchně kvašená piva jsou zakvášena do mladiny o teplotě okolo 20°C a tato je udržována i v průběhu kvašení. Některé druhy svrchně kvašených piv jsou dokonce kvašeny spontánně bez nutnosti dochlazování. Požadovaná teplota hlavního kvašení se tím pádem odráží v designu kvasných nádob, kapacitě chlazení a celkových nákladech na chlazení.

Pro celkovou bilanci energie, potažmo nákladů, které je třeba pro řízení kvašení, je tedy třeba uvažovat následující aspekty:

- 1) Zchlazení mladiny na zákvasnou teplotu
- 2) Odvod tepla pro dosažení teplotní křivky

- 3) Eliminování okolního zdroje tepla
- 4) Ochlazení piva na „sudovací“ teplotu

Pro příklad výpočtu energetické náročnosti budeme uvažovat 100 hl mladiny s úbytkem 9% extraktu původní mladiny (EPM) v průběhu kvašení (z 12%, prokvašení 75%). Teplotu mladiny před chlazením 99°C. Spílání na zákvasnou teplotu 6°C resp. 20°C. Spontánní svrchní kvašení bez regulace teploty. Sudovací teplotu v případě spodního kvašení 1°C. V případě svrchního kvašení neuvažujeme řízení teploty při dokvašení.

### **Ad1) Chlazení mladiny**

#### Kvašení kvasinkami spodního kvašení

Pro zchlazení 100 hl mladiny z 99°C na 6°C je třeba následující specifické množství chladu :

$$Q_{chlazení\ mladiny} = V \rho c_p (T_2 - T)_1 = 10000 * 1,040 * 3,8 * (372,15 - 279,15) = 3675360 [kJ] = 3675,36 [MJ]$$

/ 1 /

#### Kvašení kvasinkami svrchního kvašení

Pro zchlazení mladiny na 20°C je bude třeba následující množství chladu na 100 hl :

$$Q_{chlazení\ mladiny} = V \rho c_p (T_2 - T)_1 = 10000 * 1,040 * 3,8 * (372,15 - 293,15) = 3122080 [kJ] = 3122,08 [MJ]$$

/ 2 /

Z výpočtů vyplývá, že při chlazení mladiny je v případě spodního kvašení pochopitelně zchlazení mladiny z 99°C na 6°C o 553,28 [MJ] energeticky náročnější než zchlazení mladiny na 20°C při svrchním kvašení.

### **Ad2) Odvod tepla při kvašení**

Pro výpočet celkového tepla odvedeného při kvašení budeme vycházet z uváděné hodnoty 586,6 KJ na 1 kg extraktu, budeme při zanedbání nerovnoměrnosti v intenzitě kvašení uvažovat 10 denní spodní kvašení. Potom použijeme následující vztah pro odvod tepla kvašením:

$$Q_{spodní\ kvasení} = m_e Q_e$$

/ 3 /

kde

$Q$  = množství chlazení [MJ]

$m_e$  = hmotnost prokvašeného extraktu [kg]

$Q_e$  = uvolněné teplo z 1 kg extraktu [kJ \* kg<sup>-1</sup>]

$$Q_{\text{spodnikvaseni}} = m_e Q_e = 900 * 586,6 = 527940 [\text{kJ}] = 527,94 [\text{MJ}] \quad / 4 /$$

Při použití kvasinek svrchního kvašení není chlazení uvažováno, vyvíjené teplo se odvádí do okolního prostředí.

Při dokvašení piva předpokládáme odbourání 0,2 kg extraktu, což dle výpočtového vztahu /3/ odpovídá 110 kJ.

Celkový odvod tepla vzniklého kvasným procesem je při spodním kvašení 527,94 [MJ] a následném dokvašení 0,11 MJ. Oproti svrchnímu kvašení je tedy nutné během hlavního kvašení a dokvašení odebrat celkové teplo 528,05 MJ. Je však nutné počítat s tím, že při vyšší teplotě kvašení dochází k prudšímu vývinu tepla v prvních dnech kvašení a tudíž musí být maximální výkon chlazení tomuto přizpůsoben.

Ad3)

Tato energetická ztráta je značně závislá na rozdílu teploty mezi kvasným médiem a okolním prostředím a izolací kvasné nádoby. Samozřejmě zde platí, že čím menší je rozdíl mezi okolím a požadovanou teplotou kvašení, tak tím jsou nižší nároky na chlad, který je třeba dodat do média pro udržení teploty.

Ad4)

V případě zchlazování na sudovací teplotu platí obdobný vztah jako u bodu 1. Pro zjednodušení budeme uvažovat stejný objem, stejnou hustotu a měrnou teplotu jako v případě mladiny. V případě spodního kvašení je třeba zchladit pivo z teploty kvašení 12°C na 1°C.

Potřeba chladu pro zchlazení mladého piva z teploty 12°C na 1°C mladiny v případě spodního kvašení:

$$Q_{\text{sudovaci}} = V \rho c_p (T_2 - T)_1 = 10000 * 1,040 * 3,8 * (285,15 - 274,15) = 434,72 [MJ] / 5 /$$

Při zanedbání ztrát, které jsou dány teplotou okolí a které mohou být v případě kvašení při 12°C významné, je energetická bilance v tomto případě odpovídající objemu 100 hl kvasícího média při řízení kvašení při teplotách 12°C a 20°C příznivější o **1516 MJ** pro svrchní kvašení. Z ekonomického pohledu se chlazení na zvýšení nákladů nejvíce projeví při větších objemech a při použití méně efektivních způsobů chlazení. V případě přímého odparu čpavku lze přibližně počítat s náklady okolo 210 Kč za GJ odebraného tepla.



## 6. Zastoupení svrchně a spodně kvašených piv na trhu

### 6.1. Rozdělení druhů piv

Rozdílné druhy piv vznikaly již v samém počátku jeho výroby v závislosti na lokalitě, pěstovaných surovinách a klimatických podmínkách. [2] Hlavním kritériem třídění piva je způsob kvašení. Každý ze dvou typů kvasinek – svrchních a spodních – účinkuje nejlépe při jiné teplotě. Kvasinky, jež působí optimálně při nižších teplotách, tj. 0 – 5°C, samozřejmě existují i výjimky, klesají při fermentačním procesu na dno kádě. Protože výsledné pivo potřebuje přibližně čtyři týdny při použití klasických kvasných kádí před výstavem zrát – při použití moderních cylindrokónických tanků je tento čas zkrácen, je během této doby uloženo v chladu – kdysi se ukládalo v hlubokých sklepích nebo přírodních jeskyních, dnes odpočívá ve speciálních ležáckých tancích, resp. cylindrokónických tancích. [3]

Německé sloveso *lagern* znamená "skladovat" a právě z tohoto slova bylo odvozeno ve světě hojně používané označení ležáku (neboli spodně kvašeného piva) - *lager*. Tento typ piva vznikl v klášterních pivovarech v Bavorsku a světovou proslulost si získal díky plzeňskému pivu. [3]

Mnohem starší než ležák je svrchně kvašené pivo. Jeho výroba je však podstatně jednodušší. První piva tohoto typu vznikla spontánním kvašením a neobsahovala žádný chmel. Pěna, jež se vytvořila při kvasném procesu na hladině, se sesbírala pro opětovné použití, a tak vzniklo svrchně kvašené pivo. V minulosti se touto metodou vyráběla všechna piva. [3]

Vaření svrchně kvašeného piva nevyžaduje nijak složitou technologii ani techniku a toto pivo lze konzumovat již po uplynutí několika dnů. Kvašení probíhá při pokojové teplotě a mladinu není třeba nijak chladit. [3] Při těchto teplotách produkují kvasinky svrchního kvašení spoustu metabolických produktů, hlavně estery, které mohou pivu dát typickou ovocnou a květinovou chuť. [4] Svrchně kvašenému pivu dávají přednost "amatérští" sládcí, minipivovary a odjakživa také britští spotřebitelé. [3]

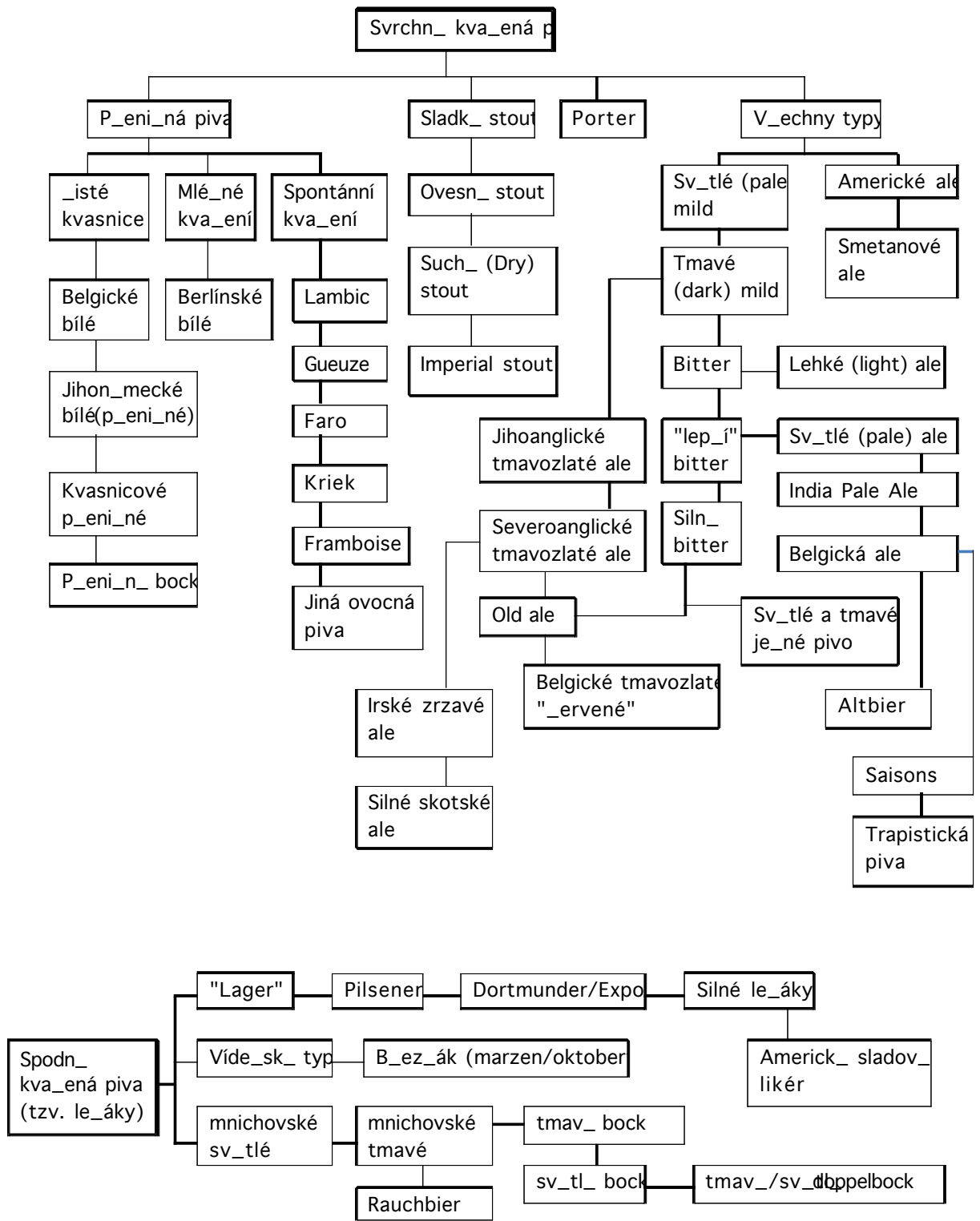
Na světě se vyrábí několik set druhů piv v mnohonásobném počtu značek. Dělení druhů (typů) piv se u jednotlivých autorů liší, přičemž se vychází ze základního rozdělení na

piva typu *Ale* a na *ležáky*, což zhruba odpovídá dělení na spodně a svrchně kvašená piva. Vyskytují se i hybridní druhy, protože typické spodní kvasinky se používají i k výrobě svrchních piv a naopak svrchní kvasinky k výrobě ležáků.

V Čechách a na Moravě se např. dříve vařila pšeničná svrchní piva, ale od poloviny 19. století převládla výroba spodně kvašených piv a teprve v současnosti se zase připravují malé partie svrchně kvašených piv. V Německu, Belgii a Velké Británii i jinde ve světě jsou však svrchně kvašená piva velmi oblíbená, podobná situace je u anglických piv typu *Ale*. Svrchně kvašená piva s sebou přinášejí také chuťovou pestrost, která ale může znamenat i menší standardnost při výrobě a kratší trvanlivost. Toto může být pro někoho velice zajímavé, zejména při poznávání, zatímco jiného může odradit. Přesto i u nás si omezený počet spotřebitelů těchto piv velmi cení a tento okruh se postupně rozšiřuje [2]. Se vzrůstající oblibou minipivovarů a restauračních pivovarů se čím dál tím častěji setkáváme s pivy svrchně kvašenými a tato piva si získávají velkou oblibu.

V České republice je základním druhem piva český světlý ležák s obsahem původního extraktu 11 až 13%, s výraznou hořkostí a dobrou pěnivostí, vyráběný dvourmutovým dekokčním postupem a spodně kvašený. Jeho výroba je velmi standardizovaná a nelze očekávat vysokou variabilitu. Mezi další země vyrábějící ve velkém množství piva spodně kvašená patří Německo a Spojené státy americké.

Obr. 9 Přehled druhů pív [5]



## 6.2. Svrchně kvašená piva

### 6.2.1. Pšeničná piva

#### **Německé - Weizenbiere:**

- Tento typ piva pochází z Německa, kde se dodnes těší značné oblibě. Slovo *weiss* znamená „bílý“ a *weizen* znamená „pšeničný“.
- Němci používají oba výrazy, nicméně označení *weissbier* nemusí nutně odkazovat k tomu, že se do piva přidává pšenice. Jako *weissbier* se dokonce označuje i několik tmavých piv. Německá pšeničná piva se zakvašují svrchními kvasinkami, ačkoliv v některých případech se k nim do lahví nasazují kvasinky spodní. [3]
- Při výrobě těchto piv se používá nejméně 50% pšeničného sladu a původní stupňovitost je nejméně 11%. [4]
- Nefiltrovaná verze je známá pod názvem *hefeweizen*, neboť obsahuje přídavek kvasinek (Hefe) [2, 3, 4]
- Filtrované pivo se označuje jako *kristall weizen* [2, 3, 4]
- Důvod, proč jsou tak populární, je výsledkem vysokého obsahu CO<sub>2</sub> (6 – 10 g/l), což má osvěžující účinek, a typického aroma pšeničných piv, které je charakteristické vysokým obsahem esterů a alkoholů [4]
- Jsou zamýšlena především jako lehce pitelný letní nápoj k uhašení žízně [3]

#### Belgické bílé - Witbier:

- Je zcela odlišné od svého německého pšeničného protějšku [3]
- Vaří se z ječného sladu s přídavkem 40-60% nesladované pšenice a někdy také s přídavkem ovesa [3]
- Chmelí se a přidávají se do něj pomerančová kůra a různá koření včetně koriandru [3]
- Většina těchto typů piva se nefiltruje ani nepasterizuje, a je tedy zakalená a řízná [3]

#### Lambic:

- Je spontánně kvašené pivo pocházející z oblasti Zennestreek v Belgii, nedaleko Bruselu [3]
- Vyniká kyselou chutí a takřka zcela postrádá oxid uhličitý [3]. Obsahuje široké a fascinující spectrum příchutí [4]

- Při jeho výrobě se používá malé množství pšenice a mladé pivo poté zraje několik let v dubových sudech, v nichž také dokvašuje [3]
- Lambic se zřídka pije v původní podobě – obvykle slouží jako základ pro výrobu *gueuze*, *faro* a ovocného *lambiku* [3]
- Druh Lambiku s přídavkem třešní je nazývaný *kriek* a s přídavkem malin *framboise* [3, 4]

#### Gueuze:

- Bruselský typ spontánně kvašeného lambiku, který vzniká řezáním stařeného a mladého lambiku [3]
- Mladý lambik mu propůjčuje říznost a stařený zase specifický charakter [3]
- Gueuze je pravým pivem pro znalce [3]

#### Faro:

- Vzniká spontánním kvašením blízkým kvašením svrchnímu
- V některých případech se doslazuje již při lahvování, jindy až v lahvi, nebo dokonce při podávání
- K doslazování slouží různé druhy cukrů
- Výsledkem je robustní sladkokyselé pivo

#### 6.2.2. Stout

- Silné svrchně kvašené pivo anglicko-irského původu s intenzivní připálenou chutí a vysokou ulpívající hořkostí [3, 4]
- Při jeho výrobě se používá směs velice dobře upraveného světlého sladu a 10-20% velmi barevného sladu jako je pražený slad, nebo jako je tomu v případě Guinnessu pražený ječmen. Dávka chmele je velmi vysoká [3, 4]
- Dobrý stout by měl být dosti robustní, ale ne příliš vyvážený. Kromě suchosti a příchuti praženého sladu by se měl vyznačovat ovocností, svěžestí a hladkostí na patře [3]
- Pravděpodobně nejznámějším stoutem je Guinness, který jakožto dosti neobvyklé pivo dosáhl světové proslulosti [3]

### Ovesný stout:

- Od ostatních se liší tím, že se při jeho výrobě používá oves [3]
- V dalších aspektech se velmi podobá jiným stoutům, ale vyznačuje se hedvábnou hladkostí na patře [3]

### Imperial stout:

- Původně se vařil velmi silný, a to proto, aby vydržel dlouhou cestu do carského Ruska. Dovážená piva žila v Rusku vlastním životem a byla hojně napodobována tamními výrobci [3]
- Nejsilnější verze imperial stoutu se prezentují intenzivní připálenou chutí, jež se snoubí s alkoholem, kávou a hořkou čokoládou [3]
- Obsah alkoholu se pohybuje od 6 do 8% obj. a barva je temně černá [3, 4]

#### 6.2.3. Porter

- Je lehčí a světlejší variantou stoutu [3]
- Je vesměs sladší než stout a obvykle i komplexnější, alkohol běžně nepřevyšuje 5% obj. [3]
- Dlouho byl porter vytěsněn stoutem a nevařil se [3, 4]
- Ale díky minipivovarům, jež jej vaří jak v Británii, tak v USA, získává opět na popularitě [3, 4]

#### 6.2.4. Ostatní

### Mild ale:

- Středně chmelené, lehké anglické pivo [3]
- Jeho barva přechází od světle jantarové po bronzovou [3]
- Na patře je toto pivo sladově sladké a ve vůni lze rozpoznat ovocný akcent [3]

### Bitter:

- Je točené pivo určené ke každodenní konzumaci. Britové jej pijí ve svých hospodách jako nápoj ideální k uhašení žízně [3]
- Jeho hořkost je ve skutečnosti docela příjemná, a nadto se toto pivo vyznačuje nízkou mírou sladkosti [3]
- Vaří se ze světlého sladu a vesměs s přidavkem typicky anglických chmelových odrůd [3]

### Americký ale:

- Od anglického se liší v několika aspektech. Chmel použitý v americkém ale vyniká vesměs výraznějším květinovým aroma a barva tohoto moku přechází od velmi světlé po bronzovou [3]
- Američané jej navíc vaří při vysokých teplotách s pomocí spodních kvasinek [3]

### India Pale Ale (IPA):

- V dobách britského impéria bylo mnoho Britů roztroušeno na různých místech světa, přičemž k nejrozlehlejší a nejvýznamnější britským koloniím patřila Indie. Aby se v této zemi britským kolonizátorům tolik nestýskalo po domově, začali britští pivovarníci vařit silnější ale s výraznější chmelovou chutí, které mělo přežít i dlouhou plavbu do nejvzdálenějších oblastí impéria [3]
- Dnešní IPA je silný ale s vyšší chmelovou hořkostí a jantarovou až bronzovou barvou [3]
- Podobné svrchně kvašené pivo vzniká rovněž v amerických minipivovarech [3]

### Belgický ale:

- Je nasládlé pivo s jantarovou barvou a lehce ovocným aroma s nepatrnými nuancemi praženého a karamelového sladu, chmelovost je jasně přítomna, ale nepřevládá [3]

### Altbier:

- Je německý typ, který je oblíbený především v okolí Düsseldorfu [3]
- Výraz *alt* znamená "starý", což odkazuje na tradiční druh svrchně kvašeného piva, nechává se uležet při teplotě těsně nad bodem mrazu, a to po dobu 3 - 8 týdnů [3]
- Je to převážně osvěžující pivo se sladovou příchutí, s odstíny praženého sladu či topinky a nádechem chmelové hořkosti [3]

### Trapistické pivo:

- Tento typ vzniká v belgických kláštrech ve Westvleteren, Westmalle, Rochefortu, Chimay, Orvalu a také v nizozemském trapistickém pivovaru De Schaapskooi [3]
- Jednotlivá piva se navzájem liší barvou, jež přechází od světlé po téměř černou, chutí a obsahem alkoholu v rozmezí 5-10% obj. [3]
- Název trapista je chráněný a smí jej používat pouze šest zmíněných pivovarů. Výrobě tohoto typu piva se dodnes věnují mniši za zdmi kláštera [3, 4]

## 6.3. Spodně kvašená piva

### 6.3.1. Lager

- Je světově nejrozšířenějším typem piva, které je vyráběno převážně jako světlé, jemně chmelené bez výraznějších vůní [4]

#### Plzeňský typ piva (pilsener):

- Plzeňské pivo nespátrilo světlo světa nikde jinde než v Plzni. Jedná se o světlý ležák se sladovým charakterem, vydatně chmelený žateckým chmelem, který mu propůjčuje chmelové aroma [3]
- Výběr odrůd chmele, stejně tak jako způsob jeho dávkování jsou velice důležité [4]
- Označení pilsener dnes nesou etikety rozličných piv po celém světě. Mnohé z těchto piv však mají pramálo společného se skutečným plzeňským, ačkoliv několik výjimek lze přece jen najít [3]
- V každém případě se vždy jedná o světlý ležák, často bez silné sladové a chmelové chuti [3]
- Rozšíření plzeňského typu napomohl rostoucí zájem o světlé ležáky jakéhokoliv druhu [3]

#### Dortmunder (Export):

- německý ležák vařící se převážně kolem města Dortmund [3]
- Jedná se o poměrně robustní, ale světlé pivo s patrnou sladovou chutí a středně výraznou chmelovou příchutí [3]
- Je po plzeňském druhé nejpitější spodně kvašené pivo [4]

#### Americký ležák:

- Je lehký typ ležáku, při jehož výrobě se část ječmene nahrazuje kukuřicí nebo rýží [3]
- Přestože postrádá téměř jakýkoli náznak chmelovosti, je jednou z jeho cenných kvalit pitelnost [3]
- Většinu amerických ležáků charakterizuje vyšší obsah oxidu uhličitého než u jejich evropských protějšků [3]



### 6.3.2. Vídeňský typ

#### Marzen/Oktoberfest (březňák):

- Má jantarovočervenou barvu a sladovou chuť [3]
- Název je odvozen od někdejšího zvyku vařit pivo nejpozději v březnu [3]

### 6.3.3. Ostatní

#### Bockbier:

- Tento druh piva vznikl v Německu [3]
- Jeho výroba vyžaduje značné dovednosti, jelikož výsledkem dlouhé fermentace a ležení vzniká více aromatických složek, které ovlivňují více či méně chuť piva [3]

#### Doppelbock:

- Vzniká v široké škále barev a vůní [3]
- Jde o nejsilnější pivo v této kategorii [3]

## 7. Závěr

Účelem této práce bylo nejen porovnat energetickou náročnost, ale i další aspekty mezi svrchním a spodním kvašením. S použitím citovaných materiálů se v práci podařilo potvrdit energetickou výhodnost svrchního kvašení. U svrchního kvašení byla za definovaných podmínek zjištěna o 32,69 % nižší spotřeba chladu než u kvašení spodního. K tomuto závěru lze dojít nejen výpočtem energetické náročnosti, ale na základě prostudování historických zdrojů, kde svrchní kvašení stálo na počátku zrodu nápoje, který se jen vzdáleně podobal nápojům, které dnes pod pojmem piva známe.

Až do konce 19. století byla převážně rozšířena svrchně kvašená piva, jejichž výroba nevyžadovala intenzivní chlazení. Malé procento spodně kvašených piv bylo vyráběno s použitím přírodního ledu. Většího rozmachu spodně kvašených piv mohlo dojít až s rozmachem strojního chlazení. Spodně kvašená piva se začala v českých zemích a dalších okolních státech rozšiřovat hlavně z toho důvodu, že piva takto vyrobená vykazují mnohem větší vyrovnanost a delší trvanlivost. Jsou však země, kde se spodní kvašení nerozšířilo v takové míře jako u nás a svrchní kvašení je zde rozšířeno mnohem více. Obliba svrchně kvašených piv vychází hlavně z faktu, že piva takto vyrobená poskytují výraznější aroma, které přináší pivu nejen odlišná skladba surovin, ale i větší obsah esterů, který je dán použitým druhem kvasnic a teplejším vedením kvašení. Požadavek trhu na výraznější pestrost sortimentu pomalu zvyšuje zastoupení svrchně kvašených piv i na našem poněkud konzervativním trhu.

Nespornou výhodou svrchního kvašení jsou nižší investiční a provozní náklady na výrobu svrchně kvašených piv a například možnost kvasnice pro svrchní kvašení skladovat v suchém stavu, což převážně vítají majitelé malých pivovarů a nadšenci, kteří si vaří pivo doma.

V práci je vedle porovnání obou technologií uveden i přehled jednotlivých druhů piv, který ukazuje druhovou pestrost svrchně kvašených piv oproti pivům vyráběným spodním kvašením.

## 8. Seznam použité literatury

- [1] CHLÁDEK, L.: *Pivovarnictví*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 207 s., ISBN 978-802-4716-169.
- [2] BASAŘOVÁ, G.: *Pivovarství: teorie a praxe výroby piva*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2010, 863 s., ISBN 978-80-7080-734-7.
- [3] VERHOEF, B.: *Velká encyklopedie piva: teorie a praxe výroby piva*. Vyd. 1. Čestlice: Rebo, 2003, 447 s., ISBN 80-723-4283-5.
- [4] KUNZE, W.: *Technology brewing and malting*, International ed. Berlin: VLB, 1996, 447 s., ISBN 39-216-9034-X.
- [5] Kočka; *Přehled druhů pív* [online]. 2006 [cit. 2012-03-29] Dostupné z: <http://www.svetpiva.cz>
- [6] KOSAŘ, K.: *Technologie výroby sladu a piva*, 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, 2000, 398 s., ISBN 80-902-6586-3.
- [7] AB Vickers, Produktové listy 2009.
- [8] NARZISS, L.: *Abriss der Bierbrauerei: teorie a praxe výroby piva*. 5., erg. Aufl. Stuttgart: Enke, 1986, 398 s., ISBN 34-328-4135-3.

## 9. Seznam obrázků

Obr. 1 CKT podle osazení chladicími zónami se dělí na kvasné CKT a ležácké CKT.....	11
Obr. 2 Nottingham Yeast - Lallemand .....	16
Obr. 3 Munich Yeast - Lallemand.....	17
Obr. 4 Windsor Yeast - Lallemand.....	17
Obr. 5 CBC-1 Yeast – Lallemand.....	17
Obr. 6 Otevřená kvasná kád' pro svrchní kvašení.....	18
Obr. 7 Cylindrokonické tanky – 6hl .....	19
Obr. 8 – Schéma CKT [4].....	20
Obr. 9 Přehled druhů piv <sup>[5]</sup> .....	28