

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 - Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Katedra veterinárních disciplín a kvality produktů

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Senzorické hodnocení nealkoholických piv
v závislosti na technologii výroby**

Autor: Bc. Markéta Brabcová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Iveta Marešová

ČESKÉ BUDĚJOVICE, 2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Markéta BRABCOVÁ
Osobní číslo: Z11558
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agropodnikání
Název tématu: Senzorické hodnocení nealkoholických piv v závislosti na technologii výroby
Zadávací katedra: Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů

Zásady pro vypracování:

Cílem diplomové práce bude hodnocení vybraných vzorků nealkoholických piv metodou senzorické analýzy. Teoretická část práce bude zaměřena na charakteristiku používaných technologií pro výrobu nealkoholických piv, včetně popisu metod senzorické analýzy. V praktické části diplomové práce budou pomocí matematicko-statistických metod vyhodnoceny data získaná ze souboru individuálních posouzení.

Práce bude vypracována na základě pokynů uvedených v Opatření děkana č. 13/2009, podle rámcové osnovy:

Úvod: Význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce.

Literární přehled: Současný stav řešené problematiky s ohledem na cíle práce, zpracovaný na základě studia vědecké a odborné literatury, porovnání a zhodnocení literárních zdrojů a údajů.

Materiál a metody: Vypracovaný senzorický protokol, popis použitých metod.

Výsledky a diskuze: Tabulkové a grafické zpracování získaných dat vycházejících z cílů práce, posouzení možností praktického uplatnění dosažených výsledků.

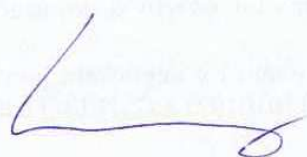
Závěr: Přehledné shrnutí nejdůležitějších poznatků, případné návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky.

Abstrakt: Přehled a nejdůležitější výsledky práce (v českém i v anglickém jazyce).

Seznam použité literatury: Podle zásad ČSN ISO 690 (010197) a ČSN ISO 690-2 (01 0197)
Bibliografické citace.

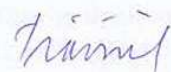
Rozsah grafických prací: Tabulky a grafy dle vlastního uvážení.
Rozsah pracovní zprávy: 40-50 stran textu
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury: viz příloha

Vedoucí diplomové práce: Ing. Iveta Marešová
Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů
Konzultant diplomové práce: Ing. Dana Jirotková
Katedra veterinárních disciplin a kvality produktů
Datum zadání diplomové práce: 16. března 2012
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2013



Ing. Karel Suchý, Ph.D.
prodávka pověřený vedením ZF

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice



prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. března 2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Senzorické hodnocení nealkoholických piv v závislosti na technologii výroby vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů uvedených v seznamu citované literatury. Současně prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím, aby tato diplomová práce byla zveřejněna elektronickou cestou v přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 18.4.2013

.....
Brabcová Markéta

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí diplomové práce, paní Ing. Ivetě Marešové za cenné rady, připomínky a odbornou pomoc během zpracování této diplomové práce.

Abstrakt

Cílem této diplomové práce bylo senzoričké posouzení nealkoholických piv v závislosti na technologii výroby. Pomocí senzoričké analýzy bylo hodnoceno deset vzorků nealkoholických piv od různých pivovarů. Nealkoholická piva Lobkowicz Premium Nealko a Radegast Birell byla vyrobena pomocí speciálních druhů kvasinek. Ostatní nealkoholická piva byla vyrobena technologií řízeného kvašení.

V senzoričké hodnocení dosáhlo nejlepších výsledků (1. místo) nealkoholické pivo Samson vyráběné metodou řízeného kvašení a 2. místo pivo Radegast Birell vyráběné pomocí speciálních druhů kvasinek Birell. Ze zjištěných výsledků se nedá přesně určit, která z používaných technologií pro výrobu nealkoholického piva má prokazatelně pozitivní vliv na senzoričkou jakost piva.

Při senzoričké hodnocení vybraných kritérií vykazoval nejvyšší hodnoty vzorek D (Samson) u celkového vjemu vůně, plnosti, říznosti a charakteru hořkosti. Nejvyšší hodnoty u celkového vjemu chuti byly zaznamenány u vzorku J (Radegast Birell). Naopak vzorek F (Budweiser Budvar) vykazoval nejnižší hodnoty u celkového vjemu chuti, plnosti a říznosti. Vzorek G (Dudák) vykazoval nejnižší hodnoty pro celkový vjem vůně a vzorek C (Bernard) pro celkový vjem charakteru hořkosti.

Vzorky B (Platan) a D (Samson) obsahovaly přídavek sladidla E 954 (sacharin). Sacharin je sladší než běžný cukr. Po požití však zanechává hořkou chuť. Vzorek B (Platan) byl muži vnímán negativně z hlediska vůně a chuti, charakter hořkosti byl hodnocen pozitivně. Ženy zaznamenaly jen minimální rozdíly ve vjemu vůně, intenzity chuti a charakteru hořkosti tohoto vzorku. Použité sladidlo mohlo mít u mužů vliv na celkový vjem chuti z důvodu možného ulpívání hořké chuti.

Z provedeného dotazníkového šetření dále vyplynulo, že v situacích, kdy si respondenti nemohou dát alkoholické pivo, 80 % dotazovaných mužů by zvolilo nealkoholické pivo. Naopak 87 % žen by upřednostnilo jiný nealkoholický nápoj.

Klíčová slova: pivo; nealkoholické pivo; technologie; senzoričká analýza

Abstract

The aim of this dissertation was sensorial evaluation of non-alcoholic beers according to technology of their production. Ten samples of non-alcoholic beers from different breweries were tested with sensorial analysis. Non-alcoholic beer Lobkowitz Premium and Radegast Birell were made with help of special types of yeasts. The rest of non-alcoholic beers was made by technology of controlled fermentation.

Non-alcoholic beer Samson made by method of controlled fermentation gained the first place and Radegast Birell made with help of special types of yeasts gained the second place. It is not possible to specify, which one from used technologies of producing non-alcoholic beers have got a proven positive effect on the sensorial quality of beer, from identified data.

Sample D (Samson) reached maximum values of complex perception of aroma, fullness, briskness and character of bitterness in sensorial evaluation of chosen criteria. The highest value of complex perception of taste was recorded at sample J (Radegast Birell). On the other hand, sample F (Budweiser Budvar) reached the lowest values of fullness, briskness and complex perception of taste. The lowest values of complex perception of aroma were noted in sample G (Dudák) and sample C (Bernard) had got the lowest values in complex perception of character of bitterness.

Samples B (Platan) and D (Samson) contained additional sweetener E 954 (Saccharin). Saccharin is weaker than standard sugar but it leaves a bitter taste behind after ingestion. Men perceived sample B (Platan) in terms of aroma and taste negatively and in terms of character of bitterness positively. Women registered only minimal differences in perception of aroma, intensity of taste and character of bitterness in this sample. Used sweetener could influence men's view on taste because of its bitterness.

The conducted survey also showed that in situations where the respondents can not give alcoholic beer, 80 % of men's surveyed by opting for non-alcoholic beer. On the contrary, 87 % of women would prefer a different soft drink.

Key words: beer; non-alcoholic beer; technology; sensory analysis

Obsah

1. Úvod	10
2. Sladařské a pivovarské suroviny	11
3. Výroba sladu	14
4. Výroba piva	16
4.1 Výroba mladiny	16
4.2 Kvašení a zrání piva	19
4.3 Závěrečné úpravy piva	20
5. Nealkoholické pivo a způsob přípravy nealkoholického piva	20
5.1 Postupy s úpravou technologie	22
5.2 Postupy se speciálními pivovarskými kvasinkami	24
5.3 Technologie používající speciální zařízení na odstraňování alkoholu.....	25
6. Hodnocení kvality piva	28
6.1 Senzorické hodnocení piva	28
6.2 Smyslové vlastnosti piva.....	31
6.3 Objektivní a subjektivní činitele sensorického hodnocení	35
6.4 Metody sensorického hodnocení	36
6.5 Fyzikálně-chemická analýza piva	39
6.6 Mikrobiologie výroby piva	41
7. Materiál a metodika	42
7.1 Charakteristika vzorků	42
7.2 Technologie výroby vybraných nealkoholických piv	44
7.3 Senzorické hodnocení vzorků	44
8. Výsledky a diskuze	47
8.1 Senzorické hodnocení vybraných kritérií	47
8.1.1 Hodnocení vůně nealkoholických piv	48
8.1.2 Hodnocení chuti nealkoholických piv	50

8.1.3	Hodnocení plnosti nealkoholických piv	52
8.1.4	Hodnocení říznosti nealkoholických piv	53
8.1.5	Hodnocení hořkosti nealkoholických piv	55
8.1.6	Celkové hodnocení nealkoholických piv	57
8.2	Vyhodnocení dotazníkového šetření	59
8.3	Hodnocení testovaných piv v odborných degustačních soutěžích.....	62
9.	Závěr	65
10.	Seznam použité literatury	67
11.	Přílohy	73

1. Úvod

S vysokým nárůstem počtu osobních automobilů v 70. letech roste potřeba výroby piva bez alkoholu. V jihočeských pivovarech bylo v roce 1975 vyrobeno první nealkoholické pivo PITO. PITO bylo vyráběno metodou řízeného kvašení, kdy se kvasný proces přerušil již v rané fázi a tak v něm vzniklo jen minimální množství alkoholu. Chuť PITA nepřipomínala chuť klasického piva a jeho spotřeba byla minimální.

Nicméně v posledních letech spotřeba nealkoholického piva výrazně roste. Důvodů je mnoho – zdravější životní styl, zpřísnění pravidel silničního provozu zavedením bodového systému pro řidiče a zejména výrazné zlepšení kvality a chuti nealkoholického piva. Na rostoucí poptávku pivovary rychle zareagovaly. Nealkoholickou variantu dnes vyrábí každý větší pivovar. V některých restauracích prodávají dokonce i točené nealkoholické pivo.

Způsobů přípravy nealkoholického piva je několik. Prvním způsobem je omezení tvorby alkoholu během výroby piva úpravou technologického postupu. Vyrábí se tak většina piv v České republice, jelikož technologie je finančně méně náročná. Druhým způsobem jsou procesy využívající speciální kvasinky nebo jiné mikroorganismy. Použitím speciálních druhů kvasinek se vyrábí nealkoholické pivo Radegast Birell a Lobkowic Premium Nealko. Třetím způsobem je odstranění alkoholu z již hotového piva – vakuovou destilací, dialýzou, reverzní osmózou atd. Technologie jsou poměrně finančně náročné. S použitím nových technologií se výrazně zlepšila chuť i další sensorické parametry nabízených nealkoholických piv.

Nealkoholické pivo má také pozitivní účinky na lidský organismus, neboť obsahuje vitamíny, minerály a další látky např. polyfenoly, které působí jako antioxidanty (přeměňují zdraví škodlivé látky na neutrální). Kromě toho působí preventivně proti tvorbě žlučových kamenů, přispívá k lepšímu trávení a má nízkou energetickou hodnotu. Slouží dobře k uhašení žízně a mnozí mu dávají přednost před sladkými limonádami.

Cílem této diplomové práce bylo sensorické posouzení nealkoholických piv v závislosti na technologii výroby. Pomocí sensorické analýzy bylo hodnoceno deset vzorků nealkoholických piv od různých pivovarů. Získané výsledky byly matematicko-statisticky zpracovány.

2. Sladařské a pivovarské suroviny

Základními surovinami pro výrobu sladu jsou ječmen a voda, pro výrobu piva navíc chmel, chmelové výrobky, případně náhražky sladu a někdy se mezi pivovarské suroviny řadí i várečné pivovarské kvasnice. Převážná většina sladů v ČR je vyrobena ze sladovnického ječmene, pouhý zlomek procenta tvoří slady vyrobené z pšenice. České sladovny vyrábějí z téměř 97 % slad českého typu, zbytek tvoří slad mnichovský, diastatický, karamelový a barevný (KADLEC et al., 2009).

- **Sladovnický ječmen (*Hordeum vulgare L.*)**

Ječmen je řazen mezi nejstarší kulturní rostliny. Ke sladovnickým účelům se v České republice pěstuje dvouřadý ječmen jarního typu. Úspěchy našeho šlechtění ječmene mají základy v původních hanáckých krajových odrůdách, které pro své šlechtitelské záměry využil Emanuel Proskowetz. První jeho odrůdou byla Proskowetz Hanna pedigree, která měla mimořádné vlastnosti a stala se základem dalších odrůd (PRUGAR et al., 2008).

Obilka ječmene je hlavním zdrojem zásobních sacharidů, bílkovin a dalších složek, nutných při vytváření charakteristických vlastností sladu. Kvalitní odrůdy sladovnického ječmene obsahují 62 – 65 % škrobu v sušině. Obsah bílkovin má být 10,5 – 11,5 %. Při skladování ječmene jsou jiné podmínky pro čerstvě sklizený ječmen a pro vyzrálý ječmen. Čerstvý ječmen musí prodělat, tzv. posklizňové dozrávání, protože špatně klíčí. Klíčivost ječmene se vytváří v závislosti na odrůdě a klimatických podmínkách po několika týdnech až měsících odležení (KADLEC et al., 2009).

U ječmene používaného ve sladovnictví se provádí hodnocení kvality zrna. Výběr hodnocených znaků pro ukazatel sladovnické jakosti (USJ) byl proveden pivovarskými a sladařskými odborníky v roce 1995. K hodnoceným parametrům patří: obsah dusíkatých látek (bílkovin) v zrně ječmene, extrakt v sušině sladu, relativní extrakt při 45° C, Kolbachovo číslo, diastatická mohutnost, dosažitelný stupeň prokvašení, friabilita sladu a obsah β -glukanů ve sladině. Výsledek hodnocení se vyjadřuje v rámci devítibodové stupnice – nejhorší, nepřijatelná „1“ až nejlepší, optimální „9“ (ZIMOLKA et al., 2006).

Seznam doporučených odrůd každoročně vydává Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Seznam obsahuje popis odrůd ječmene, které vykázaly v rámci registračního řízení a následně v rámci zkoušení pro Seznam doručených odrůd během řady let velmi dobré výsledky nebo o ně projevil zájem zpracovatelský průmysl. Pěstitelé by měli dávat přednost odrůdám uvedeným v Seznamu. Doporučené odrůdy pro rok 2012 jsou např. Advent, Aksamit, Aktiv, Blaník, Bojos, Kangoo, Radegast, Sebastian, Xanadu (UKZUZ, 2012).

- **Voda**

Voda je v pivovarském průmyslu jednou z nejdůležitějších surovin, neboť ovlivňuje kvalitu sladu i piva. Průměrná spotřeba vody ve sladovnách je 3 - 5 hl na 100 kg vyrobeného sladu. Asi 80 % se spotřebuje při máčení ječmene. Při výrobě piva potřebujeme na hektolitr vyrobeného piva zhruba 4 až 12 hl vody. Spotřeba je závislá na velikosti pivovaru. Varní voda představuje asi 20 - 30 % z celkové spotřeby vody. Největší část vody v pivovaru se spotřebovává k mytí a čištění, hlavně ve spilce, sklepě, stáčírnách, a dále k chlazení a v kotelnách. Pro kvalitu piva je velmi důležitá tvrdost vody (KADLEC et al., 2009).

- **Chmel otáčivý (*Humulus lupulus L.*)**

Ačkoliv se chmel nebo chmelové produkty při výrobě piva, ve srovnání s ostatními surovinami, používají jen v malém množství, mají rozhodující vliv na organoleptické vlastnosti piva. Příjemná chuť piva je výsledkem rovnováhy mnoha těkavých a netěkavých chemických sloučenin pocházejících z pivovarských surovin (OPSTAELE et al., 2011).

Původně se chmel používal v pivovarské technologii především pro své bakteriostatické účinky zajišťující vyšší trvanlivost piva. Až mnohem později se začal používat pro dodání hořké chuti a úpravu dalších vlastností piva. Pro přípravu piva se používají samičí rostliny chmele. Chmel se skládá z pivovarsky důležitých složek, ke kterým patří chmelové pryskyřice, silice a polyfenoly (PRUGAR et al., 2008).

Chmelové pryskyřice patří k nejdůležitějším složkám chmele (obsah až 30 % hmotnosti). Jsou tvořeny řadou látek, nejvýznamnější jsou α – hořké kyseliny. Chmelové pryskyřice dodávají pivu intenzitu hořkosti. Chmel obsahuje 0,5 – 3 %

hmotnosti chmelových silic. Chmelové silice udělují pivu charakteristickou vůni. Polyfenolové látky chmele chrání chmelové pryskyřice před oxidací, mají příznivý vliv na charakter hořkosti piva, jsou přirozenými antioxidanty - působí na oddálení tvorby zákalů, plnosti chuti piva a na stárnutí chuti stočeného piva (BASARŮVÁ et al., 2010).

Chmelové výrobky dělíme do tří skupin:

- 1) Výrobky připravené mechanickými úpravami hlávkového chmele - mleté a granulované chmele (chmelové pelety typu 90 a 45)
- 2) Výrobky připravené fyzikálními úpravami přírodního hlávkového chmele – nemodifikované chmelové extrakty připravené pomocí různých rozpouštědel
- 3) Výrobky připravené chemickými úpravami – výrobky obsahující izomerované a jinak chemicky upravené (redukované, hydrogenované) α – hořké kyseliny (PRUGAR et al., 2008).

Většina tuzemských pivovarů používá chmel ve formě granulí. Klasického lisovaného chmele se stále drží budějovický Budvar. Důvodem, proč pivovary používají místo hlávek granulovaný chmel je snazší manipulace a delší trvanlivost. Dále se používá chmelový extrakt. Ten se v České republice nevyrábí, dováží se většinou z Německa. Používá se především z ekonomických důvodů (VEČERKOVÁ, KISS, 2007). V České republice jsou tři pěstitelské oblasti chmele – Žatecko a Ústěcko v Čechách a Tršicko u Olomouce na Moravě (KOSARŮVÁ et al., 2000).

- **Náhražky sladu**

Náhražky sladu se používají k náhradě sladu z ekonomických důvodů – snížení nákladů, dále v dobách a v místech s nedostatkem sladu pro výrobu piva a v neposlední řadě pro docílení vlastností specifických druhů piv např. v Belgii nebo pro výrobu bezlepkového piva z rýže a čiroku. V tradičních pivovarských zemích se náhražky používají spíše omezeně. Podle způsobu zpracování se náhražky mohou dělit na nepřímo zpracovatelné (škrobnaté) a přímo zpracovatelné (cukernaté), podle konzistence na pevné a kapalné. Z pevných náhražek se používá např. pšenice, rýže,

žito, oves, proso, kukuřice a z tekutých škrobových sirupů z řepy, třtiny, rýže, obilovin (BASAROVÁ et al., 2010).

V České republice se škrobnaté náhražky skoro nepoužívají, zředěná sacharosa a škrobové sirupy maximálně do 20 %. Ve světě je používání, zejména škrobnatých náhražek, rozšířeno daleko více (Amerika – kukuřice, Asie – rýže) (KADLEC et al., 2009).

- **Kvasinky**

Kvasinky jsou jednobuněčné mikroorganismy. Rozmnožují se vegetativně – pučením, a za nepříznivých podmínek pohlavně. Metabolismus kvasinek je z pivovarského hlediska hlavně přeměnou zkvasitelných cukrů na alkohol a oxid uhličitý za účasti řady enzymů a koenzymů (KOSARĚ et al., 2000).

V současné době se k výrobě piva používají kvasinky svrchního kvašení (*Saccharomyces cerevisiae*) a kvasinky spodního kvašení (*Saccharomyces carlsbergensis*) (CHLÁDEK, 2007).

3. Výroba sladu

Principem sladování je vytvoření optimálních podmínek pro klíčení ječmene. V zrna dochází k aktivaci a tvorbě technologicky důležitých enzymů, především cytolýtických, proteolytických a amylolytických, při zamezení ztrát potlačením růstu. Tím dochází ke vzniku tzv. zeleného sladu, který se následným hvozděním přemění v hotový slad (KADLEC et al. 2009).

- **Příjem, čištění, třídění a skladování ječmene**

Při příjmu ječmene se kromě hmotnosti kontrolují předepsané znaky, tj. obsah vody, bílkovin, zlomků a nečistot, dále klíčivost a podíl zrna nad sítem 2,5 mm. Během čištění a třídění se ječmen zbavuje prachu, nečistot, přímísenin a třídí se podle velikosti a kvalitativních znaků. Vyčištěný a vytríděný ječmen se skladuje ve starších sladovnách na půdách nebo moderněji v silech (ČEPIČKA et al., 1995).

- **Máčení ječmene**

Účelem máčení je zvýšení obsahu vody v ječmeném zrna z 12 až 15 % na 42 až 48 %. Procentuální obsah tzv. „stupně domočení“ je závislý na typu sladu (u světlých

sladů 42 - 45 %, u tmavých sladů 45 – 48 %. Máčení má zajistit optimální průběh klíčení a enzymových reakcí. Doba máčení se pohybuje od 60 do 100 hodin, nejčastěji 72 hodin (PELIKÁN, SÁKOVÁ, 2001).

- **Klíčení ječmene**

Cílem klíčení je aktivace a syntéza enzymů, docílení požadovaného rozluštění (vnitřní přeměny) zrna při minimálních nákladech a únosných sladovacích ztrátách. V průběhu klíčení rozlišujeme: tvorbu enzymů a přeměnu látek, růstové změny a projevy růstu. Kromě α -amylasy jsou ostatní enzymy v malém množství již v ječmeni přítomny. Nárůst aktivity, resp. syntéza nových enzymů, je iniciována prostřednictvím činnosti fytohormonů. Tyto hormony putují přes endosperm do aleuronové vrstvy. Tady vznikají nové volné aminokyseliny a nové enzymy. Nejdříve vzniká β -glukanasa, poté α -amylasa a proteasy. Enzym β -amylasa není tvořen v aleuronu, ale volně v endospermu. Předpokladem syntézy nových enzymů a nárůstu aktivity stávajících enzymů je zajištění dostatečného množství metabolické energie. Ta je získávána oxidačním odbouráváním zásobních látek. Dýchání i nárůst enzymové aktivity probíhají současně, proto dostatek kyslíku v průběhu máčení a počátečním stádiu klíčení vede k výrobě vysoce enzymatických sladů (KADLEC et al., 2009).

- **Hvozdění**

Při hvozdění je důležité snížení obsahu vody ve sladu pod 4 %, zastavení vegetačních pochodů při zachování požadované enzymové aktivity a vytvoření chuťových, barevných a oxidoredukčních látek, tvořící charakter sladu. Proces se provádí na hvozdech a rozděluje se na tři fáze. Růstová fáze probíhá do teploty 40 °C, při vlhkosti nad 20 % a v zrně při ní probíhají všechny vegetační pochody včetně růstu kořínků a strelky. Enzymová fáze probíhá při teplotách do 60 °C a vlhkosti pod 20 %. V zrně jsou již zastaveny vegetační pochody, enzymové reakce pokračují. Chemická fáze probíhá při teplotách nad 60 °C a při vlhkosti pod 10 %. V zrně dochází již jen k chemickým reakcím tvorby barevných, chuťových a oxidoredukčních látek (ČEPIČKA et. al., 1995).

Po hvozdění následuje odkličování sladu, při němž se slad zbaví kořínků, poškozených zrn a prachu, současně se dochladí a potom se uskladní do sladových

sil. Před expedicí je nutno na leštičce slad zbavit zbytků prachu, nečistot a oloupaných pluch (PROKEŠ, 2012).

4. Výroba piva

Výroba piva je rozdělena na tři hlavní výrobní úseky. Nejdříve dochází k výrobě mladiny, následuje výroba piva, která zahrnuje kvašení mladiny a dokvašování mladého piva pivovarskými kvasinkami a na závěr úprava a stáčení zralého piva do lahví nebo jiných transportních obalů (PELIKÁN, SÁKOVÁ, 2001).

4.1 Výroba mladiny

Výroba mladiny se skládá z těchto dílčích procesů: kondicionování a šrotování, vystírání a rmutování, scezování a vyslazování, chmelovaru. Poté je nutno mladinu upravit, aby byla připravena k zakvašení. Následuje odloučení hrubých kalů, chlazení mladiny, separace jemných kalů a provzdušnění (KADLEC et al., 2009).

- **Kondicionování a šrotování**

Šrotování předchází příjem, skladování a doprava sladu do šrotovny, při kterém je slad zbaven prachu a ostatních nečistot, odvážen a případně upraven kondicionováním (KOSARĚ et al., 2000).

Šrotování je mechanické rozdrčení endospermu sladu tak, aby byl získán optimální poměr jemných a hrubších částic při zachování celistvosti pluch, které jsou důležité jako filtrační materiál při scezování. Jemnost šrotu má vliv na činnost sladových enzymů. U jemnějších částic mají enzymy lepší přístup, ale příliš jemný šrot způsobuje ucpávání filtračních kanálků při scezování (PELIKÁN, SÁKOVÁ, 2001).

Složení šrotu zásadním způsobem ovlivní proces rmutování, scezování a varní výtěžek. Hrubá krupice se těžko rozpouští a pomalu zcukřuje. Zpracování hrubšího šrotu vyžaduje intenzivní, delší rmutování. Z tohoto důvodu má šrot obsahovat nízký podíl hrubé krupice a vysoký podíl jemné krupice. U šrotu pro scezovací kád' je snaha co nejméně poškodit pluchu a dobře vymlít endosperm zrna. Větší poškození pluch snižuje porozitu mláta a negativně ovlivňuje chuť piva. Pružnost pluch, a tedy i jejich odolnost proti poškození, stoupá s vlhkostí. Proto scezování ztěžují čerstvě odhvozděné a přesušené slady. Pluchy lze zvlácnit

kondicionováním vodou nebo párou. Endosperm musí zůstat suchý a křehký. Optimální přírůstek vlhkosti zrna je 1,3 – 1,5 % (KOSARĚ et al., 2000).

- **Vystírání a rmutování**

Smíchání sladového šrotu s vodou ve vystírací kádi nebo vystírací pánvi se nazývá vystírání. Této směsi se říká dílo nebo vystírka. Směs se začne pomalu zahřívát (rmutovat). Škrobová zrna obsažená v rozemletém sladu začínají při pomalém zahřívání bobtnat a přibližně při teplotě 52 °C z nich vzniká škrobový maz. Škrobový maz při teplotě 65 °C ztekucuje a při 72 – 75 °C zcukřuje (CHLÁDEK, 2007).

Rmutování slouží k rozštěpení a převedení extraktu do roztoku působením enzymů za postupného vyhřívání vystírky ve rmutovací kádi. Optimální rmutovací teploty jsou 55 - 60 °C a důležité je i optimální pH rmutu. To by nemělo klesnout pod 5,4, kdy se brzdí činnost α -amylasy. Při vyšších teplotách se inaktivuje β -amylasa, α -amylasa působí až do teploty 72 °C. U nás převažuje použití tzv. dekokčního rmutování, při kterém se dílčí rmuty povařují. Při infúzním způsobu je nejvyšší odrmutovací teplota a používá se u svrchně kvašených piv nebo při výrobě piva ze surogátů. Cílem rmutování je dokonalé zcukření škrobu – hotový rmut se neobarví roztokem jodu. Optimální štěpení dusíkatých látek ovlivňuje několik vlastností piva. Vysokomolekulární dusíkaté látky ovlivňují pěnovost, plnost a fixaci CO₂, nízkomolekulární mají význam pro optimální činnost kvasinek (PELIKÁN, SÁKOVÁ, 2001).

- **Scezování a vyslazování**

Cílem scezování je oddělení kapalně fáze – sladiny od pevně fáze – mláta. Scezování se provádí ve scezovací kádi, do které se vyrobené dílo z vystírací kádě přečerpá. Mláto sedimentuje na scezovací dno kádě a vytvoří vrstvu vysokou přibližně 20 - 30 cm, přes kterou začne protékat a čistit se sladina. První část sladiny je kalná a proto se vrací zpět potrubím do scezovací kádě nad vrstvu mláta. Sleduje se čirost a stupňovitost stékající sladiny do doby dosažení požadované čirosti. Po skončení stékání extraktu, tzv. předku obsahuje mláto ještě hodně cukru a proto je nutno jej vysladit, tj. prolít horkou vodou. Produktem vyslazování je výstřelek, jehož stupňovitost se měří sacharometrem. Vyslazování se opakuje, až dosáhne stupňovitost posledních výstřelků požadované hodnoty zpravidla 1 %. Poslední

výstřelky s nízkou stupňovitostí se nazývají patoky a většinou se vedou do odpadu (CHLÁDEK, 2007).

Optimální teplota vody na vyslazování je podle kvality sladu a intenzity rmutování 76 - 78 °C a optimální teplota odcházejících výstřelků 75 – 77 °C. Při vyšší teplotě je nebezpečí, že vylouhované zbytky škrobu již nebudou zcukřeny. Naopak nižší teplota vody zpomaluje scezování. Celková doba stékání předku a vyslazování je 3 - 3,5 hodiny (KOSAŘ et al., 2000).

- **Chmelovar**

Cílem chmelovaru je inaktivace enzymů a koagulace bílkovin s polyfenolovými látkami sladu a chmele, převedení hořkých látek chmele do mladiny a sterilizace a zahuštění mladiny. K zahuštění dochází varem v mladinovém kotli po dobu 90 – 100 minut, kdy se odpaří 8 – 10 % celkového objemu mladiny. Během chmelovaru probíhají izomerační reakce chmelových α -hořkých kyselin, kdy vznikají hořké produkty iso- α -hořké kyseliny. Organoleptické vlastnosti a koloidní stabilitu piva ovlivňuje lom mladiny, který je dán mírou koagulace vysokomolekulárních látek. Lom mladiny má význam i pro průběh kvašení, čiření, dokvašování a filtraci. Při nedokonalém lomu se tvoří předčasně koloidní zákaly a způsobují bílkovinnou hořkost piva (PELIKÁN, SÁKOVÁ, 2001).

Při tradičním chmelovaru je pro hlávkový chmel dostačující doba pro rozpuštění a izomeraci α -hořkých kyselin 90 – 120 minut. Při používání různých druhů hlávkového chmele se nejdříve dávkuje vysokoobsažné chmele a jemné aromatické chmele se přidávají ke konci varu. Pro granulovaný chmel stačí doba pro rozpuštění 70 – 90 minut, pro chmelový extrakt 90 minut, při nízkotlakém varu (do 110 °C) stačí 15 – 20 minut, při vysokotlakém (140 °C) pouze 2 – 3 minuty, ale problematické je dosažení požadovaného chmelového aroma. Chmelení se provádí v jedné, dvou nebo třech dávkách (BASAROVÁ et al., 2010).

- **Chlazení mladiny**

K chlazení mladiny se používají uzavřené vířivé kádě, kde při teplotách nad 60 °C dochází k usazování hrubých kalů, s následujícím dochlazením mladiny v deskových protiproudých výměnících tepla na zákvasnou teplotu 5 až 7 °C. Před zakvašením se mladina ještě sytí za sterilních podmínek kyslíkem, který je nezbytný

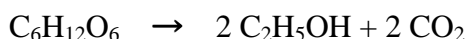
pro činnost kvasinek. Vyráběná mladina musí svou koncentrací extraktivních látek odpovídat vyráběnému pivu (ČEPIČKA et al., 1995).

4.2 Kvašení a zrání piva

K výrobě piva se používají dva druhy kvasinek. Kvasinky svrchního kvašení (*Saccharomyces cerevisce*) - pro výrobu piva typů „ale“, „porter“, „stout“, teplota kvašení je v rozsahu 20 – 24 °C, po ukončení kvašení jsou oxidem uhličitým vynášeny na hladinu. Kvasinky spodního kvašení (*Saccharomyces carlsbergensis*) – pro výrobu piva plzeňského typu, teplota kvašení je v rozsahu 8 – 14 °C, po ukončení kvasného procesu usedají na dno kvasných nádob (CHLÁDEK, 2007).

- **Hlavní kvašení**

Nejdůležitějším dějem hlavního kvašení je přeměna zkvasitelných cukrů mladiny (glukosa, maltosa, maltotriosa) na etanol a oxid uhličitý procesem anaerobního kvašení:



Cílem kvašení mladiny je i vznik sensoricky aktivních vedlejších produktů kvašení důležitých pro chuťový charakter piva. V průběhu hlavního kvašení se vytvoří přibližně ¾ všech sensoricky aktivních látek. Mezi ně patří vyšší alkoholy, estery, aldehydy, vicinální diketony, volné mastné kyseliny, organické kyseliny a další. Tradiční hlavní kvašení probíhá v kádích na spilce. To je větratelná místnost (zabránění hromadění CO₂) o teplotě 5 - 10 °C. Celková doba hlavního kvašení je zpravidla 6 – 10 dní podle hodnoty původního extraktu mladiny. Po odčerpání mladého piva se kvasinky usazené na dno kádě sbírají, propírají se studenou vodou a mohou se opakovaně nasadit na zakvašení mladiny (KADLEC et al., 2009).

Cylindrokónické tanky (CKT) představují v současnosti nejrozšířenější zařízení na úseku kvašení a dokvašování piva. CKT jsou válcové nádoby s horní částí zvanou dóm a s kuželovým dnem vyrobené z korozivzdorné oceli (BASARŮVÁ et al., 2010).

- **Dokvašování a zrání piva**

Dokvašování a zrání mladého piva se provádí v ležáckém sklepě, kde pivo při teplotách 1 - 3 °C velmi pozvolna dokvasí, čiří se, zraje a sytí se pod tlakem

vznikajícího oxidu uhličitého v uzavřených ležáckých tancích. Doba ležení závisí na typu piva (ČEPIČKA et al., 1995).

4.3 Závěrečné úpravy piva

Po ukončení dokvašování a zrání se pivo z hlediska organoleptických vlastností považuje za hotové. Závěrečné úpravy se provádí s cílem vyhovět spotřebitelským požadavkům na vzhled, trvanlivost a obchodovatelnost výrobku (KADLEC et al., 2009).

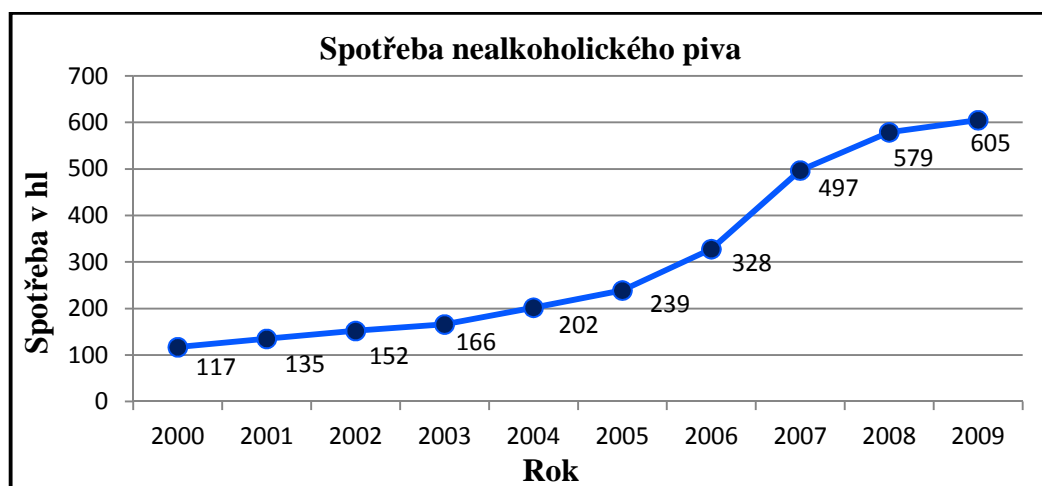
Hotové pivo není zcela čiré, proto se musí pro zvýšení trvanlivosti přefiltrovat pomocí filtrů, aby se odstranily zbytky kvasnic a bílkovin. Lahvové pivo se většinou pasteruje, aby déle vydrželo. Nepasterované pivo má kratší trvanlivost – asi 3 měsíce. Pasterizace je proces, při němž se pivo zahřeje na teplotu kolem 65 °C. Cílem pasterace je zničení případných mikroorganismů a prodloužení trvanlivosti až na 6 měsíců. Pokud má pivo vydržet déle než 6 měsíců, stabilizuje se chemickými stabilizátory. Šetrnější forma pasterizace je mikrofiltrace. Při nízké teplotě 2 °C se filtruje přes speciální mikrobiální filtr. Metoda je šetrnější k pivu, protože nemění jeho vůni, barvu ani chuť (VEČERKOVÁ, KISS, 2007).

Konečnou fází výroby je stáčení piva do transportních a spotřebitelských obalů. Požadavky na stáčení piva jsou zamezení ztrát CO₂, zamezení styku piva s kyslíkem (stáčí se pod tlakem CO₂) a dokonalá sanitace všech zařízení přicházejících do styku s pivem. V ČR je podíl piva plněného do malých transportních obalů (lahve, plechovky) zhruba 50 % celkového výstavu. V posledních letech se rozšiřuje plnění piva do plastových nevratných obalů (KADLEC et al., 2009).

5. Nealkoholické pivo a způsob přípravy nealkoholického piva

Odlišení nealkoholického piva ve světě není jednotné. V zemích Evropské unie je jako nealkoholické pivo označován výrobek s obsahem alkoholu do 0,5 % obj. V USA a obdobně v Kanadě nesměly výrobky pod 0,5 % alkoholu nést název pivo, ale musely být označovány jako lehký sladový nápoj (light malt beverage). V Japonsku jsou tato piva označována jako nápoj podobný pivu či chutnající jako pivo (beer taste drink) (BASAROVÁ et al., 2010).

V posledních letech je zaznamenán nárůst ve spotřebě nealkoholického piva. To je způsobeno především ze zdravotních a bezpečnostních důvodů na pracovišti, na silnicích, ale i přísnějšími společenskými předpisy. Spotřebitelé jsou ochotni konzumovat nealkoholické pivo, pokud se svými organoleptickými vlastnostmi podobá konvenčním typům piv (SOHRABVANDI et al., 2010). Spotřeba nealkoholických piv v ČR je zobrazena v následujícím grafu.



Graf 1 - Vývoj spotřeby nealkoholických piv v ČR v letech 2000-2009 (VESELÝ, 2010).

V současnosti se při výrobě nealkoholických a nízkoalkoholických piv uplatňují převážně tři skupiny výrobních postupů. Přerušení nebo omezení kvašení, následné odstranění alkoholu z piva získaného obvyklou metodou kvašení a použití mutantních nebo jinak upravených kmenů pivovarských kvasinek (SELECKÝ, ŠMOGROVIČOVÁ, 2007).

Při použití receptury omezující tvorbu alkoholu během výroby piva vznikají piva ekonomicky méně náročná, ale mohou vykazovat určité příchutě, např. mladinovou a jsou náchylná k možné kontaminaci. Procesy využívající speciální kvasinky či jiné mikroorganismy jsou již ekonomicky náročnější kvůli nákladům na přípravu speciálních variant mikroorganismů a obtížně se zajišťují i organoleptické vlastnosti blízké běžným pivům. Výrobní postupy založené na principu oddělování alkoholu z piva jsou energeticky i investičně náročnější, protože vyžadují poměrně drahá speciální zařízení na redukci alkoholu. Touto metodou se však dají z hlediska organoleptického vyrobit piva velmi podobná běžným pivům (BASAROVÁ et al., 2010).

5.1 Postupy s úpravou technologie

Postupy s úpravou technologie nevyžadují žádná speciální zařízení pro odstranění alkoholu. Piva, která jsou připravená těmito postupy, mají často vyšší plnost, jsou sladší a proniká v nich mladinový charakter (BASAROVÁ et al., 2010).

○ **Speciální slady s nízkou aktivitou β -amylasy a úpravy rmutovacího postupu**

Zkvašování mladiny s nízkým obsahem sacharidů, který se zajistí použitím sladů s nízkou aktivitou β -amylasy. Zakvašuje se mladina ochlazená na nízkou teplotu 3 – 3,5 °C a při krátkém kvašení se nechá teplota vystoupit nejvýše na 6 °C. Poté se směs rychle ochladí k 0 °C a pivo zůstává na kvasnicích ležet při nízké teplotě, aby se obohatilo o typické buketní látky, ale neprokvašovalo. Následuje filtrace a stabilizace, při které se snižuje obsahu koloidů typu polypeptidů a polyfenolů. Ty u stáčeného piva způsobují nebiologické zákaly. Po filtraci se pivo nasatí oxidem uhličitým, stočí se a pasteruje. Tento postup se v českých pivovarech uplatňuje při výrobě piva PITO (BASAROVÁ, 2005).

První nealkoholické pivo PITO bylo vyrobeno v roce 1975. Technologické zkoušky proběhly v tehdejších jihočeských pivovarech v závodu Samson a praktická výroba byla zahájena v Budvaru způsobem, který navrhl pražský Výzkumný ústav pivovarský a sladařský. Jednalo se o řízené kvašení piva s nízkým původním extraktem. Tímto způsobem se vyrábí nealkoholické pivo Budweiser Budvar dodnes (Budějovický Budvar, n. p.).

○ **Výroba z mláta**

Mláto se nejdříve extrahuje vodou nebo se podrobí kyselé hydrolyze. Mladina s obsahem extraktu asi 7,6 % se pak vaří 90 minut s chmelem. Obsah izosloučenin je 6 – 10 mg/litr piva. Mladé pivo se po prokvašení nechá asi 14 dní dokvašovat. Hotový výrobek obsahuje asi 1 % alkoholu (BASAROVÁ et al., 2010).

○ **Míchání piva s nezkvašenou sladinou nebo mladinou**

Smícháním piva s nezkvašenou sladinou nebo mladinou dochází k „naředění“ koncentrace alkoholu. Tato směs pak několik týdnů leží na kvasnicích při nízké teplotě, která omezuje metabolismus kvasnic (BASAROVÁ, 2005).

VEČERKOVÁ a KISS (2007) uvádí, že piva vyrobená touto metodou jsou chuťově dost prázdná, mají vodovou chuť a mohou obsahovat zřetelně sladké tóny.

○ **Oddělené zakvašení dvou mladin s různou koncentrací extraktu**

Oddělené zakvašení dvou mladin různých koncentrací a následné smíchání podílů mladého piva z obou várek v poměru, který zajistí požadovanou redukovanou hodnotu etanolu v konečném výrobku. Barrel Patent, pocházející z Anglie, je založen na tomto principu (BASAROVÁ, 2005).

○ **Zastavení nebo omezení kvašení**

Nejpoužívanější metodou na výrobu nealkoholických piv je tzv. limitovaná fermentace. Je to modifikace normálního fermentačního procesu, při kterém dochází k nízké produkci etanolu. Na rozdíl od limitované fermentace, při které je potlačován metabolismus kvasinek, při „zastavené“ nebo „stop“ fermentaci jsou kvasinky odstraněny z mladého piva před ukončením kvašení. K aplikaci metody nepotřebujeme žádnou mimořádnou technologii, pouze citlivou kontrolu celého procesu (SELECKÝ, ŠMOGROVIČOVÁ, 2007).

Během procesu fermentace vznikají vedlejší produkty - vyšší alkoholy a estery, které mají přispět k celkové chuti a vůni piva. Z důvodu přerušení procesu kvašení mohou nealkoholická piva vyrobená touto metodou postrádat plnost chuti a říz (CATARINO, MENDES, 2011).

Metoda využívá zahřátí kvasícího média ve výměníku na krátkou dobu, inhibiční účinek tlaku a nízkou teplotu kvašení na množení a metabolismus kvasinek. Nižší tvorba alkoholu je zajištěna kvašením mladiny nasycené oxidem uhličitým nebo kvašením za aerobních podmínek podporujícím růst biomasy na úkor kvasného procesu. U této metody je nutné pečlivě vybírat suroviny a kmen kvasinek, upravit varní proces a kontrolovat fermentační podmínky (BASAROVÁ et al., 2010).

Při výrobě nealkoholických piv lze předpokládat určité změny sensorického profilu, jejichž význam je nutno omezit. Zejména při přerušovaném kvašení nedochází k přirozenému poklesu pH, a proto je nutné okyselování mladiny. Dále je potřeba dosycovat hotové pivo, protože obsah CO₂ není zaručen. Souborem technologických opatření, kterými jsou volba kvasničného kmene, složení surovin, promývání CO₂ atd., lze zabránit mladinové chuti. Mladinová chuť vzniká

v důsledku nedostatečné redukce obsahu některých látek způsobujících nezralou vůni a chuť (KOSARĚ et al., 2000).

5.2 Postupy se speciálními pivovarskými kvasinkami

Postupy s geneticky upravenými kvasinkami, s imobilizovanými kvasinkami nebo speciálními mikroorganismy využívají skutečnosti, že tvorbu etanolu lze omezit přerušováním styku imobilizovaných kvasinek se substrátem (BASAROVÁ et al., 2010).

K technicky náročným patří imobilizace kvasinek, která umožňuje regulovat dobu styku mladiny s kvasinkami, a tím i míru zkvašování sacharidů za tvorby etanolu. Pro tento způsob musí být mladina předem vyčeřena, aby pevné částice nezapadly do imobilizovaného biosystému. Nerozpustné nosiče s navázanou či jinak zachycenou kvasinkovou populací (v pivovarství nejčastěji alginátové pelety) se postupně aplikují do mladiny v kvasné nádobě. Následuje zrání piva při nízké teplotě a další běžné závěrečné úpravy (BASAROVÁ, 2005).

Při výrobě nealkoholického piva můžeme použít také kvasinky *Sacharomyces cerevisiae*. NAVRÁTIL et al. (2002) porovnávali po fermentaci základní parametry piva při využití nerekombinantních kmenů kvasinek s defektem syntézy enzymů v citrátovém cyklu se standardními druhy pivovarských kvasnic. Pivo připravené z mutantních kvasinkových buněk bylo charakterizováno nižší hladinou alkoholu v koncentraci 0,07 – 0,31 % objemových. Z vyprodukovaných organických kyselin byla dominantní kyselina mléčná. Kyselina mléčná vykazovala silný ochranný účinek na mikrobiální stabilitu konečného výrobku, proto může být její obvyklé přidání vynecháno. Použití kvasinkových mutantních buněk pro výrobu nealkoholického piva je dobrou alternativou klasických metod.

SELECKÝ et al. (2005) se také zabývali možností přípravy nízkoalkoholického piva pomocí pivovarských kvasinek *Saccharomyces cerevisiae*. Mutantní kvasinky produkují do mladiny organické kyseliny, čímž dochází ke snížení pH a k inaktivaci enzymů zodpovědných za tvorbu etanolu (alkoholdehydrogenázy a pyruvátdekarboxylázy). Nízké pH souvisí s nízkým obsahem alkoholu. Organické kyseliny mohou překrýt prázdnotu a mladinovou chuť, která je těmto pivům vyčítána. Nevýhodou je slabá pěnivost, která vyplývá z nedostatku oxidu uhličitého a chybějící říz.

Dále byly zkoušeny postupy výroby nízkoalkoholických piv s náhradou pivovarských kvasinek jinými mikroorganismy. Byl použit kmen *Saccharomyces ludwigii*, který zkvašuje glukosu, fruktosu a sacharosu, ale nezkvašuje maltosu (hlavní pivovarský cukr v mladině), ani maltotriosu. Nízkou hladinu alkoholu můžeme také zajistit použitím jiných mikroorganismů než pivovarských kvasinek v kombinaci s mladinou, která má výběrem surovin a úpravou technologického postupu nízký obsah sacharidů. Nicméně může docházet k významným sensorickým rozdílům proti běžnému druhu piva. V poloprovozních podmínkách bylo také vyzkoušeno použití okyselené mladiny a definovaného kmene *Lactobacillus* jako vhodného substrátu pro výrobu nízkoalkoholických piv (BASAŘOVÁ et al., 2010).

V České republice se vyrábí pomocí speciálního druhu kvasinek nealkoholické pivo Birell. Speciální kvasinky „Birell“ se od klasických liší tím, že produkují jen velmi malé množství alkoholu. Délka kvasného procesu je přibližně stejná jako při vaření alkoholického piva. Vyrobené pivo obsahuje minimum alkoholu, ale díky délce kvašení se zároveň může chlubit vlastnostmi tradičního českého piva – plností chuti, řízem i příjemnou hořkostí. Kvasinky nejsou geneticky upravované, ale skutečně vyšlechtěné. Původ těchto kvasinek je ve Švýcarsku, kde už od roku 1962 vaří pivo za použití speciálních druhů kvasinek, které dovolují nepřerušovat kvasný proces. Pivovar Radegast si speciální druh kvasinek přivezl v roce 1991 a začal poprvé vyrábět nealkoholické pivo s jejich použitím (*Radegast Birell, 2012*).

5.3 Technologie používající speciální zařízení na odstraňování alkoholu

Nealkoholická piva se v převážné míře vyrábějí odstraněním alkoholu za použití vakuové destilace. Tato technologie tepelně zatěžuje produkt a přispívá ke zhoršení vůně a chuti vyrobených piv. Reverzní osmóza představuje šetrnější způsob dealkoholizace a zároveň získáváme piva uspokojivé kvality (SELECKÝ, ŠMOGROVIČOVÁ, 2007).

Při odpařování, vakuové destilaci a reverzní osmóze dochází současně s odstraněním alkoholu k zahuštění piva. Proto se po skončení procesu odalkoholizované pivo naředí vodou na původní koncentraci. Voda nesmí obsahovat kyslík, který zhoršuje fyzikálně - chemickou i sensorickou kvalitu piva. Používá se tedy odplyněná voda dodatečně nasycená oxidem uhličitým (kromě odplynění se tak

odstraní i dusičnany), k jejíž přípravě lze použít membránovou techniku. Pivovary mohou toto zařízení používat i pro řešení problémů s vyšší hladinou dusičnanů ve varní vodě (BASAŘOVÁ et al., 2010).

○ **Odpaření alkoholu**

Pro odpaření alkoholu z piva za atmosférických podmínek se např. přidá 30 % podílu vody k normálnímu pivu v chmelové mladinové pánvi a směs se povaří. Naředění zajišťuje zachování hodnoty původní koncentrace mladiny po odpaření etanolu, ale může mít za následek i zvýšení barvy, ztráty hořkých látek a změnu chuti. Po ochlazení se k takto upravenému pivu přidají kroužky (BASAŘOVÁ et al., 2010), tzn. přidání menšího množství čerstvě rozkvašené mladiny (MAIER, 2006).

Odpaření s klesajícím filmem se provádí v trubkových odparkách, které mají 4 - 5 kolon, kde se pivo vyhřívá nejvýše na 45 °C. Ve spodní části kolony kondenzuje částečně dealkoholizované pivo a destilát se vede spojovací trubicí z kolony do separátoru, kde se oddělí pára obsahující alkohol od dealkoholizovaného piva, které kondenzuje. Snížení obsahu alkoholu v pivu až na 0,03 % obj. lze docílit opakovaným postupem (BASAŘOVÁ et al., 2010).

○ **Vakuová destilace**

Pivo se v deskovém výměníku vyhřeje na 45 °C a převede se do destilátoru (stripperu) aromatických látek, což je nádoba, v níž se při nižší teplotě koncentrují snadno těkavé látky z chmele a sladu, které jsou důležité pro pivní buket. Ty se při nízké teplotě rychle odpaří a soustředí se v rekombinačním tanku. Pivo ze stripperu se převede do vakuové sekce odparky. Zde se při teplotě asi 40 °C odpaří etanol a odchází do kondenzátoru. Dealkoholizované pivo se ochladí na deskovém výměníku na 0 - 1 °C, přidají se k němu dříve odpařené snadno těkající látky, naředí se odplyněnou vodou na původní koncentraci a provedou se další běžné úpravy (BASAŘOVÁ, 2005).

Pivovar Černá Hora vyrábí kromě piva také pivovici (pivní destilát), proto začali uvažovat o této technologii z důvodu využití obou finálních produktů. Bylo navrženo zařízení schopné vyrobit cca 5000 hl nealkoholického piva ročně, maximální kapacita po doplnění linky dosáhne téměř 10 000 hl. Zajímavá je problematika sensoricky aktivních těkavých látek (esterů, nižších mastných kyselin, vyšších alifatických a aromatických alkoholů). Oproti nealkoholickým pivům

vyrobeným metodami zkráceného kvašení je v pivu vyrobeném vakuovou destilací zachováno spektrum vyšších alkoholů, v podstatě odpovídající původnímu pivu. K logickému snížení došlo u obsahu esterů, které byly z větší části oddestilovány společně s alkoholem (POTĚŠIL, ZEDEK, 2008).

○ **Membránové techniky**

Redukce etanolu v pivu pomocí membránových technik se v provozu používá za různých tlakových podmínek. V podstatě se jedná o reverzní osmózu a dialýzu. Principem je oddělení látek určité molekulové hmotnosti, speciálně etanolu, jenž projde póry membrány. Ostatní látky z extraktu, důležité pro chuť a aroma piva, mají vesměs větší molekulovou hmotnost než etanol a zůstávají v pivu zachovány. Jedním z postupů je **reverzní osmóza**. Při tangenciálním nátoku piva (tzv. cross flow) projdou membránou malé molekuly, především etanol a voda, která se doplňuje přítokem odplyněné diafiltrační vody. Při snížení obsahu etanolu v pivu ze 4 % na 0,5 % je spotřeba diafiltrační vody přibližně 2 - 3 hl na 1 hl piva. Zahuštěné pivo postupuje do sběrného zásobníku, kde se naředí odplyněnou vodou na původní koncentraci a provedou se další běžné technologické operace (BASAROVÁ, 2005).

Při **dialýze** se etanol odděluje průchodem membránou do dialyzátu na základě vyrovnávání rozdílných koncentrací. Na jedné straně membrány protéká odsolená voda a opačným směrem cirkuluje pivo. Póry membrány (např. vlákna celulosy) propouštějí hlavně molekuly vody a etanol. Alkohol přechází z piva do dialyzátu do té doby, než se docílí vyrovnání koncentrace obou stran membrány. Dialyzát se průběžně odvádí a odparem se z něj odstraňuje etanol. Poté se vrací zpět do dialyzačního zařízení. S použitím rektifikační kolony lze z dialyzátu oddělit i frakce, které obsahují buketní látky. Ty se mohou dávkovat zpět do piva. Proces se opakuje, dokud se nedocílí potřebného snížení obsahu alkoholu v pivu. Teploty během procesu se pohybují od 1 do 6 °C. Z důvodů velkých rychlostí proudících kapalin, dochází k zahřívání piva, které se musí zpětně ochladit (BASAROVÁ et al., 2010).

Postup je vůči pivu velmi šetrný a nedochází k žádným změnám barvy ani pivního extraktu. Ztráty oxidu uhličitého jsou však větší, i když si pivo zachovává původní koncentraci a nemusí se ředit (BASAROVÁ, 2005).

- **Extrakce alkoholu oxidem uhličitým**

Další možností přípravy nealkoholických piv je extrakce alkoholu oxidem uhličitým při různých teplotách a tlacích. Kritický bod je 31 °C a 7,3 MPa. Proces je podobný extrakci aromatických látek.

- **Nanofiltrace**

Nanofiltrace filtrační přepážkou s definovanou velikostí pórů umožňuje selektivně oddělit malé molekuly a je jedním z vývojových trendů k odstraňování alkoholu z piva při zachování původní koncentrace extraktivních látek. Je to proces mezi ultrafiltrací a reverzní osmózou (BASAROVÁ et al., 2010).

6. Hodnocení kvality piva

Výrobci piva musejí senzoričtými vlastnostem vyrobeného piva věnovat mimořádnou pozornost. Produkt musí být všestranně kvalitní, musí odpovídat požadovaným vlastnostem a hlavně musí spotřebiteli chutnat. Z tohoto důvodu je senzoričtá analýza nedílnou součástí hodnocení piva (ČEJKA, 2012).

Jakost je souhrnem užitkových vlastností výrobku, které určují jeho schopnost uspokojit stanovené nebo předpokládané potřeby uživatele (PELIKÁN, SÁKOVÁ, 2001).

6.1 Senzorické hodnocení piva

Senzoričtí analýzou rozumíme hodnocení potravin bezprostředně našimi smysly, včetně zpracování výsledků lidským centrálním nervovým systémem. Analýza probíhá za takových podmínek, kdy je zajištěno objektivní, přesné a reprodukovatelné měření (POKORNÝ et al., 1999).

Při hodnocení piva se provádějí zkoušky smyslové (senzoričtí) a zkoušky chemické a fyzikálně chemické. V rámci senzoričtých zkoušek probíhá hodnocení pěnivosti, průzračnosti, hořkosti, vůně a chuti piva. Chemické a fyzikálně chemické zkoušky zahrnují hodnocení alkoholu, extraktu, původní stupňovitosti, kyselosti, barvy, oxidu uhličitího a trvanlivosti (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

Dosud bylo v pivu nalezeno přes tisíc různých látek, které mohou být senzoričtí aktivní. Důležitým pojmem je prahová hodnota, což je koncentrace, od níž chuť nebo vůně člověk rozpoznává. Člověk rozeznává čtyři základní chuti, a to sladkou, slanou, hořkou a kyselou. Někdy se mezi ně řadí ještě chuť umami

(vyskytuje se v asijské kuchyni a jejím reprezentantem je glutamát sodný), popřípadě i kovová a trpká. Existují však názory, že tyto vjemy jsou kombinací čtyř původních základních chutí (ČEJKA, 2012).

Při provádění sensorické analýzy se používají tyto smysly:

- Smysl chuťový

Sídlo chuťového smyslu je v ústní dutině, a to na jazyku, v zadní části měkkého patra, na jazylce a v horní části hltanu. Chuťový receptor zahrnuje celou skupinu speciálních receptorů, pro každou základní chuť je samotný receptor. Chuťový smysl se výrazně uplatňuje při kompletním vnímání v ústech (jako součást tzv. flavoru – sdružený vjem chuti a vůně). Je nejdůležitější stránkou sensorického posouzení.

- Smysl čichový

Čichové receptory jsou umístěny ve sliznici stropu nosní dutiny a horních skořep. Vůně je vlastnost látek vnímaná nadechnutím do nosní dutiny nebo do ústní dutiny a způsobující jiný než chuťový, hmatový nebo zrakový vjem. Při hodnocení potravin se čichový smysl uplatňuje jako složka kompletního vjemu flavoru (hodnocení potravin v ústní dutině). Podíl čichového smyslu se nazývá aroma.

- Smysl zrakový

Zrakové hodnocení je při sensorické analýze velmi důležité, jelikož se člověk do značné míry orientuje zrakem. Podle zrakového posudku se často zákazník rozhoduje o koupi výrobku a spotřebitel o jeho konzumu. Zrakem rozpoznáme barevný tón, intenzitu a sytost zbarvení. Sídlem zrakových receptorů jsou oči.

- Smysl sluchový

Pro sensorické hodnocení potravin mají význam určité křupavé zvuky, které jsou asociovány s křehkostí a čerstvostí. Při sensorické analýze piva nemá tento smysl význam.

- Smysly hmatové

Při sensorické analýze používáme hmatového smyslu k hodnocení textury potravin. U nápojů je konzument zvyklí na určitou hustotu. Pokud má menší hustotu, může nám připadat řidší, vodovější (POKORNÝ et al., 1999).

Výběr degustátorů

Každý hodnotitel musí splňovat fyzické, psychické a odborné předpoklady. Fyzické předpoklady jsou z velké části vrozené a stárnutím člověka se mění. Zjišťují se sensorickými zkouškami (ČEJKA, 2012).

Hodnotitel je podroben zkouškám citlivosti chuti, čichu, zraku, popřípadě hmatu. U zkoušek chuti je zjišťována schopnost hodnotitelů rozlišovat základní chutě, tj. sladkou, kyselou, slanou, hořkou, trpkou, kovovou, umami a schopnost určit tyto chutě i v nízkých koncentracích. Dále schopnost hodnotitele opakovaně správně určit chuť téhož vzorku i kombinaci chutí dvou nebo tří vzorků a schopnost překonávat únavu smyslových orgánů. Hodnotitel si musí zapamatovat i intenzitu vybraných ukazatelů. U zkoušek čichového smyslu je prověřována schopnost vybrat si konkrétní vůni, popsat a rozlišit ji. Při zkouškách zraku je důležité rozlišit barevné tóny, intenzitu zbarvení nebo zákalu (JAROŠOVÁ, 2001).

V degustační komisi by měla být zakázána účast silným kuřákům a osobám se sklonem k alkoholismu i těm, co vypijí více než dva litry piva denně (ČEJKA, 2012).

Vzorek a teplota vzorku

Teplota vzorku při degustaci by se měla pohybovat mezi 9 – 11 °C. Před degustací by mělo být pivo vychlazené na teplotu 7 – 9 °C, protože během přípravy vzorku dojde k mírnému zvýšení teploty. Při nižších teplotách nelze dobře rozeznat především cizí chutě a vůně a při vyšších teplotách se objevují složky cizích chutí a vůní, které by při definované degustační teplotě nebyly zaznamenány (HRABÁK, 2001).

Pro sensorické hodnocení piva postačí asi 100 – 150 ml vzorku piva ve sklenici, která je plná pouze z poloviny. Chvilku se vyčká, až se nad hladinou zkoncentruje aroma piva. Pivo má vonět po svých surovinách, tedy po sladu a chmelu. U piva českého typu je ještě přípustná slabá ovocná a kvasničná složka vznikající při kvašení. Všechny ostatní vůně se označují jako cizí. V této podobě se

vzorkem nemíchá, aby se neporušila nasycenost piva oxidem uhličitým. Poté se hodnotí chuť. Z prvního doušku se hodnotí říz piva, z druhého doušku plnost a z třetího hořkost. U hořkosti se hodnotí její intenzita, jemný nebo drsný charakter a délka doznívání. U tmavých piv se stanovuje intenzita sladké, karamelové nebo pražené chuti. Přítomnost cizích složek se hodnotí u vůně i u chuti (ČEJKA, 2012).

Vzorčky mají být degustovány v sériích po čtyřech až šesti vzorcích. Degustace trvá cca 60 minut. Poté následuje 15 – 30 minutová pauza na regeneraci chuťových buněk a psychický odpočinek. Degustační komise by měla pracovat pravidelně (HRABÁK, 2001).

Degustační sousto

Pro degustaci piva slouží jako degustační sousto (neutralizátor chuti) salám, sýr nebo pečivo. Salám musí být nekořeněný, měl by být méně slaný a vysoce homogenizovaný. Sýr by měl být nekořeněný a nearomatizovaný. Pečivo by mělo být nesolené. Ze slaného pečiva musíme sůl před degustací odstranit. Rohlíky a housky jsou vhodnější než chléb. Pro každého degustujícího by mělo být k dispozici asi 100 g salámu, 50 g sýra a 2 rohlíky na 4 – 6 vzorků (HRABÁK, 2001).

6.2 Smyslové vlastnosti piva

Mezi základní smyslové (organoleptické) vlastnosti piva patří barva a čírost, pěnivost, vůně a chuť piva (KOSARĚ et al., 2000).

Chuť je dána typem piva. Každý sensorický vjem je vlastně kombinací chuti a vůně a oba tyto vjemy jsou vnímány společně. Chuť a vůně světlého piva českého typu má být čistá, zaokrouhlená, plná a řízná. Hořkost může být jemná až silná, podle druhu a místních zvyklostí. Tmavá piva by měla být nasládlá s výraznější karamelovou složkou. Hořkost bývá méně výrazná než u světlých piv.

Vůně piva rozhoduje o prvním dojmu, který si spotřebitel o pivu udělá. Celková vůně piva českého typu má být slabá až střední a měla by být sladěna v harmonický celek tak, aby žádná vůně z piva nevynikala. Každé pivo má svou charakteristickou vůni.

Plnost chuti piva je dána pocitem hutnosti, kdy se uplatňují hmatové receptory v ústní dutině. Patří mezi nejdůležitější chuťové vlastnosti piva. Na plnosti chuti se podílejí vysokomolekulární bílkoviny a některé další vysokomolekulární látky, částečně přispívá i alkohol. Pivo českého typu má mít střední až silnou plnost. Piva s nízkou plností jsou označována jako prázdná.

Říz chuti piva je způsoben uvolňováním bublinek oxidu uhličitého v ústní dutině při napití. Má osvěžující účinek. Piva českého typu mají mít silný říz.

Hořkost piva je dána hlavně obsahem iso- α -hořkých kyselin. Při hodnocení hořkosti se rozlišuje intenzita hořkosti (intenzita prvního vjemu po napití), charakter hořkosti (vyjadřuje doznívání hořké chuti v ústní dutině po napití). U piva českého typu má být střední až silná intenzita hořkosti a mírně drsný až drsný ulpívající charakter (KOSAŘ et al., 2000).

Na hořkost má vliv mnoho činitelů: typ chmele, délka chmelovaru, teplota během kvašení, přítomnost tmavých sladů, alkalita vody, filtrace. Vysoká teplota a rychlost fermentace vedou ke snížení hořkosti. Hořkost snižuje také filtrace (GHASEMI-VARNAMKHAŠTI et al., 2012).

Všechny složky chuti by měly být v rovnováze a pivo by mělo u konzumenta vzbuzovat chuť k dalšímu napití (KOSAŘ et al., 2000).

Zhoršení chuti u piva je přičítáno oxidačním procesům probíhajícím v pivu. Změny chuti, které nastanou v průběhu zrání piva, hrají rozhodující roli v kvalitě hotového výrobku. Během procesu zrání se chuť zlepšuje a k tvorbě nežádoucí příchutě dochází během skladování piva. Stárnutím piva dochází ke snížení hořké chuti (ta je u piva žádoucí) a zvýšení sladké chuti (ARON, SHELLHAMMER, 2010). Dále se zhoršuje čírost piva, barva se mění ze zlatavé do červená a u velmi starých piv až do hněda, obvykle také klesá pěnivost a zejména se zhoršuje vůně a chuť piva (VELÍŠEK, HAJŠLOVÁ, 2009).

Během skladování ztrácí pivo své charakteristické sensorické vlastnosti a získává dříve nebo později tzv. starou chuť. Stárnutí piva je většinou spojováno s enzymovými a neenzymovými oxidačními reakcemi, při kterých se uplatňují aktivní

formy kyslíku. Nejznámějšími reakcemi tohoto typu jsou Streckerovo odbourávání aminokyselin, melanoidinové oxidace vyšších alkoholů, Fentonova reakce, fotooxidační reakce a oxidace vyšších alkoholů za přítomnosti polyfenolů (VESELÝ et al., 2001). Výskyt každé reakce závisí na typu piva, skladovací teplotě a rozpuštěném kyslíku. Hladina kyslíku v hotovém pivu do $\leq 50 \mu\text{g L}^{-1}$ by měla zabránit většině nežádoucích účinků na chuť a koloidní stabilitu (ARON, SHELLHAMMER, 2010).

V posledním desetiletí bylo zveřejněno několik studií zabývajících se aplikací elektronických jazyků při sledování chuti u nealkoholického piva. Analytické nástroje mají vysoký potenciál uplatnění v pivovaru – v blízké budoucnosti by mohly dohlížet na chuť nealkoholického piva (GHASEMI-VARNAMKHASTI et al., 2011).

Kruhové schéma

Společná pracovní skupina EBC, American Society of Brewing Chemists a Master Brewer's Assotiation of the Americas vypracovala Mezinárodní systém popisných termínů objektivního sensorického hodnocení piva, neboť pivovarská sensorika se neobejde bez jednoznačné terminologie. Systém tvoří kruhové schéma a podrobná tabulka, která přesně definuje všechny vůně a chuti, popisuje je a uvádí příklady a vysvětlení. Systém obsahuje více než sto cizích vůní a chutí, které se mohou v pivu vyskytnout (ČEJKA, 2012).

Z technologického hlediska je důležité rozeznat vůně a chuti typických sloučenin (např. biacetylu, nonenalu, sulfanu, dimethylsulfidu), což může významně přispět k nalezení příčin nežádoucích příchutí v pivu. Je užitečné přidávat tyto základní sloučeniny k vlastnímu pivu ve zvýšené koncentraci a sledovat změny vůně a chuti (BASAROVÁ et al., 2010).

Kruhové schéma je v příloze pod označením „Příloha 3.: Kruhové schéma“.

Cizí chutě a vůně piva, vady piva

Kvalita piva může být poškozena přítomností méně příjemných až vyloženě nepříjemných vůní a chutí, které se označují jako cizí. Příčinnou jejich vzniku může být použití nekvalitních surovin, technologické chyby hlavně v úseku kvašení, konečných úprav piva a nesprávné uskladnění finálního výrobku (KOSAŘ et al., 2000).

Tabulka 1 – Přehled cizích chutí, vůní a způsob jejich simulace v pivu (ČEJKA et al., 2002).

Vůně nebo chuť	Sloučenina/postup úpravy	Koncentrace/čas
Oxid siřičitý	hydrogensířičitan draselný	50 mg/l
Sirovodík, zkažená vejce	H ₂ S z Na ₂ S.9H ₂ O (připraví se čerstvý)	25 µg/l
Merkaptan, sirná	ethylmerkaptan	2 µg/l
Letinková	pivo v průhledné lahvi	4 h na slunci, 16 h fluorescenční lampa
DMS, vařená zelenina	dimethylsulfid	120 µg/l
Po rozpouštědlech	ethylacetát	30 – 75 mg/l
Acetaldehyd, zelená jablka	Acetaldehyd (čerstvě připravený)	20 – 40 mg/l
Esterová, banánová	isoamylacetát	3 mg/l
Esterová, ovocná	směs ethylacetátu, isoamylacetátu, ethylhexanoátu, 2- fenylacetátu a hexanoátu	10, 2, 0,3, 0,3 a 0,2 mg/l
Chmelová	granulovaný chmel, chmelová esence (např. EHP Co.)	pouze vůně 100 µg/l
Květinová	2-fenylethanol	225 mg/l
Po koření, hřebíčku	eugenol, 4-vinylguajakol	1 mg/l
Trávnová	cis-3-hexen-1-ol	15 mg/l
Obilná, slámová	ječmen	pouze vůně
Sladová	slad	pouze vůně
Mladinová	mladina	15 % do piva
Karamelová	tmavý slad	pouze vůně
Připálená	pražený slad	pouze vůně
Mastné kyseliny, žluklá, po tuku, mýdlová	směs kys. hexanové, oktanové a dekanové	3,3, 14,5 a 1,7 mg/l
Diacetylová	diacetyl	0,3 mg/l
Kvasničná	kvasnice	pouze vůně
Medicinální	2-cholofenol	6 µg/l
Oxidační, stará, papírová, lepenková, po kůži	pivo 38 °C nebo pivo 45 °C, do hrdla vzduch	6 – 12 dní 3 dny
Kyselá	kyselina mléčná	600 mg/l
Alkoholová	pivo 4 – 5 % alk. + vodka	upravit na 7 % alk.
Plnost, prázdné	sodová voda	20 – 30 %
Sladká	sacharóza	1,50%
Hořkost	isomerizovaný chmel. extrakt	30 mg/l isohumulonu
Trpká, adstringentní	tannin	150 mg/l
Kovová	FeSO ₄ .7H ₂ O	3mg/l

6.3 Objektivní a subjektivní činitele sensorického hodnocení

Výsledky sensorického hodnocení potravinářských výrobků mohou poskytnout hodnověrné informace o kvalitě potravin pouze v případě, že jsou zajištěny optimální podmínky hodnocení. Hodnocení může být ovlivněno celou řadou faktorů jak objektivních, tak subjektivních (KUBÁŇ, 2007).

- Objektivní činitele sensorického hodnocení

Mezi objektivní činitele řadíme požadavky na zkušební a přípravný prostor a náčiní k sensorické analýze.

Zkušební prostor musí být umístěn v bezprostřední blízkosti přípravného prostoru. Posuzovatelé nesmějí vstupovat nebo opouštět zkušební prostory přes přípravný prostor, aby nedocházelo k ovlivňování výsledků. Teplota místnosti by se měla pohybovat mezi 18 °C – 23 °C. Optimální relativní vlhkost vzduchu je 75 %. Během zkoušek má být úroveň hluku na minimu. Zkušební prostor musí být udržován prostý pachů – musí být konstruován z materiálu lehce čistitelného a nepřijímajícího cizí pachy. Barva stěn zkušebního prostoru musí být neutrální.

Přípravným prostorem je laboratoř nebo kuchyň pro přípravu vzorků. Nádobí používané při sensorické analýze musí být zdravotně nezávadné, bez vůně a pachu a nesmí přijímat cizí vůně a pachy. Nejvhodnějším materiálem je sklo, porcelán a keramika. Nádobí má mít stejný tvar, vzhled, velikost i barvu (JAROŠOVÁ, 2001).

- Subjektivní činitele sensorického hodnocení

Mezi subjektivní činitele řadíme hodnotitele, dobu a délku hodnocení a vlastní sensorické hodnocení. Hodnotitele dělíme podle stupně zaškolení na neškolené, krátce zaškolené, školené a experty.

Hodnotitelé musí projít řadou zkoušek, kterými se dokazuje jejich fyzická a psychická způsobilost k hodnocení. Pro konzumentské (hlavně preferenční) zkoušky jsou vhodnější hodnotitelé bez předběžných zkušeností a odborných znalostí, neboť se jejich odpověď blíží více názorům běžných konzumentů.

Posuzované vzorky musí být vytemperovány na konzumní teplotu a podávány tak, aby byla zaručena jejich anonymita. Jako nejvhodnější doba k posuzování se doporučuje 9 – 11 hodin dopoledne a 14 - 16 hodin odpoledne. Hodnotitel nemá alespoň jednu hodinu před hodnocení ani v přestávkách kouřit, jíst kořeněná jídla a pít alkoholické nápoje. Počet vzorků má být takový, aby posuzovatel

byl schopen všechny vzorky spolehlivě ohodnotit. Proto jsou stanoveny přestávky a během posuzování je podáván chuťový neutralizátor (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

6.4 Metody senzoričkého hodnocení

Výběr vhodného testu při senzoričském hodnocení piva závisí na zkušenosti posuzovatelů. Pro laiky je vhodný párový a trojúhelníkový test, pro profesionály trojúhelníkový, duo-trio, tetrádový a pořadový test (ČEJKA et al., 2002).

- Rozlišovací (rozdílové) zkoušky

Rozlišovací zkoušky mají za cíl zjistit, jestli mezi předloženými vzorky existuje rozdíl v senzoričské jakosti nebo v nějakém jiném znaku, příjemnosti nebo intenzitě. Druh zkoušky se volí podle počtu hodnotitelů, stupně jejich zaškolení a podle druhu hodnoceného potravinářského materiálu. Před vlastním hodnocením se stanoví hladina pravděpodobnosti, na které má být výsledek zaručen (POKORNÝ et al., 1999).

- **Párová zkouška:** Porovnáváme dva výrobky, které se od sebe liší (např. rozdílnou surovinou, změnou v technologickém postupu, rozdílnými podmínkami skladování) a určujeme kvalitnější výrobek ve sledované dvojici. Vzorky rozdělíme do páru a očíslováme. Hodnotíme jeden kvalitní ukazatel (barva, chuť, vůně...) nebo celkový charakter. Vyžaduje se vždy větší počet hodnocení, aby byl rozdíl v jakosti prokazatelný.
- **Trojúhelníková zkouška:** V podstatě je shodný s párovou zkouškou, pracujeme se třemi vzorky, z nichž dva jsou stejné a jeden odlišný. Zjišťujeme nepárové vzorky v trojici a určujeme, zda tento vzorek má lepší či horší úroveň než srovnávaný pár.
- **Pořadová zkouška:** Zkoumané vzorky sestavíme podle stoupající či klesající úrovně sledovaného kvalitativního znaku. Každému vzorku přiřadíme počet bodů odpovídající jeho pořadí. Po zhodnocení vzorků všemi hodnotiteli zjistíme aritmetický průměr (DOLEŽALOVÁ, 2007).
- **Zkouška duo-trio:** Patří k nejstarším metodám senzoričské analýzy. Pracujeme se třemi vzorky, první vzorek je standard. Hodnotitel srovnává oba neznámé vzorky se standardem a musí rozhodnout, který vzorek z páru je shodný se standardem.

- **Zkouška 2/5:** Zkouška je složitá, proto vyžaduje velmi zkušené hodnotitele. Každý hodnotitel obdrží sadu pěti vzorků, z nichž tři vzorky jsou stejné (vzorek A) a zbývající dva odlišné, ale navzájem stejné (vzorek B). Hodnotitel musí rozdělit pět vzorků do dvou skupin stejných vzorků. To vyžaduje dobrou paměť (POKORNÝ et al., 1999).

- Profilové metody

Metoda vyžaduje speciálně školené posuzovatele. Slouží k určení jemných rozdílů chuti a vůně. Nejpoužívanější je metoda intenzivního sensorického profilu, při níž si hodnotitel rozloží komplexní vjem chuti nebo vůně na řadu dílčích parametrů, které jednotlivě hodnotí. Nejčastěji se používá bodových stupnice, kdy číselná hodnota je doprovázená slovním popisem. Hodnotitel si nejprve udělá celkový dojem o vzorku a poté hodnotí intenzitu dvou až čtyř parametrů, na které se právě soustředí (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

- Metody slovního popisu

Patří k nejstarším metodám sensorické analýzy. Původně hodnotitel napsal na papír všechny dílčí vjemy, které při zkoumání vzorku rozpoznal. Z důvodu obtížnosti postupu byl hodnotitelům předložen seznam výrazů, kde hodnotitel vyznačil, jakou chuť cítil (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

- Preferenční zkoušky

U preferenčních zkoušek jde o určení rozdílu, kterému vzorku z řady vzorků dává posuzovatel přednost jako sensoricky kvalitnějšímu či přijatelnějšímu. U nezaškolených nebo jen krátkodobě zaškolených posuzovatelů je nejpoužívanější párová zkouška. Posuzovatel dostane dva vzorky a vybere ten, kterému dává přednost. Pokud máme větší skupinu vzorků, používáme k hodnocení pořadovou zkoušku. Posuzovatel seřadí od nejkvalitnějšího k nejméně kvalitnímu. V praxi se někdy preferenční zkoušky kombinují s rozdílovými. Nejdříve, hlavně z ekonomických důvodů se musí provést rozdílová zkouška, a pokud se zjistí mezi vzorky průkazný rozdíl, provede se opět stanovení preference nebo intenzity. Pro zjištění preferencí lze využít i metod, např. stupnicových (JAROŠOVÁ, 2001).

- Metoda srovnávání se standardem

Hodnotitel obdrží určitý vzorek jako standard a určí, zda neznámý vzorek jakostně odpovídá standardu nebo se od něho liší. Metodu srovnávání se standardem dělíme:

- **Jednostimulová metoda** – zjišťujeme, jestli se zkoumané vzorky obecně liší nebo neliší od standardu. Metoda slouží ke sledování stálosti sensorické jakosti mezi jednotlivými šaržemi výrobku. V zahraničí se často nazývá „A – ne A“.
- **Dvoustimulová metoda** – hodnotitel dostane nejdříve ochutnat neanonymně dva vzorky A a B, jejich vlastnosti si musí dobře zapamatovat. Poté se vzorky odeberou a postupně se mu předkládá skupina vzorků, kde jsou v náhodném pořadí vzorky A i B. Hodnotitel se rozhoduje, zda předložený vzorek je A nebo B.
- **Stanovení stupně odlišnosti od standardu** – určujeme, jestli se vzorek liší od standardu a také, jak velký je rozdíl mezi zkoumaným vzorkem a standardem (eventuelně, čím se vzorek od standardu liší). Hodnotitel zvolí vhodnou odpověď označením ve formuláři (JAROŠOVÁ, 2001).

- Stupnicové metody

Stupnicovými metodami lze lépe kvantitativně vyjádřit jakostní rozdíly mezi vzorky. Celková jakost nebo dílčí ukazatele se posoudí podle určité stupnice. K tomuto účelů máme dva typy stupnic. Stupnice intenzivní slouží k posouzení intenzity určité vlastnosti a stupnice hédonická slouží k posouzení stupně příjemnosti, přijatelnosti, libosti. Obě stupnice mohou být:

- **Kategorové** – jednoduché stupnice, které slouží k zařazení vzorku do určité skupiny (např. chuť vyhovující – nevyhovující).
- **Bodové** – rozšířené je použití popisných stupnic (kategorové ordinální – u intenzity vůně), obdobně se sestavují stupnice hedonické (např. u stanovení příjemnosti vůně) a jinou možností jsou číselné stupnice.
- **Grafické** – používají se zvláště při hodnocení intenzity. Stupnici představuje úsečka určité délky a výsledek se na ni vyznačí.
- **Kategorové grafické stupnice** – představuje je řada čtverečků nebo obdélníčků, která je popisem orientována.

- **Bezrozměrné (poměrové) stupnice a magnitudové hodnocení** – výhodné a jednoduché vyjádření výsledků sensorické analýzy v poměrových stupnicích, např. intenzitu některého znaku (sladkost, zbarvení, tvrdost), u standardu se vyjádří jako 100 % a hodnotitel musí určit, kolik procent intenzity odpovídá neznámému vzorku. Jsou výhodné, když intenzita kolísá velmi málo kolem intenzity standardu (při srovnávání různých výrobních šarží) nebo je velmi proměnlivá (mění se o několik řádů) (POKORNÝ et al., 1999).

- Senzorické hodnocení s využitím výpočetní techniky

Použití výpočetní techniky v sensorických laboratořích s sebou nese řadu výhod. Zlepšuje se zapisování výsledků sensorického hodnocení a kontrola správnosti záznamu. Dále umožňuje průběžné a účinné zpracování výsledků za celou skupinu, racionalizuje postup hodnocení a optimalizuje průběh analýzy. Je možné systematicky kontrolovat činnost jednotlivých hodnotitelů a správnost hodnocení (JAROŠOVÁ, 2001).

- Hodnocení jakosti a zařazování do jakostních tříd

Zkoušky vyžadují velkou zkušenost v hodnocení, znalost výrobků včetně jejich variability a možných vad, surovin i technologie. Hodnocení provádí obvykle malá skupina expertů (3 až 10 osob). Výsledky hodnocení jsou řazeny do kategorií podle standardizovaných schémat, kde jsou upřesněny požadavky, jakého stupně má výrobek dosáhnout, aby mohl být zařazen do příslušné jakostní třídy (POKORNÝ et al., 1999).

6.5 Fyzikálně-chemická analýza piva

Pro běžný rozbor stačí 0,5 litru vzorku, který se vytemperuje na teplotu místnosti (kolem 20 °C). Před jednotlivými zkouškami (kromě stanovení CO₂) se pivo předem zbaví oxidu uhličitého protřepáním v kuželové baňce buď ručně (asi 15 min.) nebo půl hodiny na laboratorní třepačce. Pivo se potom filtruje skládaným filtrem, aby se zbavilo pěny. U lahvového piva se odběr vzorků provádí v množství 5 lahví z každé výrobní partie.

Stanovení měrné hmotnosti (hustoty) – Měrnou hmotností piva se rozumí hustota piva zbaveného oxidu uhličitého. Určuje se pyknometricky při teplotě 20 °C.

Stanovení alkoholu a skutečného extraktu – Stanovení se provádí destilačně nebo refraktometricky. Destilační metoda spočívá v destilaci určitého množství piva, přičemž z měrné hodnoty destilátu stanovené pyknometricky se určí obsah alkoholu a z měrné hmotnosti piva zbaveného oxidu uhličitého a etanolu se stanoví skutečný extrakt. Rozdíl mezi výsledky dvou souběžných stanovení nemá být u obsahu alkoholu větší než 0,05 %.

Refraktometrické stanovení – Metoda spočívá ve stanovení refrakce piva zbaveného CO₂. Z odečtené refrakce a z měrné hmotnosti piva se zjistí podle příslušných vzorců obsah alkoholu a skutečného extraktu.

Stanovení původní stupňovitosti mladiny – Výpočet se provede ze známých hodnot alkoholu (A) a skutečného extraktu (n) podle Ballingova vzorce:

$$P = \frac{(A \times 2,0665 + n)}{100 + A \times 1,0665} \times 100$$

P – stupňovitost původní mladiny v % hmotnostních

2,0665 – množství extraktu v g nutné k vytvoření 1 g alkoholu

1,0665 – množství látek v g vzniklých při kvašení na 1g alkoholu

Výpočet původní stupňovitosti mladiny je možno provést kontrolou dodržení receptury při výrobě piva (velikost sypání).

Stanovení trvanlivosti – Je to v podstatě zkouška biologické, případně fyzikálně – chemické stability vzorků piva, uložených za daných podmínek při 20 °C. Odebrané vzorky se uchovávají v klidu v termostatu při 20 °C (s odchylkou 17 – 21 °C), přičemž se sleduje vytvoření sedliny, popř. zákalu. Tvorba sedliny se zjišťuje promícháním láhve proti světelnému zdroji, a to denně (u pasterovaných piv za delší dobu). Za sedlinu je považováno i množství sedimentu, které se při opatrném

obrácení láhve viditelně zvíří. Doba trvanlivosti se vyjadřuje počtem dní od odebrání vzorku do vytvoření sedliny nebo zákalu (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

6.6 Mikrobiologie výroby piva

V pivovarské mikrobiologii se používá termín kontaminace pro výskyt nežádoucích mikroorganismů, mezi něž patří i kulturní kvasinky ve stočeném pivu. V pivu se sice mohou vyskytovat i podmíněné patogenní mikroorganismy, ale velmi rychle v něm hynou. Proto historie nezná epidemii pocházející z piva (na rozdíl od vody). Pivo má výrazně lepší mikrobiologickou kvalitu než pitná voda (BASARŮVÁ et al., 2010).

Zatím co pivo poskytuje velmi stabilní mikrobiologické prostředí, některé mikroorganismy jsou schopné růst např. ve sladu, sladině nebo mladině. Antimikrobiální vlastnosti surovin použitých při výrobě piva mohou být využity ke zvýšení mikrobiální stability piva (VAUGHAN et al., 2005).

Kromě přirozených způsobů potlačení kontaminace, založených na dodržování technologických pravidel a sanitaci, lze využít přirozených způsobů obrany mikroorganismů proti škodlivým bakteriím, např. využíváním vybraných kmenů laktobacilů. Použití antibiotik není většinou povoleno (BASARŮVÁ et al., 2010).

7. Materiál a metodika

7.1 Charakteristika vzorků

K senzorickému posouzení byla vybrána nealkoholická piva běžně dostupná v obchodní síti. Celkem bylo hodnoceno deset vzorků nealkoholických piv od různých výrobců. Ve vzorku B (pivo Platan) a D (pivo Samson) bylo použito sladidlo E-954. Vybraná nealkoholická piva jsou vyrobena různými technologiemi. Přehled technologií je uveden v tabulce 2 (**Tabulka 2 – Technologie výroby a rok uvedení nealkoholických piv na trh**).

Vzorek A

Název: Světlé prémiové nealkoholické pivo

Složení: pitná voda, ječné slady, upravený chmel, chmelové produkty, kyselina mléčná

Výrobce: Pivovar Protivín, a. s., Protivín



Vzorek B

Název: Světlé nealkoholické pivo se sladidlem

Složení: voda, ječný slad, chmelové produkty, upravený chmel, kyselina mléčná, E-954

Výrobce: Pivovar Protivín, a. s., Protivín



Vzorek C

Název: Nealkoholické světlé pivo

Složení: pitná voda, ječné slady, žatecký upravený chmel, chmelový extrakt

Výrobce: Rodinný pivovar Bernard a. s., Humpolec



Vzorek D

Název: Světlé nealkoholické pivo se sladidlem

Složení: voda z artéské studny, ječný slad z vlastní sladovny, upravený chmel, chmelový extrakt, E 954

Výrobce: Pivovar Samson a. s., České Budějovice



Vzorek E

Název: Pivo nealkoholické světlé

Složení: pitná voda, ječné slady, chmelové produkty, kyselina mléčná, barvivo karamel

Výrobce: Pivovar Starobrno a. s., Brno



Vzorek F

Název: Světlé nealkoholické pivo

Složení: voda z artéských studní, ječný slad, žatecký hlávkový chmel

Výrobce: Budějovický Budvar, n. p., České Budějovice



Vzorek G

Název: Světlé nealkoholické pivo

Složení: pitná voda, ječné slady, upravený žatecký chmel

Výrobce: Dudák – Měšťanský pivovar Strakonice, a. s., Strakonice



Vzorek H

Název: Pivo nealkoholické světlé

Složení: voda, ječný slad český, bavorský, chmelové produkty

Výrobce: Pivovary Staropramen a. s., Praha



Vzorek I

Název: Světlé nealkoholické pivo

Složení: pitná voda, plzeňský slad, upravený chmel, chmelové extrakty

Výrobce: Pivovar Svijany a. s., Svijany



Vzorek J

Název: Světlé nealkoholické pivo

Složení: voda, ječné slady, chmelové produkty, kyselina mléčná

Výrobce: Plzeňský Prazdroj, a. s., Plzeň



7.2 Technologie výroby vybraných nealkoholických piv

V tabulce č. 2 jsou uvedeny technologie výroby testovaných nealkoholických piv a roky uvedení nealkoholických piv na trh. Informace byly získány od jednotlivých pivovarů. Pivovar Staropramen neposkytl informace o technologii.

Tabulka 2 – Technologie výroby a rok uvedení nealkoholických piv na trh

Druhy piv	Technologie výroby	Rok výroby
Samson	přerušené kvašení	1975
Radegast Birell	speciální kvasinky	1992
Budweiser Budvar	řízené kvašení	1975
Dudák Driver	řízené kvašení	2001
Platan Free	stop fermentace	2002
Staropramen Nealko	neposkytnuto	2005
Svijany	řízené kvašení	2005
Bernard free	řízené kvašení	2006
Lobkowicz Premium Nealko	speciální kvasinky	2010
Starobrno Fríí	řízené kvašení	2010

7.3 Senzorické hodnocení vzorků

- **Příprava vzorků**

Všech deset vzorků bylo zakoupeno v hypermarketu TESCO v Českých Budějovicích jeden den před konáním senzorické analýzy. Od každého druhu

nealkoholického piva bylo zakoupeno 8 ks, aby bylo zajištěno odpovídající množství vzorků. Vzorky nealkoholických piv byly před začátkem sensorického hodnocení vytemperovány na teplotu 7 – 9 °C. Skleničky, do kterých se vzorky nalévaly, byly označeny anonymně velkými tiskacími písmeny A - J. Každý hodnotitel měl k dispozici cca 100 ml vzorku piva ve sklenici.

- **Skupina hodnotitelů**

Skupina hodnotitelů byla složena ze studentů Jihočeské univerzity, kteří provedli sensorické hodnocení v rámci cvičení z předmětu „Základy potravinářských výrob“. Před zahájením sensorické analýzy byli hodnotitelé proškoleni vedoucím diplomové práce o způsobu provedení hodnocení. Skupina hodnotitelů byla tvořena studenty – neodborníky a byla složena z ženského i mužského pohlaví.

Provedené hodnocení sensorické analýzy můžeme považovat za konzumentské preferenční zkoušení, protože se jednalo o nezkušené hodnotitele. U konzumentského preferenčního zkoušení je nezkušenost hodnotitelů žádoucí, jelikož se rozhodují během hodnocení jako běžní konzumenti.

- **Místnost**

Senzorická analýza se konala v učebně JČU, která je k tomuto účelu přizpůsobena svým vybavením. Hodnocení probíhalo v ranních a dopoledních hodinách a tak bylo osvětlení místnosti dostatečné.

Přítomnosti nežádoucích pachů, které by mohly ovlivnit výsledky sensorického hodnocení, bylo zamezeno vyvětráním těsně před zahájením sensorického hodnocení. Každý z hodnotitelů měl k dispozici svou pracovní plochu.

- **Nádobí a pomůcky k sensorické analýze**

Vzorky byly z lahví nalévány do větších skleněných kádinek, aby došlo ke spadnutí pěny bezprostředně po nalití. Poté byly nalévány hodnotitelům do předem připraveného skleněného nádobí. Skleničky byly umyté, nevykazovaly přítomnost pachů či vůní.

Jako neutralizátor chuti byl použit chléb. Chléb byl nakrájen na větší kostičky a byl podáván na kulatých plastových tácech. Další nádobí a náčiní nebylo potřeba.

- **Průběh sensorického hodnocení**

Před příchodem hodnotitelů do místnosti, kde bylo provedeno sensorické hodnocení, byly na pracovní plochu nachystány kulaté plastové tácky s neutralizátorem chuti – čerstvým chlebem, skleničky na vzorky a protokoly s dotazníkem pro zaznamenávání průběhu hodnocení. Před zahájením sensorického hodnocení byli hodnotitelé seznámeni s průběhem hodnocení a s protokolem. Vyplněné protokoly odevzdali hodnotitelé osobě, která prováděla dozor během hodnocení. Poté mohli opustit své pracoviště.

- **Protokol měření**

Protokol určený k sensorickému hodnocení byl sestaven s ohledem na způsob zkoušky. Hlavní faktory byly kvalifikace posuzovatelů, povaha, druh a množství testovaných vzorků. Součástí protokolu je také dotazník „*Příloha 1.: Vzorový dotazník*“.

Senzorické hodnocení vzorků – hodnocení vybraných kritérií

Hodnotitelé měli za úkol ochutnat předložené vzorky a následně zaznamenat do protokolu bodové hodnocení patřící úrovni jednotlivých posuzovaných kritérií.

Mezi posuzovaná kritéria byla vybrána:

- Vůně
- Chuť
- Plnost piva
- Říz piva
- Charakter hořkosti

Vzorový dotazník je v příloze pod označením „*Příloha 2.: Sensorické hodnocení nealkoholických piv*“.

8. Výsledky a diskuze

8.1 Senzorické hodnocení vybraných kritérií

Senzorické hodnocení vybraných parametrů bylo v dotaznících vyjádřeno slovně. Hodnotitelé zaznamenávali body do protokolu v rozmezí, a to od velmi silné intenzity (5 bodů) po velmi slabou intenzitu (1 bod).

Z vybraných sensorických parametrů zjištěných při sensorickém hodnocení lze pro jednotlivé vzorky spočítat průměrnou hodnotu jak pro každý parametr zvlášť, tak pro celkový průměr vzorku. Průměr u jednotlivých sensorických parametrů byl počítán jako aritmetický průměr dosažených bodů. Dále byla vypočítána směrodatná odchylka, která udává, jak se jednotlivé hodnoty liší od průměrné hodnoty.

Vzorky nealkoholických piv hodnotilo 41 hodnotitelů – 29 žen a 12 mužů. Sensorická analýza byla vyhodnocena zvlášť pro ženy (tabulka č. 3) i pro muže (tabulka č. 4). Na závěr bylo provedeno celkové hodnocení sensorických parametrů. Ženy a muži měli jiné požadavky u jednotlivých hodnocených parametrů, tím se také změnilo pořadí hodnocených piv.

Výsledky sensorického hodnocení jsou uvedeny v následujících tabulkách. Získaná data byla hodnocena pomocí programu MS EXCEL 2007. Statistické hodnocení bylo provedeno pomocí programu STATISTICA verze 10 - ANOVA a pro zjištění statisticky významného rozdílu mezi vzorky byl použit Tukeyův test.

Tabulka 3 – Hodnocení nealkoholických piv – ženy

vzorky	N	Vůně	Chuť	Plnost	Říz	Hořkost
A	29	2,93 ± 1,22	3,28 ± 1,19	3,62 ± 0,94	3,31 ± 0,89	2,86 ± 0,99
B	29	2,38 ± 0,90	2,69 ± 1,20	3,24 ± 1,02	3,28 ± 0,88	2,86 ± 1,09
C	29	2,41 ± 1,15	2,66 ± 1,47	3,07 ± 1,16	3,00 ± 1,16	2,34 ± 1,14
D	29	3,10 ± 1,01	3,10 ± 1,01	3,76 ± 0,95	3,76 ± 1,02	3,93 ± 0,75
E	29	2,62 ± 1,01	2,90 ± 0,94	3,31 ± 0,89	3,59 ± 1,02	3,41 ± 0,87
F	29	2,45 ± 1,06	2,24 ± 1,27	2,31 ± 1,07	2,52 ± 1,06	2,52 ± 1,30
G	29	2,07 ± 1,00	2,66 ± 1,26	3,14 ± 0,95	3,31 ± 1,17	2,66 ± 0,94
H	29	2,83 ± 0,97	2,38 ± 0,82	2,62 ± 1,01	2,79 ± 1,17	3,48 ± 0,99
I	29	2,24 ± 1,12	2,83 ± 1,25	3,10 ± 0,90	3,03 ± 1,09	2,45 ± 0,99
J	29	2,69 ± 1,00	3,34 ± 0,77	3,52 ± 0,69	3,66 ± 0,77	2,66 ± 0,97

V tabulce č. 3 jsou uvedeny průměry dosažených bodů u žen a směrodatné odchylky jednotlivých sensorických parametrů vybraných nealkoholických piv.

Tabulka 4 – Hodnocení nealkoholických piv – muži

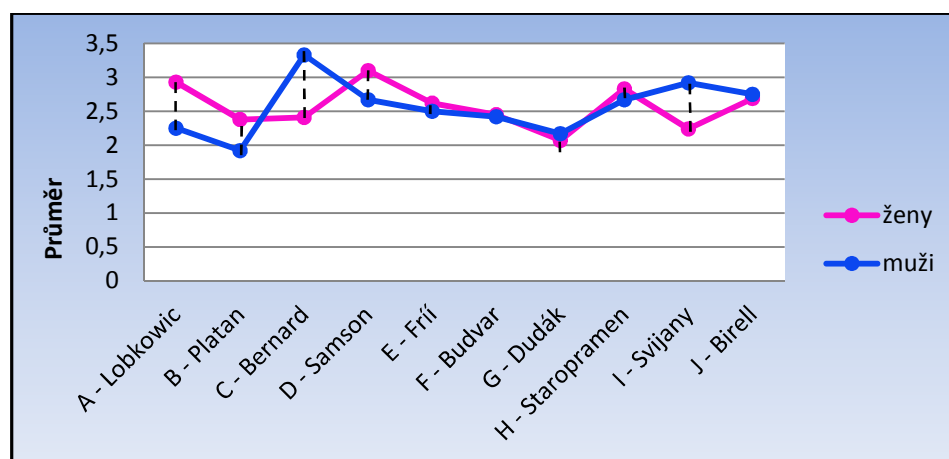
vzorky	N	Vůně	Chuť	Plnost	Říz	Hořkost
A	12	2,25 ± 1,42	1,42 ± 0,90	2,50 ± 0,80	2,83 ± 0,94	2,92 ± 1,08
B	12	1,92 ± 1,00	1,67 ± 0,89	2,33 ± 0,89	2,83 ± 0,58	3,08 ± 1,00
C	12	3,33 ± 1,44	2,83 ± 1,27	3,67 ± 0,89	3,33 ± 1,30	2,83 ± 1,27
D	12	2,67 ± 1,07	3,33 ± 0,98	3,58 ± 0,79	3,58 ± 1,24	3,67 ± 0,89
E	12	2,50 ± 1,31	2,25 ± 0,75	2,83 ± 0,72	2,92 ± 0,67	2,92 ± 1,08
F	12	2,42 ± 1,08	1,75 ± 1,22	2,42 ± 1,00	2,42 ± 1,08	2,67 ± 1,23
G	12	2,17 ± 1,53	2,08 ± 1,38	3,17 ± 1,34	3,08 ± 1,24	2,92 ± 1,24
H	12	2,67 ± 1,15	2,08 ± 1,08	2,75 ± 1,29	2,17 ± 1,03	2,67 ± 1,30
I	12	2,92 ± 1,31	3,25 ± 1,36	3,50 ± 1,24	3,08 ± 1,16	2,75 ± 1,42
J	12	2,75 ± 1,36	3,00 ± 1,13	2,92 ± 1,00	2,92 ± 1,16	3,17 ± 1,11

V tabulce č. 4 jsou uvedeny průměry dosažených bodů u mužů a směrodatné odchylky jednotlivých sensorických parametrů vybraných nealkoholických piv.

8.1.1 Hodnocení vůně nealkoholických piv

Při stanovení vůně se pivo ve skleničce uvedlo lehkým kroužením do pohybu a několikrát za sebou se posuzovalo čichem. Každý typ piva by měl mít pouze svou charakteristickou vůni (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998). Vůně piva českého typu má být slabá až střední a měla by být sladěna v harmonický celek tak, aby žádná vůně z piva nevynikala (KOSAŘ et al., 2000).

Vůně byla hodnocena podle intenzity a to od velmi silné (5 bodů) po velmi slabou (1bod). V případě přítomnosti cizích vůní byly body odečítány. Z cizích vůní byla hodnotiteli identifikována zejména zatuchlá vůně. Ze získaných hodnot byl pro jednotlivé parametry vypočten aritmetický průměr a směrodatná odchylka.



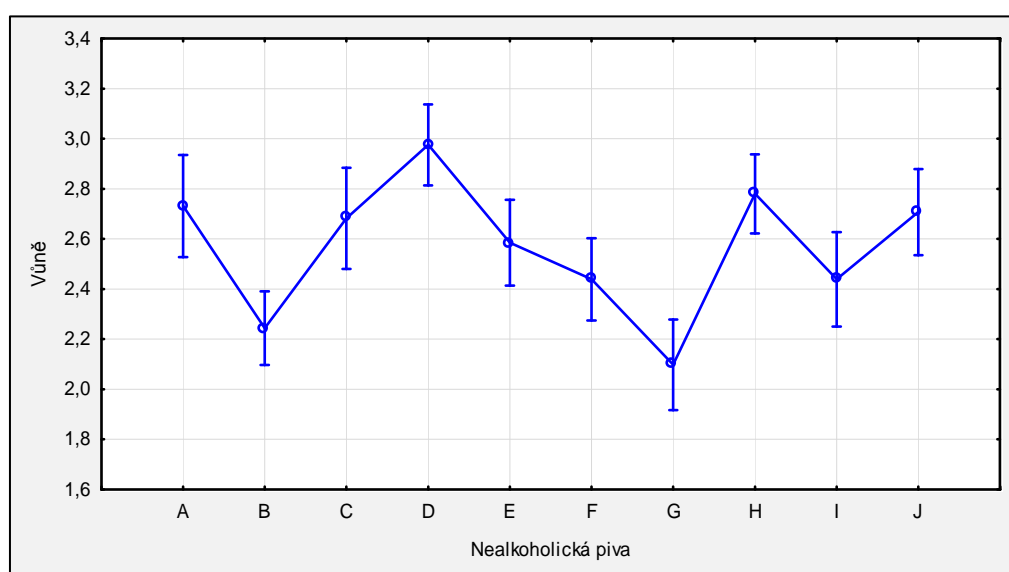
Graf 2 – Hodnocení vůně nealkoholických piv u žen a mužů

Graf č. 2 znázorňuje průměrné hodnocení vůně u žen a mužů pro jednotlivé vzorky nealkoholických piv. Nejlépe bylo z hlediska vůně u mužů hodnoceno nealkoholické pivo Bernard (3,33) a u žen pivo Samson (3,10). Naopak nejhůře bylo hodnoceno nealkoholické pivo Platan (1,92) u mužů a pivo Dudák (2,07) u žen. Nejvíce se hodnotitelé shodovali v hodnocení vůně u nealkoholického piva Budweiser Budvar.

Statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ byl u žen zjištěn mezi vzorkem D (Samson) a G (Dudák). U mužů nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl $p < 0,05$.

Tabulka 5 - Statistické údaje vzorků při celkovém hodnocení vůně

vzorky	N	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.
A	41	2,73	1,00	5,00	1,30
B	41	2,24	1,00	5,00	0,94
C	41	2,68	1,00	5,00	1,29
D	41	2,98	1,00	5,00	1,04
E	41	2,59	1,00	5,00	1,10
F	41	2,44	1,00	5,00	1,05
G	41	2,10	1,00	5,00	1,16
H	41	2,78	1,00	5,00	1,01
I	41	2,44	1,00	5,00	1,21
J	41	2,71	1,00	5,00	1,10



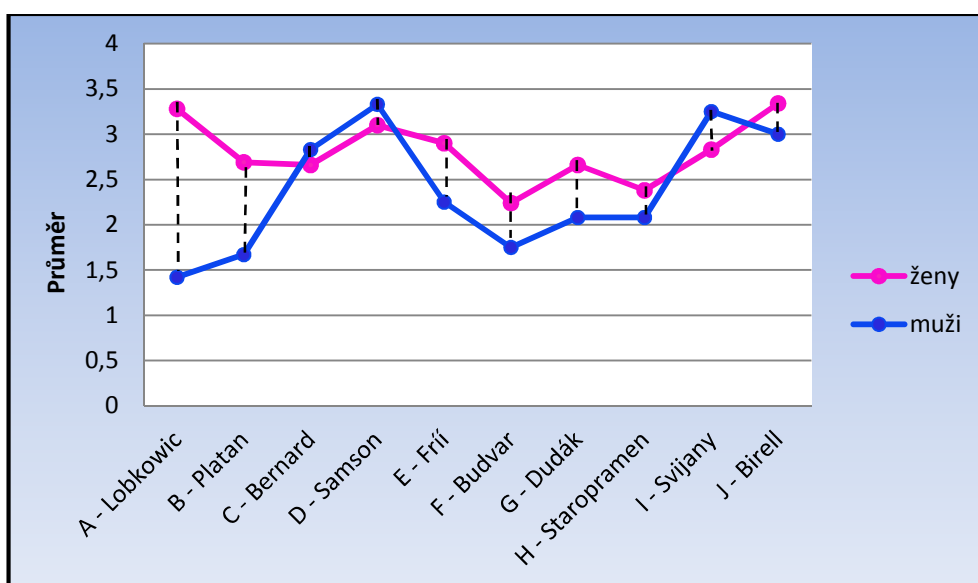
Graf 3 – Grafické znázornění celkového hodnocení vůně

Z grafu č. 3 je zřejmé, že nejvyšší intenzitu při celkovém hodnocení vůně u mužů i žen vykazovalo nealkoholické pivo Samson (2,98), Staropramen (2,78) a dále pivo Lobkowic Premium Nealko (2,73). Nehorší intenzita vůně byla zaznamenána u piva Dudák (2,10). Statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ byl zjištěn mezi vzorkem D (Samson) a G (Dudák).

8.1.2 Hodnocení chuti nealkoholických piv

Stanovení chuti bylo provedeno opakovaným ochutnáváním nápoje. Chuť piva musí být charakteristická, bez cizí příchuti (nakyslá, sudová, silně kvasničná atd.) (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998).

Chuť byla hodnocena podle intenzity a to od velmi silné (5 bodů) po velmi slabou (1 bod). V případě přítomnosti cizích chutí byly body odečítány. Z cizích chutí hodnotitelé uváděli trpkou, svíravou chuť a dále chuť po kvasnicích.



Graf 4 – Hodnocení chuti nealkoholických piv u žen a mužů

Nejlépe byla muži hodnocena chuť u nealkoholického piva Samson (3,33) a piva Svijany (3,25). Ženy označily za chuťově nejlepší pivo Radegast Birell (3,34).

Hodnotitelé se nejvíce názorově lišili u piva Lobkowic Premium Nealko – zatím co ženy uváděly, že pivo má střední intenzitu chuti (3,28), muži ho hodnotili jako chuťově slabé (1,42).

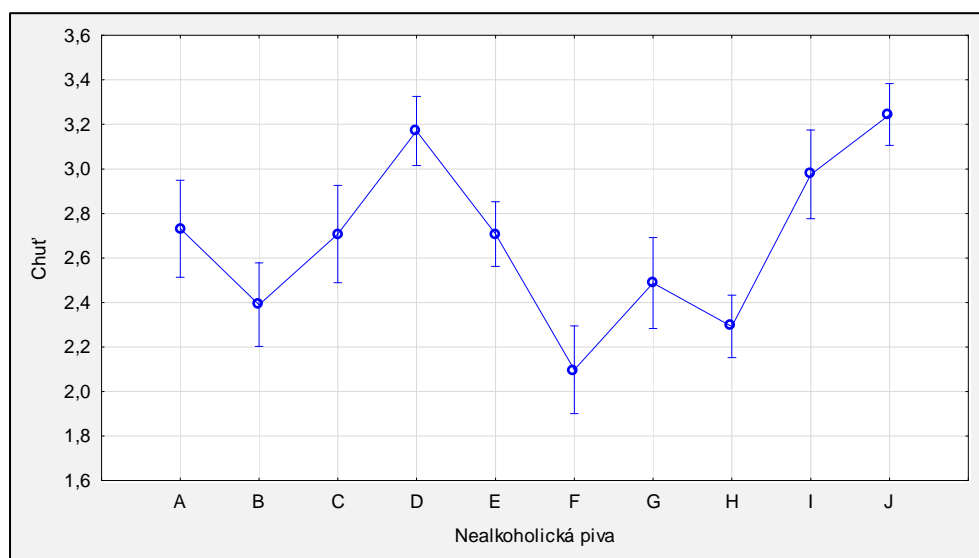
Nealkoholické pivo Platan a pivo Samson obsahují sladidlo E 954. Sladidlo E 954 - sacharin je sladší než běžný cukr, přesto nemá žádný energetický obsah. Po

požití zanechává hořkou chuť. Ženy hodnotily pivo Platan z hlediska chuti jako slabé (2,69). Muži označili pivo Platan za velmi slabé (1,67). U piva Samson se hodnotitelé shodli, že má střední intenzitu chuti (3,33). Použité sladidlo mohlo mít vliv na celkový vjem chuti z důvodů možného ulpívání hořké chuti.

Statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ byl u žen zjištěn mezi vzorkem A (Lobkowic) a vzorky D, F, I, J a dále mezi vzorkem F (Budvar) a J. U mužů byl zjištěn statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ mezi vzorkem J (Birell) a H, dále mezi vzorkem D (Samson) a F.

Tabulka 6 - Statistické údaje vzorků při celkovém hodnocení chuti

vzorky	N	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.
A	41	2,73	1,00	5,00	1,40
B	41	2,39	1,00	5,00	1,20
C	41	2,71	1,00	5,00	1,40
D	41	3,17	1,00	5,00	1,00
E	41	2,71	1,00	5,00	0,93
F	41	2,10	1,00	5,00	1,26
G	41	2,49	1,00	5,00	1,31
H	41	2,29	1,00	5,00	0,90
I	41	2,98	1,00	5,00	1,28
J	41	3,24	1,00	5,00	0,89



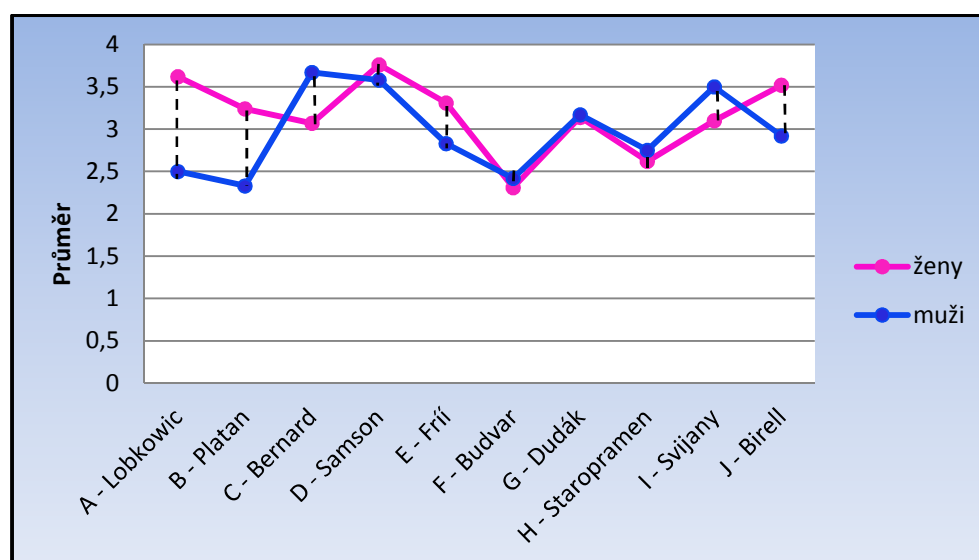
Graf 5 – Grafické znázornění celkového hodnocení chuti

V celkovém hodnocení byla nejvyšší intenzita chuti zaznamenána u nealkoholického piva Birell (3,24) a Samson (3,17). Naopak nejnižší intenzita chuti byla zjištěna u piva Budweiser Budvar (2,10). Statisticky významný rozdíl p Statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ byl zjištěn mezi vzorkem J (Birell) a B, H, dále mezi vzorkem D (Samson) a F, H.

8.1.3 Hodnocení plnosti nealkoholických piv

Plnost je vyjádřením intenzity počitků, závisících zejména na obsahu extraktivních látek v pivě (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998). Pivo českého typu by mělo mít střední až silnou plnost (KOSAŘ et al., 2000).

Plnost u nealkoholických piv byla hodnocena od plné, zaokrouhlené chuti (5 bodů) po prázdnu chuť (1 bod).



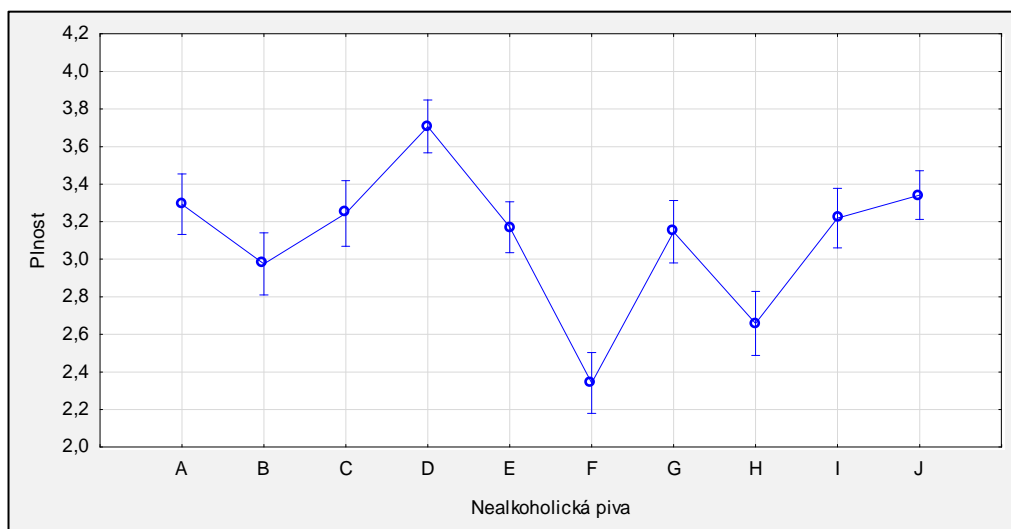
Graf 6 – Hodnocení plnosti nealkoholických piv u žen a mužů

Právě plnost byla dříve nealkoholickým pivům často vyčítána a spotřebitelé je hodnotili jako chuťově prázdňá. Z grafu je patrné, že chuťové vlastnosti nealkoholických piv se neustále zlepšují. Nejlépe vnímali muži plnost chuti u piva Bernard (3,67) a ženy u piva Samson (3,76). Pivo Platan hodnotili muži jako chuťově nezaokrouhlené (2,33).

Statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ byl u žen zjištěn mezi vzorkem D (Samson) a vzorky B, D, H, dále mezi vzorkem F (Budvar) a vzorky A, C, D, E, G, I, J. U hodnocení mužů nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl $p < 0,05$.

Tabulka 7 - Statistické údaje vzorků při celkovém hodnocení plnosti

vzorky	N	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.
A	41	3,29	1,00	5,00	1,03
B	41	2,98	1,00	5,00	1,06
C	41	3,24	1,00	5,00	1,11
D	41	3,71	1,00	5,00	0,90
E	41	3,17	1,00	5,00	0,86
F	41	2,34	1,00	5,00	1,04
G	41	3,15	1,00	5,00	1,06
H	41	2,66	1,00	5,00	1,09
I	41	3,22	1,00	5,00	1,01
J	41	3,34	1,00	5,00	0,83



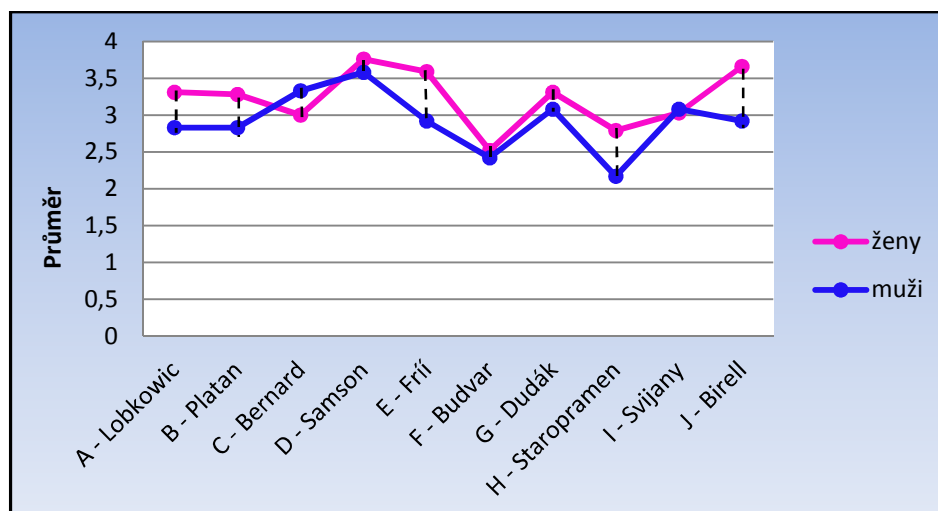
Graf 7 – Grafické znázornění celkového hodnocení plnosti

Z celkového hodnocení vyplývá, že nejvyšší plnost mělo nealkoholické pivo Samson (3,71). Nealkoholické pivo Budweiser Budvar bylo hodnoceno jako nezaokrouhlené (2,34). Statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ byl zjištěn mezi vzorkem D (Samson) a vzorky B, D, H, dále mezi vzorkem F (Budvar) a vzorky A, C, D, E, G, I, J.

8.1.4 Hodnocení říznosti nealkoholických piv

Říz piva je štiplavý počitek vyvolaný pivem v dutině ústní a nosní (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998). Piva českého typu by měla mít silný říz (KOSAŘ et al., 2000).

Pro hodnocení říznosti vybraných nealkoholických piv byla použita stupnice v rozmezí: příjemné, řízné (5 bodů) po velmi zvětralé (1 bod).



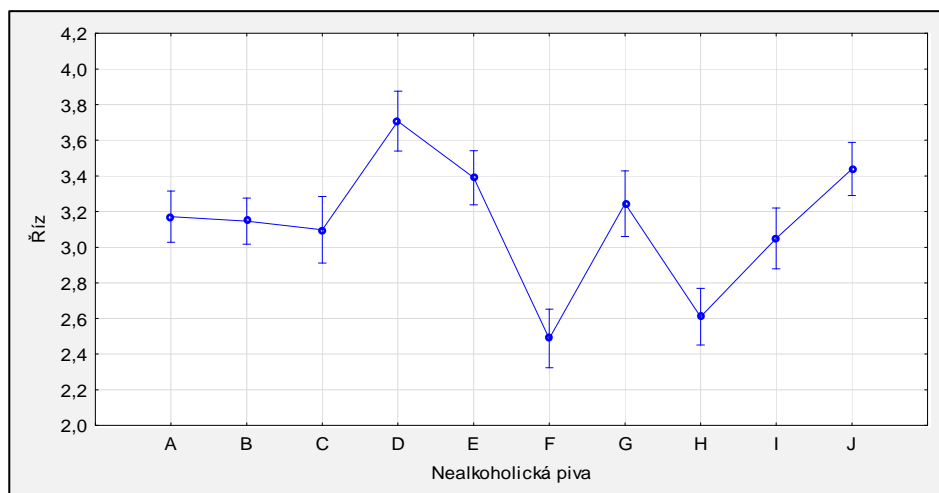
Graf 8 – Hodnocení říznosti nealkoholických piv u žen a mužů

Hodnotitelé se shodli, že nejlepší říz má pivo Samson (3,76). Muži uváděli, že pivo Staropramen (2,17) je zvětralé. Ženy označily za zvětralé pivo Budweiser Budvar (2,52).

Statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ byl u žen zjištěn mezi vzorkem H (Staropramen) a vzorky D, E, J, dále mezi vzorkem F (Budvar) a vzorky D, E, G, J. U mužů byl taktéž zjištěn statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ mezi vzorkem D (Samson) a H (Staropramen).

Tabulka 8 - Statistické údaje vzorků při celkovém hodnocení říznosti

vzorky	N	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.
A	41	3,17	1,00	5,00	0,92
B	41	3,15	1,00	5,00	0,82
C	41	3,10	1,00	5,00	1,20
D	41	3,71	1,00	5,00	1,08
E	41	3,39	1,00	5,00	0,97
F	41	2,49	1,00	5,00	1,05
G	41	3,24	1,00	5,00	1,18
H	41	2,61	1,00	5,00	1,02
I	41	3,05	1,00	5,00	1,09
J	41	3,44	1,00	5,00	0,95



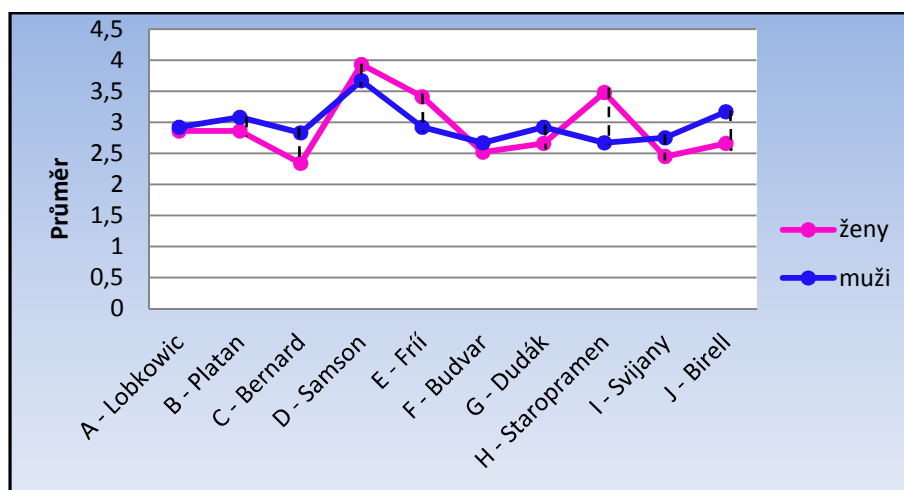
Graf 9 – Grafické znázornění celkového hodnocení říznosti

Z grafu č. 9 je zřejmé, že nejvyšší říz v celkovém hodnocení byl zaznamenán u nealkoholického piva Samson (3,71). Nealkoholické pivo Budweiser Budvar (2,49) bylo hodnotiteli označeno za zvětralé. Statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ byl zjištěn mezi vzorkem H (Staropramen) a vzorky D, E, J, dále mezi vzorkem F (Budvar) a vzorky D, E, G, J.

8.1.5 Hodnocení hořkosti nealkoholických piv

U hořkosti, která se zjišťuje v okamžiku polknutí, se posuzuje její intenzita a charakter, tzn. jemnost a drsnost (PELIKÁN, SUKOVÁ, 1998). Pivo českého typu by mělo mít střední až silnou intenzitu hořkosti (KOSAŘ et al., 2000).

Pro hodnocení charakteru hořkosti vybraných nealkoholických piv byla použita stupnice v rozmezí: velmi jemná (5 bodů) po silně ulpívající (1 bod).



Graf 10 – Hodnocení charakteru hořkosti nealkoholických piv u žen a mužů

Pivo Samson (3,93) má jemný charakter hořkosti. Naopak ulpívající charakter hořkosti podle žen vykazovalo pivo Bernard (2,34) a pivo Budvar (2,52).

Statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ byl u žen zjištěn mezi vzorkem C (Bernard) a vzorky E, H a dále mezi vzorkem D (Samson) a vzorky A, B, C, F, G, I, J. U hodnocení mužů nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl $p < 0,05$.

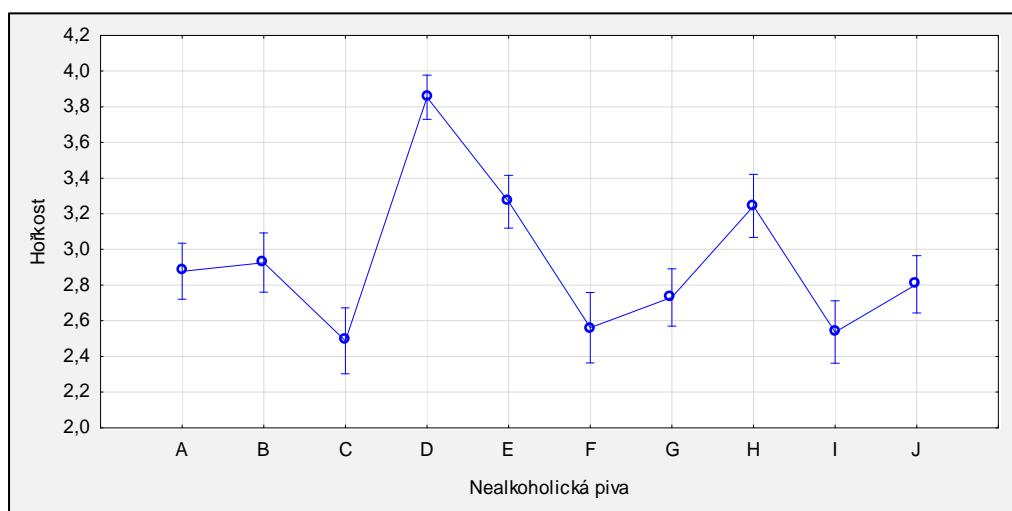
Hodnotitelé se shodli, že nealkoholické pivo Samson obsahující sladidlo E 954 (sacharin) má nejlepší charakter hořkosti. Ačkoliv muži hodnotili charakter hořkosti (3,67) a intenzitu chuti (3,33) nealkoholického piva pozitivně, vjem vůně byl hodnocen negativně (2,67). Ženy vnímaly také charakter hořkosti (3,93) u tohoto vzorku lépe než jeho vůni (3,10) a intenzitu chuti (3,10).

Zatím co, z hlediska vůně (1,92) a chuti (1,67), bylo nealkoholické pivo Platan obsahující sladidlo E 954 (sacharin) muži vnímáno negativně, charakter hořkosti byl hodnocen pozitivně (3,08). Ženy zaznamenaly jen minimální rozdíly ve vjemu vůně (2,38), intenzity chuti (2,69) a charakteru hořkosti (2,86) tohoto vzorku.

Je možné, že použité sladidlo mohlo mít u mužů vliv na celkový vjem chuti z důvodu ulpívání hořké chuti, zatím co u hodnocení žen nebyly zaznamenány výraznější rozdíly mezi vjemem chuti a charakterem hořkosti.

Tabulka 9 - Statistické údaje vzorků při celkovém hodnocení hořkosti

vzorky	N	Průměr	Minimum	Maximum	Sm.odch.
A	41	2,88	1,00	5,00	1,01
B	41	2,93	1,00	5,00	1,06
C	41	2,49	1,00	5,00	1,19
D	41	3,85	1,00	5,00	0,79
E	41	3,27	1,00	5,00	0,95
F	41	2,56	1,00	5,00	1,27
G	41	2,73	1,00	5,00	1,03
H	41	3,24	1,00	5,00	1,14
I	41	2,54	1,00	5,00	1,12
J	41	2,81	1,00	5,00	1,03



Graf 11 – Grafické znázornění celkového hodnocení hořkosti

Z grafu č. 11 je patrné, že jemný charakter hořkosti vykazovalo nealkoholické pivo Samson (3,85) a naopak ulpívající charakter hořkosti vykazovalo pivo Bernard (2,49). Statisticky významný rozdíl $p < 0,05$ byl zjištěn mezi vzorkem C (Bernard) a vzorky E, H a dále mezi vzorkem D (Samson) a vzorky A, B, C, F, G, I, J.

8.1.6 Celkové hodnocení nealkoholických piv

Vybraná nealkoholická piva byla seřazena podle celkových dosažených bodů. Průměry bodů dosažené za jednotlivé senzorní parametry byly sečteny a nealkoholická piva byla seřazena od 1- 10 dle průměrného bodového hodnocení.

Tabulka 10 – Pořadí piv - ženy

Pořadí piv	Průměr ± SD
1) Samson	17,66 ± 0,40
2) Lobkowic	16,00 ± 0,31
3) Birell	15,86 ± 0,47
4) Fríí	15,83 ± 0,40
5) Platan	14,45 ± 0,38
6) Staropramen	14,10 ± 0,41
7) Dudák	13,83 ± 0,49
8) Svijany	13,69 ± 0,37
9) Bernard	13,48 ± 0,33
10) Budvar	12,00 ± 0,33

V tabulce č. 9 jsou uvedeny průměry celkového počtu bodů, které ženy udělily vybraným nealkoholickým pivům za jednotlivé senzorní parametry.

Tabulka 11 – Pořadí piv – muži

Pořadí piv	Průměr ± SD
1) Samson	16,83 ± 0,41
2) Bernard	15,99 ± 0,36
3) Svijany	15,50 ± 0,29
4) Birell	14,75 ± 0,15
5 - 6) Fríí	13,42 ± 0,30
5 - 6) Dudák	13,42 ± 0,52
7) Staropramen	12,33 ± 0,32
8) Lobkowic	11,92 ± 0,60
9) Platan	11,83 ± 0,59
10) Budvar	11,67 ± 0,35

V tabulce č. 10 jsou uvedeny průměry celkového počtu bodů, které muži udělili vybraným nealkoholickým pivům za jednotlivé senzorycké parametry. Jelikož muži preferují jiná piva než ženy, dochází ke změně v pořadí piv. Stejně pořadí zůstalo u nealkoholických piv Samson, Radegast Birell a Budweiser Budvar.

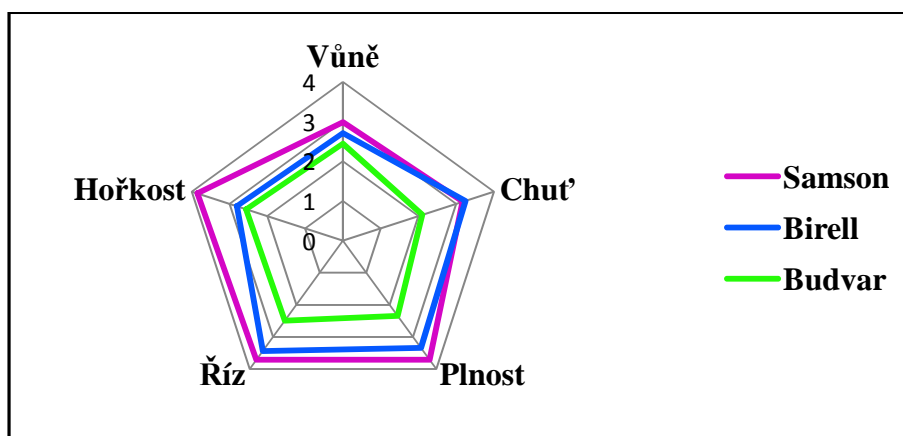
Tabulka 12 – Celkové pořadí piv

Pořadí piv	Průměr ± SD
1) Samson	17,42 ± 0,38
2) Birell	15,54 ± 0,33
3) Fríí	15,12 ± 0,35
4) Lobkowic	14,80 ± 0,26
5) Svijany	14,22 ± 0,34
6) Bernard	14,22 ± 0,31
7) Dudák	13,71 ± 0,47
8) Platan	13,68 ± 0,40
9) Staropramen	13,59 ± 0,34
10) Budvar	11,90 ± 0,18

Ze zjištěných hodnot se nedá přesně určit, která z používaných technologií pro výrobu nealkoholického piva má prokazatelně pozitivní vliv na senzoryckou jakost piva, jelikož 1. místo v senzoryckém hodnocení obsadilo nealkoholické pivo Samson vyráběné metodou řízeného kvašení a 2. místo pivo Radegast Birell vyráběné pomocí speciálních kmenů kvasinek Birell.

Zajímavá je skutečnost, že nealkoholické pivo Samson dosáhlo v senzoryckém hodnocení nejvyššího bodového ohodnocení, zatím co pivo Budweiser Budvar dosáhlo bodů nejméně, ačkoliv obě piva historicky vychází ze stejné technologie výroby. Svoji úlohu tak mohou hrát specifické podmínky výroby i složení obou piv, kdy u piva Samson byly použity ječné slady z vlastní sladovny,

upravený chmel a chmelové extrakty. V pořadí hodnocených vzorků nebyl mezi jednotlivými vzorky piva zaznamenán statisticky významný rozdíl $p < 0,05$.

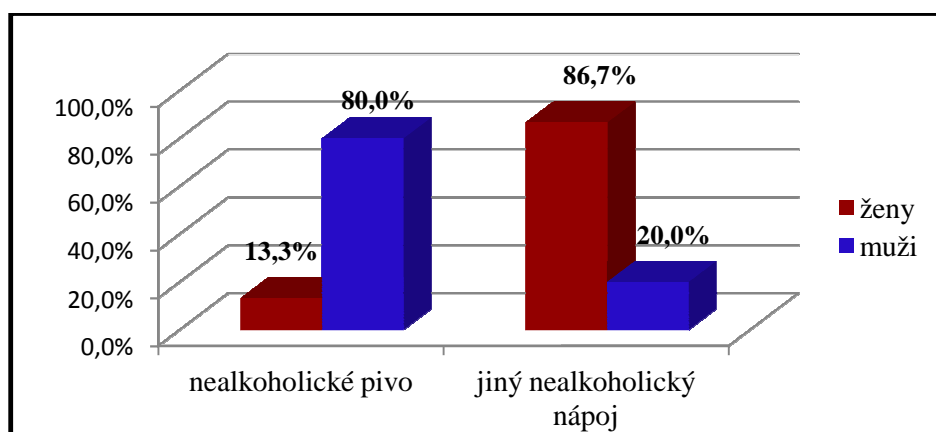


Graf 12 – Srovnání sensorických znaků nealkoholických pív

Z grafu č. 12 lze vyčíst rozdíly v hodnocení sensorických parametrů u nealkoholických pív, která obsadila první, druhé a poslední místo. Vzorky se nejvíce shodovaly v hodnocení vůně.

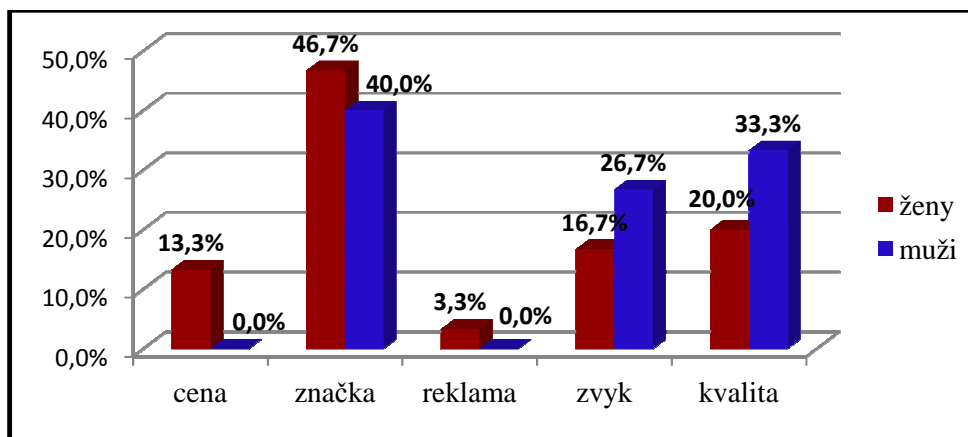
8.2 Vyhodnocení dotazníkového šetření

Součástí práce bylo dotazníkové šetření, kterého se zúčastnilo 60 respondentů. Ženy i muži byli zastoupeni ve stejném poměru. Každý respondent mohl vybrat pouze jednu odpověď.



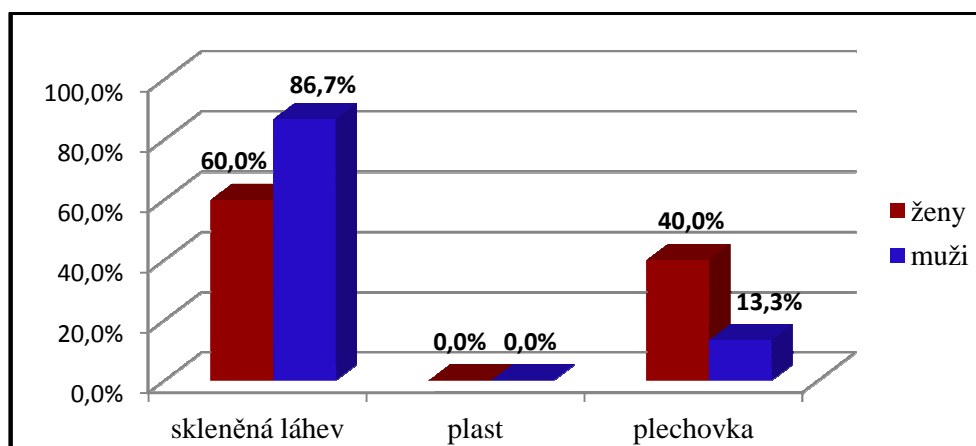
Graf 13 – Četnosti odpovědí respondentů na otázku: „Jaký nealkoholický nápoj si dáte, pokud řídíte?“ (n=60)

V situacích, kdy si alkoholické pivo dát nemohou, volí nealkoholické pivo většinou muži než ženy. Z výsledků je patrné, že 87 % žen upřednostňuje jiný nealkoholický nápoj před nealkoholickým pivem. Naopak 80 % mužů si raději dá nealkoholické pivo. Jen 20 % mužů by si před jízdou automobilem dalo raději jiný nealkoholický nápoj.



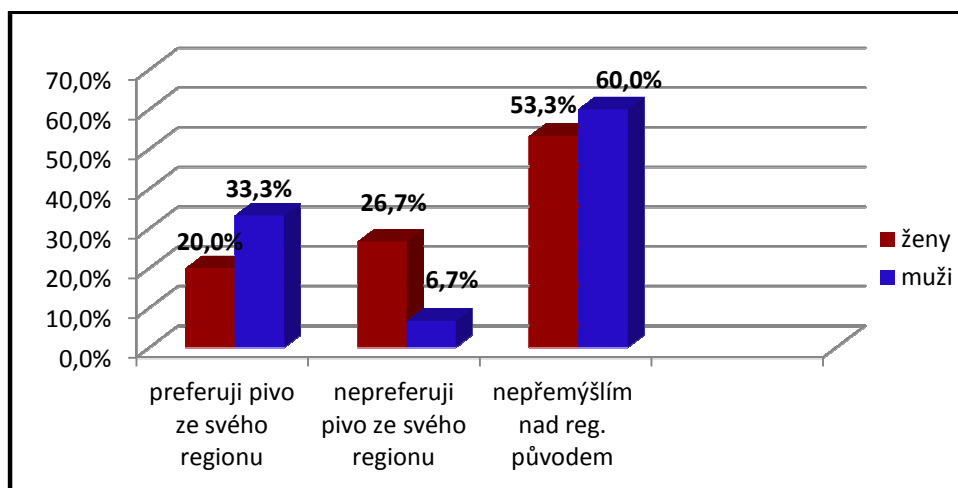
Graf 14 – Četnosti odpovědí respondentů na otázku: „Při koupi nealkoholického piva je u Vás na prvním místě?“ (n=60)

Při koupi nealkoholické piva je u 47 % žen na prvním místě značka. Kvalita je při rozhodování o koupi na prvním místě u 20 % žen, 17 % žen nakupuje nealkoholické pivo podle zvyku a 13 % podle ceny. Pouze 3 % žen při nákupu ovlivňuje reklama. Zatím co 40 % mužů upřednostňuje při koupi konkrétní značku nealkoholického piva, 33 % se rozhoduje podle kvality a 27 % podle zvyku. Vliv ceny ani reklamy není na prvním místě při rozhodování o koupi nealkoholického piva u žádného z dotazovaných mužů.



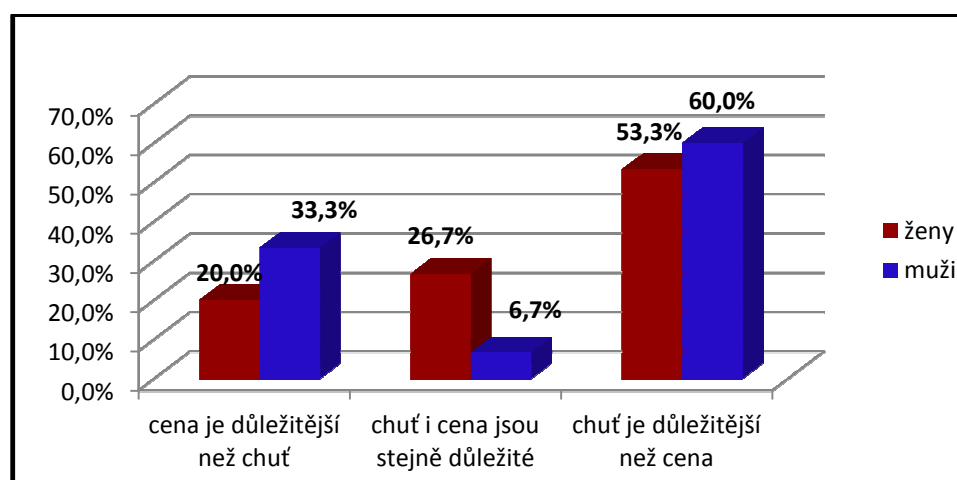
Graf 15 - Četnosti odpovědí respondentů na otázku: „V jakém obalu nealkoholické pivo nakupujete?“ (n=60)

Z grafu je zřejmé, že nealkoholické pivo ve skleněné láhvi nakupuje 60 % žen a 40 % dává přednost pivu v plechovce. Také 87 % mužů nakupuje pivo ve skleněné lahvi a 13 % v plechovce. V posledních letech se začalo prodávat nealkoholické pivo i v plastovém obalu. Žádný z dotazovaných respondentů nealkoholické pivo v plastovém obalu nenakupuje.



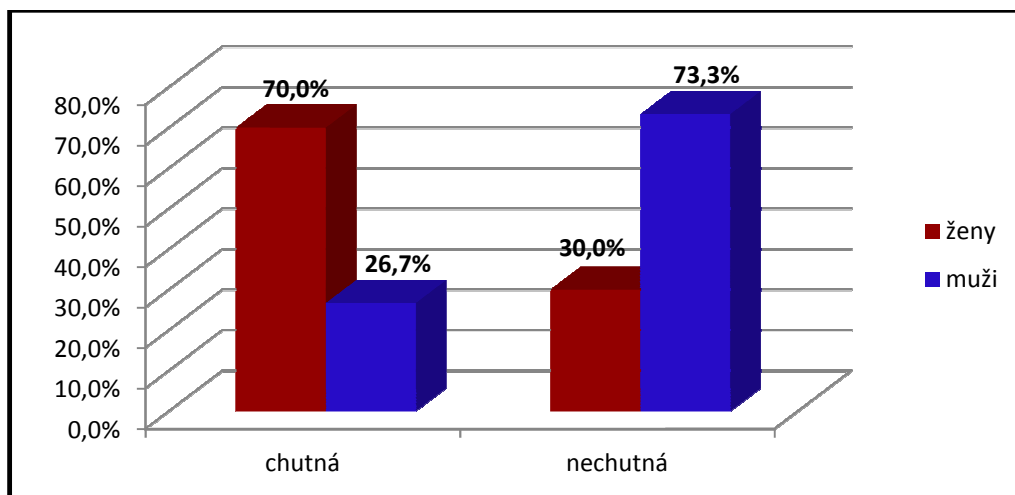
Graf 16 – Četnosti odpovědí respondentů na otázku: „Vybíráte pivo podle toho, zda bylo vyrobeno ve Vašem regionu?“ (n=60)

Nad regionálním původem piva nepřemýšlí 60 % mužů a 53 % žen. Pivo ze svého regionu nepreferuje 27 % žen a 20 % z dotazovaných žen dává pivo ze svého regionu přednost. U mužů je preference opačná – 33 % mužů dává přednost pivu ze svého regionu a 7 % nikoliv.



Graf 17 – Četnosti odpovědí respondentů na otázku: „Preference chuti a ceny u nealkoholického piva?“ (n=60)

Z výsledků je patrné, že nejvíce dotazovaných vybírá nealkoholické pivo podle chuti. Že chuť je důležitější než cena si myslí 60 % mužů a 53 % dotazovaných žen. Při nákupu nealkoholického piva jsou chuť i cena stejně důležité pro 27 % žen a 7 % mužů. Podle ceny vybírá nealkoholické pivo 33 % mužů a 20 % žen.



Graf 18 – Četnosti odpovědí respondentů na otázku: „Dnes je hitem ochucené pivo. Chutná Vám?“ (n=60)

V posledních letech se rozšířila nabídka ochucených piv. Ochuceným pivům před klasickým dávají přednost převážně mladí lidé a ženy různých věkových kategorií. Ochucené nealkoholické pivo chutná 70 % dotazovaných žen a 27 % mužů. Naopak 30 % žen a 73 % mužů uvedlo, že jim ochucené pivo nechutná. Muži dávají přednost raději klasickému pivu před ochuceným.

8.3 Hodnocení testovaných piv v odborných degustačních soutěžích

V České republice se každý rok koná sedm soutěží piv v různých kategoriích. Názvy soutěží jsou Česká pivní pečeť, Zlatý pohár PIVEX, Pivo České republiky, České pivo 20_{XX}, Dočesná, Jarní cena českých sládků a Znojemský hrozen.

V následujících tabulkách jsou uvedeny příklady úspěšnosti nealkoholických piv ve vybraných soutěžích v letech 2010 – 2012. V tabulkách jsou zvýrazněna nealkoholická piva, která byla podrobena sensorické analýze. Z nealkoholických piv, u kterých byla provedena sensorická analýza, byla vybrána nealkoholická piva nejvíce oceňovaná v odborných degustačních soutěžích (*Beerresearch, 1994*).

Tabulka 13 - Česká pivní pečeť (Tábor)

	2010	2011	2012
1. Místo	Primátor Nealko	Staropramen Nealko	Zlatý Bažant Nealko
2. Místo	Svijanský vozka	Starobrno Fríí	Litovel Free
3. Místo	Platan-nealko	Bernard Free	Starobrno Fríí

Tabulka 14 - Zlatý pohár PIVEX

	2010	2011	2012
1. Místo	Zubr Free	Staropramen Nealko	Litovel Free
2. Místo	Radegast Birell	Starobrno Fríí	Zubr Free
3. Místo	Platan nealko	Radegast Birell	Lobkowicz Nealko

Tabulka 15 - Pivo české republiky (České Budějovice)

	2010	2011	2012
1. Místo	Lobkowicz Nealko	Primátor Nealko	Střízlík
2. Místo	Primátor Nealko	Bernard Fríí	Starobrno Fríí
3. Místo	Starobrno Fríí	Lobkowicz Nealko	Lobkowicz Nealko

Tabulka 16 - České Pivo

	2010	2011	2012
1. Místo	Radegast Birell	Radegast Birell	Bernard Free Jantarový
2. Místo	Zubr Free	Litovel Free	Zubr Free
3. Místo	Litovel Free	Starobrno Fríí	Starobrno Fríí

Tabulka 17 - Dočesná (Žatec)

	2010	2011
1. Místo	Jantar Free	Bohemia Regent Renegád
2. Místo	Skalák	Pito Budweiser Bier
3. Místo	Starobrno Fríí	Bernard Free Jantarové

Z výsledků je patrné, že nejvíce ocenění při odborných degustačních soutěžích v kategorii nealkoholické pivo získalo pivo „Fríí“ vyráběné v pivovaru Starobrno technologií řízeného kvašení. V letech 2010 – 2012 bylo ve vybraných soutěžích pivo „Frí“ uděleno celkem 8 ocenění.

Na druhém místě skončilo pivo Radegast Birell vyráběné v pivovaru Plzeňský Prazdroj za použití speciálních kvasinek „Birell“. Třetí místo obsadilo pivo Lobkowicz Premium Nealko vyráběné v protivínském pivovaru Platan za použití speciálního kmene kvasnic. Nealkoholické pivo Lobkowicz Premium Nealko je

vyrobeno ze tří druhů sladu a tří druhů chmele. Při výrobě piva se používá odrůda Žatecký poloraný červeňák, Premiant a speciální odrůda chmele Cascade. Slad používají český, bavorský a karamelový.

9. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo senzoričké posouzení nealkoholických piv v závislosti na technologii výroby. Pomocí senzoričké analýzy bylo hodnoceno deset vzorků nealkoholických piv od různých pivovarů. Nealkoholická piva Lobkowic Premium Nealko a Radegast Birell byla vyrobena pomocí speciálních druhů kvasinek. Ostatní nealkoholická piva byla vyrobena metodou řízeného kvašení.

V senzoričké hodnocení dosáhlo nejlepších výsledků (1. místo) nealkoholické pivo Samson vyráběné metodou řízeného kvašení a 2. místo obsadilo pivo Radegast Birell vyráběné pomocí speciálních druhů kvasinek Birell. Pivo Lobkowic Premium Nealko skončilo na 4. místě. Ze zjištěných hodnot se nedá přesně určit, která z používaných technologií pro výrobu nealkoholického piva má prokazatelně pozitivní vliv na senzoričkou jakost piva. Zajímavá je skutečnost, že nealkoholické pivo Samson dosáhlo v senzoričké hodnocení nejvyššího bodového ohodnocení, zatímco pivo Budweiser Budvar dosáhlo bodů nejméně, ačkoliv obě piva historicky vychází ze stejné technologie výroby. Svoji úlohu tak mohou hrát specifické podmínky výroby i složení obou piv, kdy u piva Samson byly použity ječné slady z vlastní sladovny, upravený chmel a chmelové extrakty.

Při senzoričké hodnocení vybraných kritérií vykazoval nejvyšší hodnoty vzorek D (Samson) a to u následujících parametrů: celkový vjem vůně 2,98; celkový vjem plnosti 3,71; celkový vjem říznosti 3,71 a celkový vjem charakteru hořkosti 3,85 z celkové hodnoty 5. Nejvyšší hodnoty u celkového vjemu chuti 3,24 byly zaznamenány u vzorku J (Radegast Birell). Naopak vzorek F (Budweiser Budvar) vykazoval nejnižší hodnoty u celkového vjemu chuti 2,10; celkového vjemu plnosti 2,34 a celkového vjemu říznosti 2,49 z celkové hodnoty 5. Vzorek G (Dudák) vykazoval nejnižší hodnoty pro celkový vjem vůně 2,10 a vzorek C (Bernard) pro celkový vjem charakteru hořkosti 2,49 z celkové hodnoty 5.

Hodnotitelé se shodli, že nealkoholické pivo Samson, obsahující sladidlo E 954 (sacharin), má nejlepší charakter hořkosti. Ačkoliv muži hodnotili charakter hořkosti (3,67) a intenzitu chuti (3,33) nealkoholického piva pozitivně, vjem vůně byl hodnocen negativně (2,67). Ženy vnímaly také charakter hořkosti (3,93) u tohoto vzorku lépe než jeho vůni (3,10) a intenzitu chuti (3,10).

Nealkoholické pivo Platan obsahovalo také přídavek sacharinu. Sacharin je sladší než běžný cukr, přesto nemá žádný energetický obsah. Po požití však

zanechává hořkou chuť. Vzorek B (Platan) byl muži vnímán negativně z hlediska vůně (1,92) a chuti (1,67), charakter hořkosti byl hodnocen pozitivně (3,08). Ženy zaznamenaly jen minimální rozdíly ve vjemu vůně (2,38), intenzity chuti (2,69) a charakteru hořkosti (2,86) tohoto vzorku.

Použité sladidlo mohlo mít u mužů vliv na celkový vjem chuti z důvodu možného ulpívání hořké chuti, zatím co u hodnocení žen nebyly zaznamenány výraznější rozdíly mezi vjemem chuti a charakterem hořkosti.

Dále bylo provedeno dotazníkové šetření, kterého se zúčastnilo 60 respondentů. Z výsledků vyplývá, že v situacích, kdy si alkoholické pivo dát nemohou, volí nealkoholické pivo 80 % dotazovaných mužů. Naopak 87 % žen upřednostňuje jiný nealkoholický nápoj.

10. Seznam použité literatury

1. ARON P. M., SHELLHAMMER T. H. A discussion of polyphenols in beer physical and flavour stability. *Journal of the Institute of Brewing*. 2010, roč. 116, č. 4, s. 369-380. Dostupné z WWW: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2050-0416.2010.tb00788.x/pdf>.
2. BASAŘOVÁ, G. Jak se vyrábí nealkoholické a nízkoalkoholické pivo?. *Vesmír.cz* [online]. 2005 [cit. 2013-1-17]. Dostupné z WWW: <http://www.vesmir.cz/clanek/jak-se-vyrabi-nizkoalkoholicke-a-nealkoholicke-pivo>.
3. BASAŘOVÁ, Gabriela, Jan ŠAVEL, Petr BASAŘ a Tomáš LEJSEK, et. al., *Pivovarství: Teorie a praxe výroby piva*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2010, 904 s. ISBN 978-80-7080-734-7.
4. *Beerresearch.cz* [online]. 2008 [cit. 2013-03-1]. Kruhové schéma. Dostupné z WWW: http://www.beerresearch.cz/index.php?option=com_rubberdoc&view=doc&id=133&format=raw&Itemid=159&lang=cs .
5. *Beerresearch.cz* [online]. 1994 [cit. 2013-03-1]. Soutěže piv. Dostupné z WWW: http://www.beerresearch.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=149&Itemid=195&lang=cs .
6. CATARINO, Margarida a Adélio MENDES. Non-alcoholic beer - A new industrial process. *Separation and Purification Technology*. 2011, roč. 79, č. 3, 342–351. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586611001705>.
7. ČEJKA, Pavel, Vladimír KELLNER, Tomáš HORÁK a Marie JURKOVÁ. Moderní metody hodnocení výsledků sensorické analýzy. *Kvasný průmysl*. 2002, roč. 48, č. 5, s. 114 – 119.

8. ČEJKA, Pavel. Senzorické hodnocení českého piva. *Potravinářská revue: Odborný časopis pro výživu, výrobu potravin a obchod.* 2012, č. 1, s. 77-79.
9. ČEPIČKA, Jaroslav. *Obecná potravinářská technologie.* 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1995, 246 s. ISBN 80-7080-239-1.
10. ČERVENKA, Jaroslav. *Hodnocení jakosti zemědělských produktů.* 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta ve vydavatelství CREDIT, 2002, 253 s. ISBN 80-213-0883-4.
11. DOLEŽALOVÁ, Hana. *Zbožiznalství.* 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2007, 134 s. ISBN 978-80-7040-953-4.
12. GHASEMI-VARNAMKHASTI, Mahdi, Seyed Saeid MOHTASEBI, Maria Luz RODRÍGUEZ-MÉNDEZ, Jesus LOZANO, Seyed Hadi RAZAVI, Hojat AHMADI a Constantin APETREI. Classification of non-alcoholic beer based on aftertaste sensory evaluation by chemometric tools. *Systems with Applications.* 2012, roč. 39, č. 4, s. 4315–4327. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417411014242>>.
13. GHASEMI-VARNAMKHASTI, Mahdi, Seyed Saeid MOHTASEBI, Maria Luz RODRÍGUEZ-MÉNDEZ, M. SIDAT, Hojat AHMADI a Seyed Hadi RAZAVI. Electronic and bioelectronic tongues, two promising analytical tools for the quality evaluation of non alcoholic beer. *Trends in Food Science & Technology.* 2011, roč. 22, č. 5, s. 245–248. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224411000045>> .
14. HRABÁK, MILOŠ. Praktický průvodce senzoricou analýzou v pivovarství. *Kvasný průmysl.* 2001, roč. 47, č. 2, s. 38 – 43.
15. CHLÁDEK, Ladislav. *Pivovarnictví.* 1. vyd. Praha: Grada publishing, 2007, 207 s. ISBN 978-80-247-1616-9.

16. JAROŠOVÁ, Alžběta. *Senzorické hodnocení potravin*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001, 84 s. ISBN 80-7157-539-9.
17. KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH et. al., *Technologie potravin: Co byste měli vědět o výrobě potravin?* Ostrava: KEY Publishing s.r.o., 2009, 536 s. ISBN 978-80-7418-051-4.
18. KOSAŘ, Karel a Stanislav PROCHÁZKA, et. al., *Technologie výroby sladu a piva*. Praha: Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský, 2000, 398 s. ISBN 80-902658-6-3.
19. KUBÁŇ, Vlastimil a Petr KUBÁŇ. *Analýza potravin*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007, 202 s. ISBN 978-80-7375-036-7.
20. MAIER, Tomáš [online]. 2006 [cit. 2013-04-9]. Kroužkované pivo. Dostupné z WWW: < <http://www.pivnidenik.cz/clanek/1122-Anonymni-spotrebitelska-degustace-kvasnicovych-piv/index.htm> >.
21. NAVRÁTIL, Marián, Zoltán DÖMÉNY, Ernest ŠTURDÍK, Daniela ŠMOGROVIČOVÁ a Peter GEMEINER. Production of non-alcoholic beer using free and immobilized cells of *Saccharomyces cerevisiae* deficient in the tricarboxylic acid cycle. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 2002, roč. 35, s. 133–140. Dostupné z: < <http://www.babonline.org/bab/035/0133/bab0350133.htm>>.
22. Obrázky nealkoholických piv [online]. 2013 [cit. 2013-01-5]. Dostupné z WWW: < <https://www.google.cz/search?q=obr%C3%A1zky+nealkoholick%C3%BDch+piv&hl=cs&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=rx06UajbAY2wPMTKgPAJ&ved=0CCsQsAQ&biw=1366&bih=610> > .

23. OPSTAELE, Filip, Gert ROUCK, Jessika CLIPPELEER, Guido AERTS a Luc COOMAN. Analytical and sensory assessment of hoppy aroma and bitterness of conventionally hopped and advanced hopped Pilsner beers. *Cerevisia*. 2011, roč. 36, č. 2, s. 47-59. Dostupné z: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1373716311000692>>.
24. PELIKÁN, Miloš a Lenka SÁKOVÁ. *Jakost a zpracování rostlinných produktů*. 1. vyd. České Budějovice: JU Zemědělská fakulta, 2001, 233 s. ISBN 80-7040-502-3.
25. PELIKÁN, Miloš a Marie SUKOVÁ. *Hodnocení a využití rostlinných produktů: Návody do cvičení*. 1. vyd. České Budějovice: JU Zemědělská fakulta, 1998, 173 s. ISBN 80-7040-279-2.
26. POKORNÝ, Jan, Zdeňka PANOVSKÁ a Helena VALENTOVÁ. *Sensorická analýza potravin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 1999, 95 s. ISBN 80-708-0329-0.
27. POTĚŠIL, Václav a Vlastimil ZEDEK. Výroba nealkoholického piva vakuovou destilací. *Kvasný průmysl*. 2008, roč. 54, č. 5, s. 149-151.
28. PROKEŠ, Josef [online]. 2012 [cit. 2013-04-10]. Odkličování a skladování sladu. Dostupné z WWW: <http://www.beerresearch.cz/index.php?option=com_rubberdoc&view=doc&id=142&format=raw&Itemid=159&lang=cs>.
29. PRUGAR, Jaroslav, et. al., *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. Praha: VÚPS, 2008, 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2.
30. *Radegast Birell* [online]. 2012 [cit. 2013-04-10]. Časté dotazy. Dostupné z WWW: <<http://www.birell.cz/caste-dotazy>>.

31. SELECKÝ, Radoslav a Daniela ŠMOGROVIČOVÁ. Technologické a mikrobiologické aspekty výroby piva so zníženým obsahom alkoholu. *Kvasný priemysl*. 2007, roč. 101, s. 542-549.
32. SELECKÝ, Radoslav, Daniela ŠMOGROVIČOVÁ a Martin ŠULÁK. Produkcia nízkoalkoholického piva mutantnými pivovarskými kvasinkami. *Kvasný priemysl*. 2005, roč. 51, č. 7-8, s. 235–239.
33. SOHRABVANDI, S., et. al. Alcohol-free Beer: Methods of Production, Sensorial Defects, and Healthful Effects. *apps.isiknowledge.com* [online]. 2010 [cit. 2013-3-3]. Dostupné z WWW: <http://apps.isiknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=2&SID=V1o@mLlOmDEp7JMO18h&page=1&doc=6&cacheurlFromRightClick=no>.
34. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský [online]. 2012 [cit. 2013-01-21]. Seznam doporučených odrůd 2012. Dostupné z WWW: <<http://www.ukzuz.cz/Folders/Articles/9192-2-Seznamy+doporučených+odrůd++Prehledy+odrůd.aspx>>.
35. VAUGHAN, Anne, Tadhg O'SULLIVAN a Douwe Van SINDEREN. Enhancing the Microbiological Stability of Malt and Beer — A Review. *Journal of the Institute of Brewing*. 2005, roč. 111, č. 4, s. 355–371. Dostupné z: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2050-0416.2005.tb00221.x/pdf>>.
36. VEČERKOVÁ, Hana a Jan KISS. *Abeceda piva*. 1. vyd. Praha: Česká televize, 2007, 204 s. ISBN 978-80-85005-86-8.
37. VELÍŠEK, Jan a Jana HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin 2*. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009, 623 s. ISBN 978-80-86659-16-9.

38. VESELÝ, Jan [online]. 2010 [cit. 2013-01-5]. Spotřeba nealkoholických piv. Dostupné z WWW: <<http://www.finance.cz/zpravy/finance/247209-spotreba-nealko-piv-rostla-vyroba-veskereho-piva-se-ale-propadla/>> .
39. VESELÝ, Petr, Jiří BOHÁČ a Gabriela BASAŘOVÁ. Vliv obsahu aminokyselin na senzoryckou stabilitu piva. *Kvasný průmysl*. 2001, roč. 47, č. 10, s. 276-279.
40. ZIMOLKA, Josef, et al., *Ječmen: formy a užitkové směry v České republice*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006, 200 s. ISBN 80-86726-18-5.

11. Přílohy:

Příloha 1.: Vzorový dotazník

Hodnotitel:

Věk:

Datum:

Označte jednu možnou odpověď.

Pokud řídíte a musíte pít nealko – dáte si raději:

- 1) nealkoholické pivo
- 2) jiný nealkoholický nápoj

Při koupi nealkoholického piva je u Vás na prvním místě?

- 1) cena
- 2) značka
- 3) reklama
- 4) zvyk
- 5) kvalita

V jakém obalu nealkoholické pivo nakupujete?

- 1) skleněná láhev
- 2) plast
- 3) plechovka

Vybíráte pivo podle toho, zda bylo vyrobeno ve Vašem regionu?

- 1) preferuji pivo ze svého regionu
- 2) nepreferuji pivo ze svého regionu
- 3) nepřemýšlím nad regionálním původem piva

Preference chuti a ceny u nealkoholického piva:

- 1) cena je důležitější než chuť
- 2) chuť i cena jsou stejně důležité
- 3) chuť je důležitější než cena

Dnes je hitem ochucené pivo. Chutná Vám?

- 1) ano
- 2) ne

Příloha 2.: Senzorické hodnocení nealkoholických piv

Ochutnejte vzorky a následně přiřad'te bodové hodnocení od 1 do 5 patřící úrovni jednotlivých posuzovaných kritérií.

Znaky jakosti	Počet bodů	slovní charakteristika		vzorek číslo																
Vůně	5	velmi silná	celková intenzita																	
	4	silná	intenzita cizí																	
	3	střední	vůně																	
	2	slabá	slovní popis																	
	1	velmi slabá																		
Chut'	5	velmi silná	celková intenzita																	
	4	silná	intenzita cizí																	
	3	střední	chuti																	
	2	slabá	slovní popis																	
	1	velmi slabá																		
Plnost piva	5	plné, zaokrouhlené																		
	4	plné																		
	3	málo plné																		
	2	nezaokrouhlené																		
	1	prázdné																		
Říz piva	5	příjemné, řízné																		
	4	řízné																		
	3	málo řízné																		
	2	zvětralé																		
	1	velmi zvětralé																		
Charakter hořkosti	5	velmi jemná																		
	4	jemná																		
	3	mírně olupavající																		
	2	olupavající																		
	1	silně olupavající																		

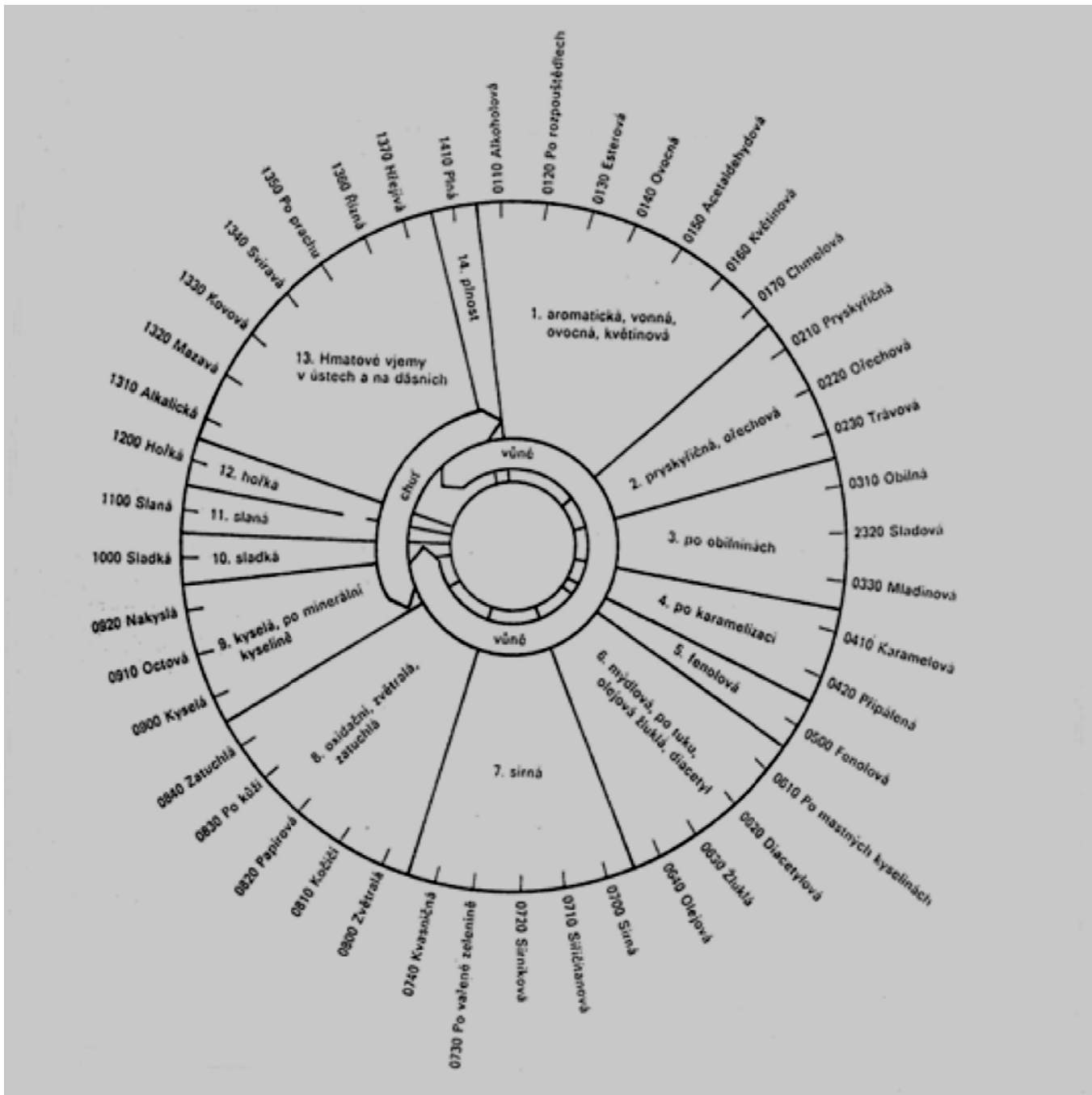
Tab. 14

Schema pro hodnocení jakosti výčepního lahvového a sudového piva

Hodnotící skupina	Znaky	JAKOST		
		VÝHOVUJÍCÍ	DOBŘÍ (B)	NEVÝHOVUJÍCÍ
		Výborná (A)	Dobrá (B)	Nestandardní (C)
Pěnovost	Kompaktní stálá pěna s vysokým nasycením CO ₂ a výšce nejméně 4 cm, vydrží do vzniku lysinky minimálně 3 min. (nebo 3 cm 5 min.)	Ridší pěna o výšce 3 cm, vydrží 2 min.	Málo pěny (výška nejméně 1 cm), vydrží 1 min.	Téměř bez pěny (výška pod 1 cm), která nevydržela ani 1 min.
		Pivo dokonale čiré, s ojedinelým vláknem nebo částečnými křemelinami, u sudového piva s drobnými úlohami smoly, vzniklými při narážení	Pivo bez jiskry, čiré až slabě opalivější, s ojedinelými vláknami nebo křemelinami, u sudového piva s drobnými úlohami smoly	Zřetelná opalivost: Pivo zakalené (s výjimkou sudového piva kvasničného) s větším výskytem filtračních hmoty nebo křemelin, nebo jiných mechanických nečistot
Průzračnost	(Pozn.: Zákal vzniklý podchlazením piva který se v teplejším prostředí odstraňuje, není na závadu)	silná až velmi silná	slabá (u cizích vůní); silná (u přípravných)	silná-velmi silná (u cizích vůní)
		slabá až střední	slabá (viz pozn.)	silná-velmi silná (u cizích vůní)
Vůně	Intenzita cizí vůně	žádná	slabá až velmi silná	slabá až velmi silná
		slabá až střední	slabá až velmi silná	slabá až velmi silná
Horkost	Intenzita charakter	jemná až drsná	velmi silná až silná	slabá až velmi silná
		slabá až střední	slabá až velmi silná	slabá až velmi silná
Chuť	plnost říz sladkost cizí chutí	slabá až silná až střední až silná až velmi silná	velmi silná až silná	slabá až velmi silná
		slabá až střední až silná až velmi silná	slabá až velmi silná	slabá až velmi silná

Poznámka: Z cizích chutí a vůní se připouštějí kvasničná, oxidáční (pasterační), ovočná (esterová). Degustátor je povinen v případě hodnocení jiným stupněm než A cizí vůně a cizí vůně definovat. Z nepřipustných cizích chutí a vůní se vyskytují: zatuchlá, po autolyzovaných kvasnicích, kyselá, trpká, svrčková, papírová, kovová, dezinfekční, diaceetylová (po másle), melasovitá, po mléce, připálená, po kyselinné máselné

Příloha 3.: Kruhové schéma



Obrázek č. 1 – Kruhové schéma (Beerresearch, 2008).